

# 포장건조기간 및 보존제처리가 알팔파 곤포건초의 사료가치에 미치는 영향

한건준 · 김동암

## Effects of Curing Periods and Preservatives on Quality of Baled Alfalfa Hay

K.J. Han and D.A. Kim

### Summary

An experiment was carried out in 1994 to determine the effects of curing periods and preservatives on the characteristics and forage quality of baled alfalfa(*Medicago sativa* L.) hay after 60 days of storage. The main plots consisted of the curing periods such as 5 and 7 days, and the subplots consisted of preservatives such as commercial propionic acid preservative, lactic inoculant and control. Temperature during storage remained lower in 7 days cured hay bale than in 5 days and didn't rise over 30°C in 7 days cured hay bale. After storage, bale with 7 days curing remained in better condition by visual assessment and DM loss of the bale was 21.4% with 5 days curing and 11.8% with 7 days curing. ADF and NDF contents of 5 days cured baled hay were 43.0 and 56.1%, respectively, which were lower than those of 7 days cured baled hay by 1.3 and 1.4%, respectively( $P < 0.05$ ). ADF and NDF contents of preservative treated baled hay were higher than those of the control( $P < 0.05$ ). According to RFV, forage quality of the control and inoculant treated baled hay of 5 days curing, and the control of 7 days curing was classified as 3rd grade, but other baled hay was classified as 4th grade. The total nitrogen content of 5 days cured baled hay was 1.84% and 7 days was 1.38%( $P < 0.05$ ). Significant differences( $P < 0.05$ ) in total N content of baled alfalfa hay were found among the preservatives. ADIN/total N of 5 and 7 days cured baled alfalfa hays was 28 and 26%, respectively.

### I. 서 론

연중기온의 차이가 심하고 사초의 생산이 시기적으로 한정된 지역에서의 육우 및 젖소의 사육을 위하여 사초의 저장방법으로서 건초나 사일리지의 제조는 오랜 역사를 지니고 있다(Zimmer, 1983). 사초를 건조하여 수분함량 15% 정도에서 완성되는 건초는 건물 kg당 생산에 소요되는 에너지가 사일리지의 83% 정도로 비교적 저렴하며 또 그 건조 방법에 따라 비용이 더 절감될 수 있다(White, 1979). 포장에서 건초를 제조시 식물체의 수분증발은 주로 엽부위를 통해서

이루어지며, 이는 엽부위가 줄기에 비해 표면적이 넓은 점, 많은 막공이 있어서 확산저항이 적다는 점 등이 엽부위가 중요한 수분증발의 자리가 됨을 의미하나 예취초기 막공을 통한 다량의 수분방출은 1시간 이내로 끝나므로 그후의 수분의 증발은 왁스로 덮혀있는 큐티클층을 통해서 이루어져야 한다(Jones 등, 1979). 따라서 포장에서의 건초제조시 건조시간은 길어지게 되며 이에 따라 비 피해가 탈엽에 의한 영양분 손실의 가능성이 높아지게 되고, 포장조건에 따라 탈엽에 의한 손실을 3~35%까지로 보고하였다(Pitt 1991). 건초제조시 건물 함량이 높아짐에 따라 부스러짐에 의한 탈엽손실을 줄이고 포장에서의 기상조건이 불리하여 수분함량이 비교적 높은 상태에

서 곤포결속한 재료를 저장시 예상되는 건조의 질적 저하를 방지하기 위한 보존제에 관한 연구가 많이 발표되고 있다(Thorlacius와 Robertson, 1984; Baron과 Greer, 1988; Bolsen 등, 1991).

