韓草誌 (J. Korean Grassl. Sci.) 18(2) : 89~94, 1998

Alfalfa와 호밀에 있어서 속성 건초조제를 위한 건조제 처리효과

서 성 · 김종근 · 정의수 · 강우성 · 양종성

Effect of Chemical Drying Agents on the Field Drying Rate of Alfalfa and Rye Hay

Sung Seo, Jong-Geun Kim, Eui-Soo Chung, Woo-Sung Kang and Jong-Sung Yang

Summary

A field experiment was carried out to determine the effects of chemical drying agents at mowing on the field drying rate of alfalfa (cv. Vernal) and rye (cv. Koolgrazer) for hastening hay manufacture. In alfalfa; chemicals (K_2CO_3 2%, K_2CO_3 3%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2%, K_2CO_3 2% + Na_2CO_3 1%, only water spray and control) were treated at early bloom stage in 1995. Chemicals (K_2CO_3 2%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2% and control) were applicated at different harvest stages (early heading, heading and bloom) in rye, 1996.

The drying rate of alfalfa by K_2CO_3 treatment among chemicals was higher than control, and the duration of field dry was shortened by one day with K_2CO_3 application, but there was no difference in drying efficiency between K_2CO_3 2% and K_2CO_3 3%. In rye, however, no moisture reduction by chemicals was observed. The days required for field dry were 6, 4, and 3 days at warly heading, heading and bloom stage respectively; regardless of chemical drying agents and control.

The nutritive value of rye hay with chemicals at baling was very slightly higher than control, but there was no significant difference. Also, no difference of hay quality was found among drying agents. In conclusion, K_2CO_3 can enhance the field drying rate of alfalfa hay, but the drying efficiency was not high, particularly in rye hay. Harvesting at early heading to heading stage was desirable for manufacture of high quality rye hay.

Ⅰ. 서 론

저장 조사료로서 건초는 오랜 옛날부터 사일리지와 더불어 겨울기간 가축의 생산능력을 유지시키는데 큰 기여를 하여 왔다. 건초는 가장 쉽고 단순한 사초의 저장방법으로 관행에 의한 건초조제시 4~6일 정도 소요되는 것이 보통이다. 일반적인 건초조제시 손실률은 식물호흡 2~15%, 강우 8~20%, 수확, 집초, 반전, 곤포조제 등 기계적 손실 7~31% 등으로 양질 건초조제를 위해서는 재료의 적기수확과 함께 포장건조 시간의 단축 및 강우배제가 가장 중요한 요인으로 지적되어 왔다(Verma 등, 1986; Collins, 1990; Pitt, 1991; Rotz, 1995).

포장상태에서 건조 효율을 높이기 위해서는 Mower conditioning이나 건조제 살포, 또는 수확 후 반전작업 등이 많이 이용되고 있으며, Mower conditioner가 줄기를 압쇄하여 건조속도를 높이는 물리적인 방법이라면 건조제는 식물체의 큐틴층을 파괴시켜 수분 증발을 촉진시키는 화학적인 방법이라고 할 수 있다(Tullberger와 Angus, 1978; Pitt, 1991).

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

건조제로 많이 이용되고 있는 화학제로는 K_2CO_3 Na_2CO_3, $CaCO_3$ 등으로 포장 건조기간을 1~2일 단축시킬 수 있으며 강우와 식물호흡에 의한 건물 및 양분 손실 방지에도 유리하고(Pitt, 1991), 또 Conditioner 사용으로 포장상태에서의 건조시간을 50% 내외까지 단축시키는 것이 가능하다(Rotz와 Davis, 1986; Verma 등, 1986). 그러나 이러한 건조효율은 기상조건, 생초수량, 줄기의 비율, 예건방법, 토양수분 및 예취시기 등에 따라 달라지며(Itokawa 등, 1996), 이외에도 건조조건에 노출된 줄기의 비율에 따라서도 달라져 초종별로는 tall fescue가 ryegrass나 timothy에 비해 건조속도가 빠르다고 한다(Jones와 Prickett, 1981).

