

컨디셔닝 방법 및 반전횟수가 이탈리아 라이그라스 건초의 건조 및 품질에 미치는 영향

박형수* · 김지혜 · 서 성 · 정종성 · 이상학 · 이기원 · 최기준
농촌진흥청 국립축산과학원

Effect of Conditioning Methods and Tedding Frequency on the Drying Rate and Quality in Italian Ryegrass Hay

Hyung Soo Park*, Ji Hye Kim, Sung Seo, Jong Sung Jung, Sang Hack Lee, Ki Won Lee, Gi Jun Choi

National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

ABSTRACT

A field experiment was carried out to determine the effects of conditioning methods and tedding frequency on the drying rate and quality of Italian ryegrass hay. Italian ryegrass was cut with three types of mower conditioners (un conditioned, impeller, roller) and tedded with rake-tedder once or twice daily during field curing. The field drying rate of Italian ryegrass hay was the highest in roller conditioner. Conditioning treatment shorten the date from 1 to 1.5 compare with unconditioned. Drying rate of Italian ryegrass plant had been affected by tedding frequency within 3 days after it was cut, but it was ineffective after 3 days. There is no effect on acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) but effect crude protein (CP) and relative feed value (RFV) by conditioning treatment in nutritive value of Italian ryegrass hay

(Key words : Hay, Italian ryegrass, Conditioning, Tedding)

서 론

건초는 조사료의 가장 기본적이며 경제적인 저장형태로 초식가축의 사양체계에서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 특히 가축의 성장효과와 어린 송아지의 반추위 용적을 크게 하여주고, 비타민 D 공급원으로서 매우 중요한 역할을 하고 있다.

하지만 우리나라에서 건초생산은 수확시기에 잦은 강우로 인해 안정적인 건초생산이

어려워 대부분 수입에 의존하고 있으며 특히 국내 수입 조사료 (10, 906천 톤) 중 90%가 건초 형태로 수입되어지고 있는 실정이다. 따라서 국내산 조사료의 이용확대와 산업화를 위해 국내 기후환경에 적합한 건초조제 기술의 확립이 필요하다.

양질 건초조제의 핵심기술은 양분손실을 최소화하고 저장기간 중 부패균의 증식을 억제하기 위해 식물체의 수분함량을 12~20%까지 신속하게 낮추는 것으로 포장에서 수확

Corresponding author : Hyung Soo Park, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea. Tel: +82-41-580-6753, E-mail: anpark69@korea.kr

2013년 8월 26일 투고, 2013년 9월 10일 심사완료, 2013년 9월 20일 게재확정

직후 건조속도를 높이기 위해 컨디셔닝(conditioning)이나 건조 촉진제 살포, 또는 수확 후 뒤집기 등이 많이 이용되어진다(Pitt, 1991).

컨디셔닝은 줄기나 잎을 압쇄하거나 상처를 주어 건조 속도를 높이는 물리적인 방법이며, 건조 촉진제는 식물체의 큐티클층을 파괴시켜 수분 증발을 촉진시키는 화학적인 방법이다(Tullberge and Angus, 1978; Pitt, 1991). 컨디셔닝은 포장에서 건조시간을 50% 내외까지 단축시키는 것이 가능하다고 하였으며(Rotz and Davis, 1986; Verma et al., 1986) 건조 촉진제는 K_2CO_3 가 가장 효과가 높아 많이 이용되고 있으나(Pitt, 1991; Seo et al., 1998), 건조효과에 대한 부정적인 견해도 많다(Han and Kim, 1996; Seo et al., 1998).

건조 조제 과정 중 뒤집기(Tedding) 작업은 예취된 조사료가 태양 에너지를 효율적으로 이용하여 신속하게 건조할 수 있도록 골고루 펼쳐주고 뒤집어 주는 것으로 너무 빈번한 뒤집기는 잎이나 줄기의 탈락을 일으켜 결국 양분손실을 초래할 수 있다고 하였다(Savoie, 1988).