본 연구는 콩과 목초인 알팔파에 대한 건조기간을 두 기간으로 차이를 두어 건조를 마치고 여기에 보존제를 조합하여 건조기간에 따른 저장후 알팔파의 곤포건초내 수분함량의 차이와 보존제의 첨가가 건조의 품질에 미치는 영향을 알아보고자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

본 시험에 쓰인 알팔파는 5444품종으로 서울대학교 농업생명과학대학 부속실험목장에 조성되어 있는 초지에서 1994년 6월 13일 수확하여 포장 건조기간을 5일과 7일의 2개의 기간으로 하여 건조 하였는데 건조기간중에 비는 오지 않았으며 평균기온은 22.5℃로 예년에 비해 1.9℃가 높았고 일사량은 5일 건조기간중 총 114.6MJ/m<sup>2</sup>였고 7일간의 건조기간중에는 160MJ/m<sup>2</sup>이었다. 건조후 보존첨가제로써 각각 시판 산제제와 젖산균제제를 건조에 살포하였다. 산제제는 프로피온산이 주성분으로 건조건물 톤당 20의 비율로 처리하였고, 젖산균제제는 건조건물 톤당 11.3g의 제제를 10에 용해하여 살포하는 비율로 처리하였다. 보존제가 처리된 건조는 스크류가 달린 1.2m×1.0m×1.5m틀에 압축 곤포결속하고 포장용 기

계로 단단히 묶은 뒤 중량을 측정하여 창고에 보관하였다. 저장중의 온도변화는 Technoterm사의 7200탐침온도계로 측정하였다. 각 처리를 나타낸 것은 표 1에서 보는 바와 같다. 60일간의 저장후에 곤포를 풀고 알팔파 건조의 색깔, 먼지발생정도, 곰팡이 발생정도를 육안으로 평가하였는데, 10은 곰팡이가 전혀 없는 상태고, 7은 곰팡이 포자와 곰팡이 포자가 대기중으로 분산되는 정도, 5는 전체에 걸쳐 균사가 퍼져 있는 상태, 5에서 1은 곰팡이 균사가 다양하고 암갈색을 띄우며, 습기가 총만된 조직 상태를 나타내는 것의 10단계(Baron과 Greer, 1988)로 나누어 실시하였다. 사료가치분석을 위한 시료는 300g 정도씩으로 취하여 75℃의 송풍장치가 달린 건조기에서 72시간이상 충분히 건조하였고 전기 믹서로 1차의 분쇄를 마친 후 Wiley mill로 2차 분쇄하여 20mesh의 입자로 준비하였다. 총 질소함량의 분석은 Auto Kjeltec 1030을 사용하였고 ADIN(acid detergent insoluble nitrogen)은 Van Soest(1965)가 제시한 방법에 의하여 분석하였다. 조섬유의 분석은 ADF 및 NDF를 Goering과 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였고, RFV(Relative feed value)의 산출은 ADF와 NDF가 건물 소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF, NDF 분석치에 근거한 계산식으로 산출하였으며(Holland 등, 1990). 통계처리는 SAS를 사용하였다.

Table 1. Details of experiment

Variety	Curing period	Treatment	Replication
5444	5 days	Control(C)	3
		Mixed acid(A)	3
		Lactic bacterial inoculant(L)	3
	7 days	Control(C)	3
		Mixed acid(A)	3
		Lactic bacterial inoculant(L)	3

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저장중 알팔파 곤포건초의 온도 변화

알팔파의 건조기간을 5일과 7일로 달리하여 보

존제를 처리하고 저장하였을 때 저장기간 초기에 온도 변화는 그림 1에서 보는 바와 같다. 6월 13일 건조를 시작하여 5일간의 포장건조를 마치고 곤포결속한 경우 곤포내 저장 초기온도가 30℃ 이상이었던 기간

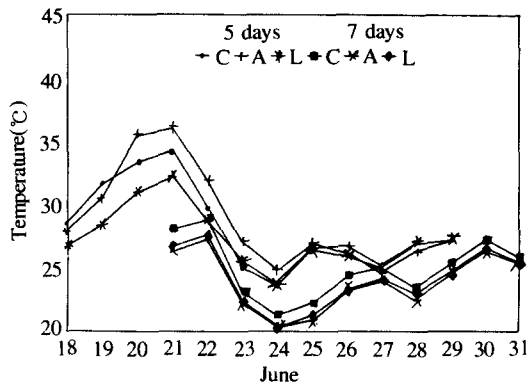


Fig. 1. Effect of curing period and preservative on temperature change of baled alfalfa hay during storage