한편 고품질의 건초를 만들기 위해서는 수확시기를 다소 당기는 것이 바람직한데, 이때 수분이 많은 재료의 물리적 또는 화학적 방법에 의한 속성건조는 필수적이라고 할 수 있다(Baylor, 1991). 본 시험은 이러한 관점에서 우리나라에서 아직 체계화되어 있지 않은 속성건조에 의한 양질의 건초조제 기술을 확립코자 건조제 처리에 따른 알팔파와 호밀의 건조효과와 건조품질을 비교 분석하여 화학건조제의 종류별 속성 건초조제 효과를 구명하고자 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 봄철 1번초 알팔파(Vernal)와 호밀(Koolgrazer)을 공시재료로 하여, 알팔파(시험 1)는 개화초기(6월 9일)에 건조제(K_2CO_3 2%, K_2CO_3 3%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2%, K_2CO_3 2% + Na_2CO_3 1%, 물만 분무한 구 및 대조구)를 달리하여 1995년도에, 호밀(시험 2)은 건초 조제시기(출수초기, 출수기, 개화기)별로 건조제(K_2CO_3 2%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2% 및 대조구)를 달리하여 1996년도에 각각 수원 축산기술연구소에서 수행되었다. 건조제 처리는 ha당 물 350ℓ에 건조제 7kg (2% 용액) 및 10.5kg (3% 용액)을 각 혼합하여 수확시 분무기로 골고로 살포하였으며, 포장상태에서 매일 오전 12시경 뒤집어 주면서 건조하였다.

수확직후 알팔파와 호밀의 시기별 수분 함량 조사를 위해 300g 정도의 시료를 그물망에 넣고 포장에서 건조시키면서 매일 오전 12시와 오후 4시경에 시료무게를 측정하였다. 호밀은 수확시기별로 초장, 생초수량, 건물률, 건물수량 등을 조사하였으며, 포장 건조후 사료가치(조단백질, ADF, NDF, 소화율)는 NIR 분석 (NIR Systems, Inc., 1990, ISI Program)에 의해 평가하였으며, 상대사료가치(RFV)는 Holland와 Kezar(1990)의 공식에 의해 구하였다. 호밀 건초조제시 수확시기별 5일간의 기상을 살펴보면 〈표 1〉에서 보는 바와 같다.

Table 1. Meteorological data during 5 days after harvest of rye.

Harvest stage	Investigation (5 days)	Temp. (℃)			Precipitation (mm)	Relative humidity (%)	Sunshine (%)	Sunlight intensity (MJ/m^2)	Wind speed (m/s)
		Mean	Max.	Min.					
Early heading	8~12 May	14.9	21.1	10.0	0.0	72	76	17.54	2.0
Heading	14~18 May	19.0	26.6	11.7	0.0	68	59	13.85	1.0
Bloom	27~31 May	21.5	28.0	15.8	0.0	70	46	12.70	1.1

* Suwon Meteorological Station.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 건조제 종류별 알팔파의 건조효과

알팔파 건초조제시 건조제의 종류에 따른 건조효과를 비교해 보면 〈표 2〉와 같다. 전반적으로 건조제 처리 후 1~2일까지는 건조제 처리구에서 대조구에 비해 수분 감소속도가 빨라 건조제의 효과가 어느정도 인정되었으나 건조 3일과 4일째로 건조시일이 경과될수록 그 효과는 작아지는 것으로 나타났다.

건조제중에서는 K_2CO_3가 처리된 K_2CO_3 2%, K_2CO_3 3% 및 K_2CO_3 2% + Na_2CO_3 1% 구에서 건조효과가 비슷하게 높았는데 대조구에 비해 1일 정도

포장 건조기간을 단축시킬 수 있었으며, 다음이 Na_2CO_3였고 $CaCO_3$는 효과가 거의 없었다. 또 K_2CO_3 시용수준은 2%로 생각된다. 이와 관련하여 Rotz와 Thomas(1988)도 K_2CO_3가 건조제중 가장 실용적으로 널리 쓰이며 K_2CO_3와 Na_2CO_3를 섞어서 처리하면 K_2CO_3 단독 살포에 비해 경비를 적게 들이면서 비슷한 건조효과를 기대할 수 있다고 하였고, Wieghart 등 (1980)도 알팔파에서 K_2CO_3의 효과를 인정한 바 있다. 한편 물만 처리한 구에서의 알팔파 건조속도는 물을 처리하지 않은 대조구와 차이가 없었다.