은 약 4일간에 걸쳐 나타났고 이후로는 30°C 이하로 유지되었던 반면, 7일간 건조하였던 경우 30°C 이상 상승한 날이 없었다. 이것은 알팔파의 곤포결속당시 수분함량이 5일간 건조하였던 구가 25%로 높았으나 7일간 건조하였던 구는 17%로서 낮았기 때문에 미생물의 호흡에 의한 발열은 현저하지 않았던 것 같다. 따라서 Maillard 반응과 같은 열에 의한 변성도 심하지 않았으리라 생각된다. 한편 보존제의 처리간의 효

과를 비교하여 볼 때 특히, 5일 건조한 경우는 보존제처리간에 저장초기 온도의 차이가 많이 일어났으며, 산제제, 무처리, 젖산균제처리의 순서로 온도 상승이 있었으나 7일간 건조하여 수분함량이 낮은 경우 보존제처리에 따른 차이가 상대적으로 적었음을 볼 수 있었다. 결국, 저장중의 건조내 온도상승을 놓고 볼 때, 미생물에 의해 사초내 유용한 영양소의 손실이나 부패를 최소화하기 위한 저수분조건 유지가 보존제와 같은 부가적 처리에 앞서 더 중요성을 갖는다고 하는 Thorlacius와 Robertson(1984)의 보고와 일치하는 경향을 보였다.

## 2. 저장후 알팔파 곤포건초의 상태

알팔파를 5일과 7일간의 건조후 보존제를 처리하여 곤포결속하고 저장한 후 곤포의 보존상태, 건물손실률 및 건물함량은 표 2에서 보는 바와 같다. 건조후 저장된 알팔파 곤포건초의 건물물은 5일간 건조 하였을 때보다 7일간 건조한 경우가 수분함량이 낮았으나 그 차이는 0.8%로 포장건조 직후에 비하여 적어졌다. 따라서 건조기간이 길수록 보존조건이 좋았기 때문에 육안으로 평가한 곰팡이나 먼지발생정도, 냄새, 색깔 등이 더 좋은 상태로 유지되었

Table 2. Effect of curing period and preservative on visual assessment, DM loss, and DM content of baled alfalfa hay after storage

Curing period	Preservative	Mold	Dustness	Ordor	Color	DM loss	DM content
						..... % .....	
5 days	C	7	6	5	8	25.1	87.3
	A	7	7	7	7	19.1	88.0
	L	7	7	7	8	20.0	87.7
	Mean	7	7	6	8	21.4	87.7
7 days	C	8	7	9	8	12.2	89.4
	A	9	8	7	9	19.1	87.3
	L	8	7	9	9	4.0	89.2
	Mean	8	7	8	9	11.8	88.5

다. 특히 건조기간이 5일로 짧았고 보존제를 처리하지 않았을 때 건물손실률이 가장 높았다.

## 3. 저장후 알팔파 곤포건초의 사료가치

### (1) ADF, NDF 및 RFV

각 건조기간 동안에 건조를 마치고 보존제를 처리하여 곤포 결속한 후 저장된 알팔파 건초의 ADF 및 NDF 함량은 표 3에서 보는 바와 같다. 먼저 건조기간의 영향을 비교하여 보면, 6월 9일 수확 당시의 ADF 함량은 28.9%, NDF 함량은 46.5%이었던

Table 3. Effect of curing period and preservative on ADF and NDF contents of baled alfalfa hay after storage

Curing period	Preservative	ADF	NDF
days		..... % .....	
5	C	39.6	53.0
	A	47.4	62.5
	L	42.0	52.7
7	C	41.9	54.4
	A	46.4	58.4
	L	44.7	59.7
Mean between curing periods			
	5 days	43.0	56.1
	7 days	44.3	57.5
Mean among preservatives			
	C	40.8	53.7
	A	46.9	60.4
	L	43.3	56.2
LSD(P<0.05)			
Curing period(C)		NS	0.8
Preservative(P)		1.9	1.0
C × P		NS	*

데 비해 5일간 건조후 저장되었던 알팔파 건초는 43.0%와 56.1%로써 이는 ADF 및 NDF 함량의 차이가 7일간 건조 저장한 경우 보다 1.3% 및 1.4%가 낮았다. 즉, 알팔파의 포장건조, 곤포결속 및 저장에 이르기까지의 일련의 과정을 통해 조섬유함량의 증가가 일어났음을 알 수 있었으며, 또한 건물함량이 높을 때 특히 7일간 건조하였을 때가 5일간 건조하였을 때에 비하여 조섬유함량의 증가가 일어났음을 알 수 있었다.

알팔파 건조제조와 관련된 연구에서 Collins(1990)는 청초상태의 알팔파의 NDF 함량이 42.2%에서 건조제조시에는 55.9%로 증가됨에 보고하였고 또, 건조제조시 건조기간의 차이는 곧 건물함량의 차이로 나타나며 사료가치가 높은 잎의 탈락가능성이 높아지게 되고 이에 따라 조섬유함량이 상대적으로 높은

줄기의 비율이 증가되어 전체 알팔파 건초의 조섬유함량의 증가가 일어난다고 하는 보고도 있다(Pitt 등, 1991; Bolsen 등, 1991; Frisen, 1978; Arledge, 1990; Baylor, 1991).

따라서 본 시험에서도 7일간 포장건조한 알팔파건초에서 더 높은 조섬유함량을 나타낸 것은 상대적으로 잎의 손실이 많았기 때문인 것으로 생각된다.

특히 Kalu 등(1988; 1990)은 alfalfa의 잎과 조섬유함량과의 연관성을 NDF는 -540, 그리고 ADF는 -460으로 강한 역의 상관관계를 보고하여 탈엽에 의한 조섬유함량의 상대적 증가의 원인을 명확히 설명하였다. 앞에서의 온도비교에서 고찰하였던 바와 같이, 7일간 건조 저장하였던 알팔파에서 곤포결속 후 저장기간 동안 온도의 급격한 상승이 없었으므로 미생물의 호흡에 의한 사료가치의 저하는 심하지 않았다고 생각된다.

한편, 저장된 알팔파 건초의 ADF 및 NDF 함량으로부터 산출된 상대사료가치(RFV)는 그림 2와 같다.

즉, 5일로 건조기간을 짧게 할 경우 산 처리한 경우만을 제외하고 알팔파 곤포건초는 3등급의 사초 품질을 나타낸 반면, 7일간 건조할 경우 무처리를 제외하고 모두 4등급의 품질을 보였으며 이는 건조기간이 길어서 건물함량이 높을수록 탈엽에 의한 사료가치의 저하가 심하고 건물함량이 높다면 보존제의 처리는 불필요하며 오히려 처리과정중 반전등에 의해 탈엽이 증가되어 사초등급은 더욱 낮아질 수밖에 없는 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 알팔파의 포장건조시 기상조건

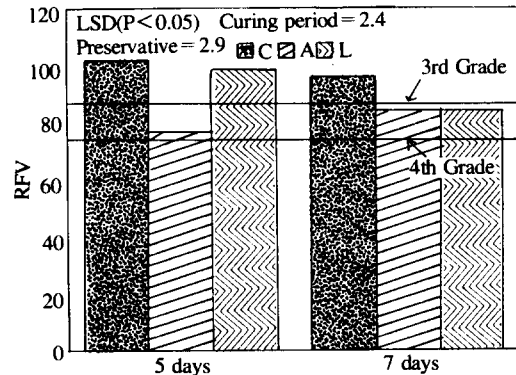


Fig. 2. Effect of curing period and preservative on baled alfalfa hay after storage

을 고려하여 건조기간은 5일 이내로 짧게 하고 탈엽 손실을 줄이는 것이 포장건조기간을 연장하여 건물 함량을 높이는 것보다 오히려 알팔파건초의 사료가치를 유지하는 효과면에서 더 바람직할 것으로 생각된다.