Table 2. Drying efficiency of alfalfa as affected by different chemical treatment.

Treatment	Moisture content (%)								
	First day				Second		Third		Fourth
	11:00	12:00	14:00	16:00	12:00	16:00	12:00	16:00	12:00
K_2CO_3 2%	87.0	84.9	68.2	44.2	34.5	25.8	24.2	23.8	23.4
K_2CO_3 3%	87.0	85.5	68.5	43.8	33.1	25.1	23.8	23.4	23.1
Na_2CO_3 2%	87.0	86.3	72.4	50.5	39.1	26.8	24.3	23.6	23.2
$CaCO_3$ 2%	87.0	86.7	74.1	55.6	46.7	32.8	28.1	26.2	25.0
K_2CO_3 2% + Na_2CO_3 1%	87.0	86.2	70.1	43.5	32.4	25.0	24.3	24.2	23.9
Only water spray	87.0	87.3	75.1	56.8	48.8	34.9	28.7	26.4	24.9
Control	87.0	87.3	75.2	57.1	49.1	35.1	29.7	27.0	25.6

* Chemical treatment and harvest : 9 June, 1995.

2. 건초 조제시기와 건조제 종류별 호밀의 건조효과

먼저 건초 조제시기에 따른 호밀의 초장과 수량을 비교해 보면 〈표 3〉, 출수초기, 출수기, 개화기로 수확이 늦어질수록 초장은 길어지고 건물률은 높아져 건물수량은 유의적으로 증가하고 있다($P<0.05$).

Table 3. Plant height, dry matter (DM) percentage and DM yield of rye as affected by harvest stage.

Harvest stage	Harvest date	Plant height (cm)	Fresh yield (kg/ha)	DM (%)	DM yield (kg/ha)
Early heading	8 May	91	34,270	13.2	4,503
Heading	14 May	109	37,850	16.9	6,371
Bloom	27 May	159	28,950	25.8	7,458
LSD (0.05)			2,811		730

건초 조제시기별 건조제 종류에 따른 건초효과는 〈표 4〉에서 보는 바와 같다. 수확직후 수분 함량은 출수초기가 평균 83.3%, 출수기 79.8%, 개화기 69.7%였으며, 건초 조제시기와 건조제의 종류에 관계없이 건조제 처리효과는 매우 낮았고, 특히 Na_2CO_3와 $CaCO_3$의 건조효과는 거의 없는 것으로 나타났다.

일반적으로 곤포조제에 적합한 재료의 수분 함량을 18~20% 이하로 볼 때 (Baylor, 1991; Pitt, 1991), 본 시험에서는 K_2CO_3 등 건조제의 처리에도 불구하고 포장상태에서 건조 소요기간은 출수초기 수확시 6일, 출수기는 4일 이상, 개화기는 3일 이상으로 대조구와 비교시 건조제 처리에 의한 속성건조 효과는 인정되지 않았다.

건조제는 식물체 잎의 왁스층 파괴에 의해 건조시

간을 단축시키며(Harris, 1978; Tullberger와 Angus, 1978) 이들 건조제의 정확한 생리기전에 대해서는 아직 불분명한 점이 많으나 K_2CO_3가 가장 널리 이용되고 있는데(Rotz와 Thomas, 1988), 이와 관련하여 West 등 (1989)은 건조효과는 여러가지 요인에 의해 영향을 받으므로 일관된 결과를 기대하기는 어렵다고 지적한 바 있다.

이와 함께 Rotz와 Davis(1986)는 1차 수확시에는 생산량이 많아 예건열이 무겁고 두터워 건조제 처리 효과는 다소 낮으며 2차 수확시부터 효과가 있었다고 하여, 본 시험에서 1차 호밀 생산량(생초기준 28.9~37.8톤/ha)을 기준할 때 화학 건조제 처리로 건조효과를 기대하는 것은 무리가 있었을 것으로 추정된다.

Table 4. Dry efficiency of rye as affected by different harvest stage and chemical treatment.

Harvest stage	Chemicals	Moisture content (%)										
		At harvest	First day		Second		Third		Fourth		Fifth	Sixth
			12:00	16:00	12:00	16:00	12:00	16:00	12:00	16:00	16:00	16:00
Early heading	K_2CO_3	83.1	80.7	78.2	74.0	69.6	–	56.7	–	42.6	27.9	20.5
	Na_2CO_3	83.4	80.9	78.9	75.4	71.3	–	61.0	–	49.8	31.5	22.3
	$CaCO_3$	83.6	80.8	78.4	74.4	70.4	–	56.9	–	44.8	29.0	21.1
	Control	83.1	81.0	79.0	75.7	72.6	–	63.0	–	53.9	33.6	23.4
	Mean	83.3	80.9	78.6	74.9	71.0	–	59.4	–	47.8	30.5	21.8
Heading	K_2CO_3	79.7	77.4	68.2	57.6	52.3	46.0	31.5	–	22.3		
	Na_2CO_3	80.2	77.7	70.6	62.3	57.2	51.8	34.4	–	23.8		
	$CaCO_3$	79.9	77.7	69.6	61.5	56.1	51.1	34.0	–	23.6		
	Control	79.3	77.3	69.6	59.7	58.1	52.8	34.9	–	24.1		
	Mean	79.8	77.5	69.5	60.3	55.9	50.4	33.7	–	23.4		
Bloom	K_2CO_3	70.7	60.2	52.8	44.0	37.9	31.0	22.1				
	Na_2CO_3	68.5	60.5	53.7	44.5	38.6	30.8	22.0				
	$CaCO_3$	70.0	60.5	53.7	46.0	39.6	33.8	23.5				
	Control	69.7	60.9	53.6	46.5	41.7	35.0	24.1				
	Mean	69.7	60.5	53.5	45.2	39.4	32.6	22.9				

3. 건초 조제시기와 건조제 종류별 호밀건초의 사료가치

출수초기, 출수기, 개화기 등 건초조제 시기별 호밀의 사료가치는〈표 5〉 수확이 늦어질수록 낮아져 조단백질 함량은 21.8%에서 13.1%로 감소, ADF 함량은 31.5%에서 42.5%로 증가, NDF 함량은 52.4%에서 65.2%로 증가, 소화율은 64.4%에서 55.8%로 감소하고 있으며, 상대사료가치 (RFV)도 출수초기 114에서 출수기 105, 개화기 80으로 크게 낮아지고 있다. 따라서 건초조제를 위한 호밀의 수확적기는 늦어도 출수기이며 이보다 수확시기가 더 늦어질 경우 고품질의 건초조제는 어려울 것으로 보인다.

한편 곤포시 건초 조제시기와 건조제 종류에 따른 호밀건초의 사료가치를 비교해 보면〈표 6〉과 같다. 전반적으로 사료가치는 출수초기, 출수기, 개화기의 수확시기에 관계없이 수확당시〈표 5〉에 비해 낮았으며 수확시기가 늦어질수록 사료가치는 현저히 떨어지고 있다.

또 K_2CO_3, Na_2CO_3, $CaCO_3$ 등 건조제 종류별 사료가치 차이는 없는 것으로 나타났는데, 건조제 처리시 대조구에 비해 조단백질 함량, 소화율 및 상대 사료가치가 다소 높은 경향을 보였으나 그 차이는 미미하였다.

이와 관련하여 Zimmer 등 (1991)은 K_2CO_3와 $CaCO_3$ 처리로 소화율이 개선되지 못하고 산유량의

Table 5. Nutritive value of rye at mowing as affected by harvest stage.

Harvest stage	DM basis (%)				Relative feed value (RFV)
	Crude protein	ADF	NDF	Digestibility	
Early heading	21.8	31.5	52.4	64.4	114
Heading	19.5	33.1	55.8	63.1	105
Bloom	13.1	42.5	65.2	55.8	80

Table 6. Nutritive value of rye hay at baling as affected by different harvest stage and chemical treatment.