(2) 총질소 및 ADIN 함량

건조후 보존제를 처리하였던 알팔파건초의 총질소 및 ADIN 함량의 분석결과는 표 4와 같다. 먼저, 건조기간의 영향을 비교하여 보면, 총질소 함량은 5일간 건조하여 곤포결속을 실시하였던 처리구가 1.84%로 7일간 건조하였던 처리구의 1.38%보다 높게 나타났다. 이는 포장에서의 건조기간이 길어지면서 건물함량을 높일 수 있으나, 탈엽에 의해 사료가치면에서 유용한 질소 성분의 손실 가능성도 높아지게 된 것으로 생각된다. 특히 콩과 목초에서 건조중 엽부위

Table 4. Effect of curing period and preservative on ADIN and Total N of baled alfalfa hay after storage

Curing period	Preservative	ADIN	Total N
days		..... % .....	
5	C	0.54	2.13
	A	0.48	1.52
	L	0.52	1.88
7	C	0.36	1.55
	A	0.33	1.31
	L	0.39	1.28
Mean between curing periods			
	5 days	0.52	1.84
	7 days	0.36	1.38
Mean among preservatives			
	C	0.45	1.84
	A	0.44	1.42
	L	0.43	1.58
LSD(P<0.05)			
Curing period(C)		0.03	0.05
Preservative(P)		NS	0.06
C × P		NS	*

의 탈락으로 인한 질적 손실의 심각성을 강조하였던 Rotz와 Muck(1994)의 보고와 Kalu 등(1988, 1990)이 알팔파건초의 조단백질 함량과 엽부위와의 관계를 +380으로 보고하였던 것으로 부터 알팔파건초 제조시 수분함량에 의한 부패 못지 않게 건조에 의한 탈엽이 품질저하의 또다른 큰 요인이 될 수 있었음을 확인할 수 있었다. 따라서 알팔파 건조제조시 건물함량의 증가에 따른 탈엽증가와 수분함량이 높은 경우에 일어나는 부패에 의한 손실을 고려한 적절한 수분함량에서의 건초의 관리가 필요하며 보존제에 의한 개선은 보조적인 것으로 생각된다. 한편, 저장중 미생물의 호흡으로 인하여 발생된 열에 의한 질소(N) 성분의 변성을 나타내는 ADIN 함량은 5일간 건조하였던 처리구의 평균치가 높았는데, 이러한 경향은 건조기간의 단기화로 수분의 함량이 높아서 미생물의 증식이 상대적으로 왕성하여 Maillard 반응의 강도가 7일간 건조하였던 경우 보다 강하였기 때문으로 생각된다.

결국, 분석된 건조내 총질소 함량에 대한 ADIN 비율은 5일간 건조한 처리구가 28%, 7일간 건조한 처리구가 26%로 5일간 건조하였던 처리구가 높아서 역시 수분의 함량이 높았던 상태에서 곤포결속을 실시할 경우 저장기간중 미생물에 의한 발열반응 및 화학적 변성작용이 늘어났음을 알 수 있었으나(P<0.05) 그 정도가 심하지는 않았던 것으로 생각된다. 저장첨가제 간의 비교는 젖산균제제, 산제제 그리고 무처리의 순서로 높게 나타났으나 ADIN 함량의 직접적인 증가에 의한 것이 아니고 총질소 함량 자체가 무처리구에서 높았기 때문에 상대적으로 다른 처리구들에 비하여 낮은 ADIN/Total N 비율로 나타났던 것으로 생각된다.

IV. 적 요

본 시험은 예취된 알팔파(*Medicago sativa* L.)의 포장 건조기간과 시판 건조용 보존제의 처리가 곤포결속을 실시하여 60일간 저장한 알팔파건초의 특성과 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 1994년 수행되었으며 주구는 5일간 건조한 시험구와 7일간 건조한 시험구 그리고 세구는 보존제로써 산(A), 젖산균(L) 및 무처리(C)로 하였다. 저장 중의 온도는 7