Harvest stage	Chemicals	Dry matter basis (%)				Relative feed value
		Crude Protein	ADF	NDF	Digestibility	
Early heading	K_2CO_3	16.7	32.9	56.3	63.3	104
	Na_2CO_3	16.3	32.7	56.0	63.4	105
	$CaCO_3$	17.2	32.1	55.1	63.9	108
	Control	15.7	34.2	55.9	62.3	103
	Mean	16.5	33.0	55.8	63.2	105
Heading	K_2CO_3	11.1	38.5	62.3	58.9	88
	Na_2CO_3	10.9	39.6	62.8	58.1	86
	$CaCO_3$	11.4	38.9	63.0	58.6	86
	Control	8.7	40.8	64.9	57.1	82
	Mean	10.5	39.5	63.3	58.2	86
Bloom	K_2CO_3	6.2	49.0	77.4	50.7	61
	Na_2CO_3	6.7	47.3	75.6	52.1	64
	$CaCO_3$	7.0	48.2	76.9	51.4	62
	Control	5.8	49.2	78.1	50.6	60
	Mean	6.4	48.4	77.0	51.2	62

증가도 없었다고 하였으며, 우리나라에서 봄 연맥으로 시험한 한과 김(1996)도 건조제 처리에 따른 건초의 사료가치 차이는 없었다고 보고하여 본 시험의 결과와 같은 경향이었다. 한편 Hong 등 (1988)은 K_2CO_3 처리로 ADF 함량의 감소를 보고한 바 있으며, Pitt(1991)도 건조촉진에 의해 건조기간이 단축되는 만큼 호흡에 의한 영양소나 에너지 손실이 줄어들고 또한 강우에 의한 손실 우려도 감소되어 궁긍적으로 사료가치의 개선효과가 있음을 발표한 바 있어 이에 대해서는 추후검토가 요망되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 알팔파에서 K_2CO_3 건조제 처리로 건조기간을 1일정도 단축시킬 수 있었으나 전반적인 건조제 처리효과는 낮았으며, 특히 호밀에서는 건조제의 처리효과가 거의 없어 건초조제시 건조제 처리는 실용화하기에 어려울 것으로 판단된다. 아우러 우리나라에서 건초는 봄철 1번초 위주로 생산되는데 이때 사초는 수확량이 많아 예건열이 크고 두터워 건조제 처리에도 불구하고 줄기의 건조효과가 매우 낮았을 것으로 추정되며(Rotz와 Davis, 1986), 건조제 처리 외에 다른 방법으로 포장상태에서 건조기간을 단축시킬 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 생각된다. 한편 양질의 호밀 건초 조제를 위해서는 출수초기~출수기 수확이 바람직하였다.

Ⅳ. 적 요

본 시험은 건조제 처리에 의한 속성건조로 건조효

과와 건초 품질을 높이고자 알팔파(cv. Vernal)와 호밀(cv. Koolgrazer)을 공시재료로 하여 알팔파는 개화초기에 건조제 (K_2CO_3 2%, K_2CO_3 3%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2%, K_2CO_3 2% + Na_2CO_3 1%, 물만 처리한 구 및 대조구)를 달리하여 1995년도에, 호밀은 건초 조제시기(출수초기, 출수기, 개화기)와 건조제 (K_2CO_3 2%, Na_2CO_3 2%, $CaCO_3$ 2% 및 대조구)를 달리하여 1996년도에 각각 수원 축산기술연구소에서 수행되었다. 건조제 처리는 수확시 소형 분무기로 골고루 분무하였으며, 시기별 식물체의 수분 함량은 포장상태에서 그물망을 이용 조사하였고, 건조 후 시료를 분석, 사료가치를 평가하였다.

알팔파에 있어서 K_2CO_3 처리구에서 대조구에 비해 1일정도 포장건조기간 단축효과가 있었으며, K_2CO_3 2%구와 3% 처리구간 건조효과 차이는 없었다. 그러나 호밀의 경우 건조제 처리에도 불구하고 포장건조 소요기간은 출수초기 6일, 출수기 4일, 개화기 3일 정도로 대조구와 차이없이 건조효과는 인정되지 않았다.

호밀에 있어서 출수초기, 출수기, 개화기로 수확이 늦어질수록 건물수량은 증가하였고 건물률은 높아졌으나 사료가치는 크게 낮아졌다. 포장건조 후 곤포시 호밀 건초의 사료가치(조단백질, 소화율 ADF, NDF 등)는 건조제 처리구에서 대조구에 비해 약간 높은 경향을 보였으나 그 차이는 미미하였고, 건조제 종류별 사료가치 차이는 인정되지 않았다.

결론적으로 속성 건초조제를 위한 건조제로는 K_2CO_3가 효과가 있었으나 알팔파와 호밀에 있어서 전반적인 건조제 처리효과는 낮아 실용화하기에는 어려울 것으로 추정되며, 양질의 호밀 건초조제를 위해서는 출수초기~출수기 수확이 바람직하였다.

V. 인 용 문 헌

1. Baylor, J.E. 1991. Hay management in North America. In Field guide for hay and silage management. Bolsen, K.K., J.E. Baylor, and M.E. McCullough. 1991. National Feed Ingredients Association.
2. Collins, M. 1990. Composition and yields of alfalfa fresh forage, field cured hay, and pressed forage. Agron. J. 82:91~95.
3. Harris, C.E. 1978. The effect of organic phosphates on the drying rate of grass leaves and dry-matter losses during drying. J. Agric. Sci. 91:185~189.
4. Holland, C., and W. Kezar. 1990. Pioneer forage manual : A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc. pp. 1~55.
5. Hong, B.J., G.A. Broderick, and R.P. Walgenbach. 1988. Effect of chemical composition of alfalfa on drying rate and nutrient digestion in ruminants. J. Dairy Sci. 71:1851~1859.
6. Itokawa, N., Y. Honda, and T. Baba. 1996. Field drying characteristics of grasses and prediction of drying process. J. Japan. Grassl. Sci. 41(4):336~344.
7. Jones, L., and J. Prickett. 1981. The rate of water loss from cut grass of different species dried at 20℃. Grass and Forage Sci. 36:17~23.
8. Pitt, R.E. 1991. Hay preservation and hay additive products. In Field guide for hay and silage management. Bolsen, K.K., J.E. Baylor, and M.F. McCullough. 1991. National Feed Ingredients Association.
9. Rotz., C.A. 1995. Field curing of forages. In Post-harvest physiology and preservation of forages. K.J. Moore, and M.A. Peterson. 1995. CSSA Special Pub. 22.
10. Rotz, C.A., and R.J. Davis. 1986. Drying and field losses of alfalfa as influenced by mechanical and chemical conditioning. Proc. of the Forage and Grassland Conf. 157~161. AFGC. Lexington, KY.
11. Rotz, C.A., and J.W. Thomas. 1988. A comparison of chemicals to increase alfalfa drying rate. Appl. Eng. Agric. 4:8~12.
12. Tullberger, N.J., and D.E. Angus. 1978. The effect of potassium carbonate solution on the drying of lucerne. J. Agric. Sci. 91:551~556.
13. Verma, L.R., M.T. Chung, and L.A. Jacobsen. 1986. Effects of conditioning on drying of forages. Proc. of the Forage and Grassland Confer. AFGC. Lexington, KY., USA.
14. West, J.W., Jr. J.C. Jhonson, and J.L. Butler. 1989. Effect of hay drying agent on drying rate and quality of alfalfa hay in a humid region. Appl. Agric. Res. V. 4(2):90~95.
15. Wieghart, M., J.W.. Thomas, and M.B. Tesar. 1980. Hastening drying rate of cut alfalfa with chemical treatment. J. Anim. Sci. 51:1~9.
16. Zimmer, C.J., A.J. Heinrichs, C.J. Canale, and G.A. Varga. 1991. Chemical drying agents for alfalfa hay: Effect on nutrient digesbility and lactational performance. J. Dairy Sci. 74:2674~2680.
17. 한건준, 김동암. 1996. 품종, 수확시기 및 건조제 처리가 춘계수확 연맥건초의 사료가치에 미치는 영향. 한초지 16(2):161~168.