일간 건조한 구가 5일간 건조한 구보다 낮게 유지되었고 30℃ 이상 상승한 날이 없었다. 7일간 건조하여 끈포결속하였던 경우가 끈포의 저장상태가 양호하였고 건물손실률은 5일 건조시 21.4%, 7일 건조시 11.8%였다. 5일간 건조후 보존제처리한 경우 ADF 및 NDF 함량은 43.0%와 56.1%로 7일간 건조후 보존제로 처리한 것 보다 각각 1.3%와 1.4%가 낮았다( $P < 0.05$ ). 보존제의 영향만을 비교해 볼 때 무처리에 비하여 보존제를 처리하였을 때가 높았다( $P < 0.05$ ). 상대사료가치(RFV)는 5일 건조후 무처리 및 젖산균을 처리하거나 7일 건조후 무처리한 경우에서만 3등급의 품질을 나타내었고 다른 처리구들은 모두 4등급에 속했다. 총질소 함량은 5일 건조하였던 처리구가 1.84%, 7일 건조 처리한 구가 1.38%로 나타났다( $P < 0.05$ ). 보존제처리간 유의적인 차이가 있었고( $P < 0.05$ ). ADIN/Total N은 5일 건조구가 28%, 7일 건조구가 26%였다.

## V. 인용문헌

1. Arledge, J. 1990. Personal communication; unpublished data. New Mexico State University, Artesia.
2. Baylor, J.E. 1991. Hay Management in North America. Field Guide for Hay and Silage Management in North America. National Feed Ingredients Association. p. 13-32.
3. Baron, V.S. and G.G. Greer. 1988. Comparison of six commercial hay preservatives under simulated storage conditions. *Can. J. Anim. Sci.* 68:1195-1207.
4. Bolsen, K.K., B.E. Brent and J.T. Dickerson. 1991. Hay and silage in the 1900s. Field Guide for Hay and Silage Management in North America. National Feed Ingredients Association. p. 1-12.
5. Collins, M. 1990. Composition and yields of alfalfa fresh forage, field cured hay, and pressed forage. *Agron. J.* 82:91-95.
6. Friesen, O. 1978. Evaluation of hay and forage harvesting method. *Proc. Int. Grain and Forage Harvesting Conf.* Ames, Iowa. Amer. Sox. Agric. Eng. Publication. 78:317.
7. Holland, C., W. Kezar and Z. Quade. 1990. Pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International Inc: pp. 1-55.
8. Jones L. 1979. The effect of stage of growth on the rate of drying of cut grass at 20℃. *Grass and Forage Sci.* 34:139-144.
9. Kalu, B.A., G.W. Fick and P.J. Van Soest. 1988. Agronomic factors in evaluating forage crops. I. Predicting quality measures of crude protein and digestibility from crop leafiness. *J. Agron. Crop Sci.* 161:135-142.
10. Kalu, B.A., G.W. Fick and P.J. Van Soest. 1990. Agronomic factors in evaluating forage crops. II. Predicting fiber components (NDF, ADF, ADL) from crop leafiness. *J. Agron. Crop Sci.* 161:135-142.
11. Pitt, R.E., R.E. Muck and N.B. Pickering. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Sci.* 46:301-312.
12. Rotz, C.A. and R.E. Muck. 1994. Changes in quality during harvest and storage. p. 828-865. *In* George C. Fahey, Jr., et al. (edit) Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI.
13. Thorlacius, S.O. and J.A. Robertson. 1984. Effectiveness of anhydrous ammonia as a preservative for high moisture hay. *Can. J. Anim. Sci.* 64:867.
14. Van Soest, P.J. 1965. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. *AOAC.* 48:785-790.
15. Van Soest, P.J. 1970. The chemical basis for the nutritive evaluation of forages. U1-U19. *In* R.F. Barns, D.C. Clanton, C.H. Gordon, T.J. Klopffstein and D.R. Waldo(ed) *Proc. Natl. Conf. Forage Qual. Eval. Util.* Lincoln, NE. 3-4 Sept. 1969, Nebraska center for continuing education, Lincoln.
16. White, D.J. 1979. Support energy use in forage

conservation. *In* Thomas C. (ed.) Proceeding of a Conference on Forage conservation in the 80's. Occasional symposium No. 11. British Grassland Society. Berkshire. UK. pp. 33-45.

17. Zimmer, E. 1983. Advances in fodder conservation. *In* Chemistry and World Food Supplies: The New Frontiers Chimdrawn II. Pergamon Press, 237-247.