따라서 본 시험은 국내의 건조조제에 불량한 기후조건에서 안정적인 건조조제기술을 확립하고 포장에서 건조를 촉진할 수 있는 컨디셔닝 처리와 반전횟수가 이탈리아 라이그라스 건조의 수분함량 감소와 품질에 미치는 영향을 규명하기위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 시험은 이탈리아 라이그라스의 조생품 종인 코윈어리를 공시하여 충남 성환 국립축산과학원 사료작물포에서 2013년도 봄에 실시하였다. 이탈리아 라이그라스는 2012년 10월 4일에 40 kg/ha의 파종량으로 조파하였으며, 시비량은 질소 140, 인산 150, 칼리 150 kg/ha를 시용하였으며 질소는 기비로 30%로 이른 봄철 추비로 70%를 분시 하였다.

식물체의 건조촉진을 위해 주구는 컨디셔닝 방법별로 무 처리, 로올러(압착형) 타입, 임펠러(타격형) 타입의 3처리를 두고, 세구는 반전을 하루에 1회(오전 9시), 2회(오전 9시, 오후 3시) 하는 분할구 배치법으로 수행하였다. 수확한 목초의 포장건조는 수확 당일인 5월 20일부터 5월 24일까지 5일간 실시하였다. 이탈리아 라이그라스의 건조 중 수분함량 변화를 조사하기 위하여 통기성 및 광 투과성이 우수한 10 mesh의 그물망에 이탈리아 라이그라스 시료 약 500 g을 포장건조 조건과 같도록 넣은 후 포장에서 건조하고 반전하여 매일 오전 9시, 오후 2시와 5시에 시료의 중량을 측정하였다.

건조가 완료된 시료의 조단백질 함량은 AOAC (1990)법에 의거하여 켈달장치(KjeltecTM 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고 NDF 및 ADF 함량은 Goering 및 Van soest (1970)법에서 사용되어지는 시약을 이용하여 Ankom fiber analyzer (Ankom technology, 2005a; 2005b)로 분석하였다. RFV(relative feed value)의 산출은 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF와 NDF 분석치에 의한 계산식으로 산출하였다(Holland et al., 1990).

통계분석은 SAS Enterprise Guide (ver. 9.2)를 이용하였으며 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소 유의차(LSD)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 시험기간 기상상황 및 수확 시 건물수량

시험기간 동안 충남 성환지역의 기상상황은 Fig. 1에서 보는바와 같이 대체로 맑았으나 24일 오전에 진한 연무로 포장이 약간 젖을 정도의 강수량을 보였으며 일조시간은 수확 당일인 5월 20일과 22일에 각각 5.2와 7.3

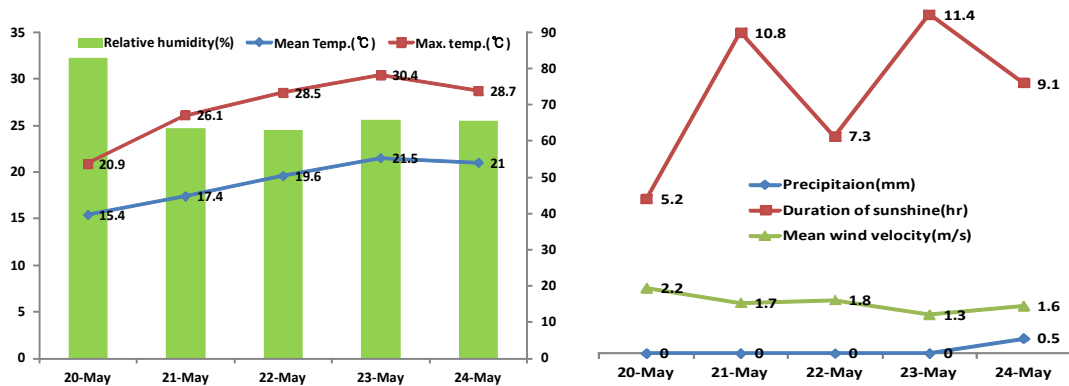


Fig. 1. Meteorological data during 5 days after harvest of Italian ryegrass.

시간으로 시험기간 중 가장 낮은 일조시간을 나타내었다.

건초조제를 위한 이탈리아 라이그라스 수확은 2013년 5월 20일에 실시하였으며 생육 특성과 건물수량은 Table 1에서 보는바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 초장은 97.7 cm로 출수가 시작되는 시기로 건물률이 11.72%로 비교적 낮게 나타났으며 건물수량은 9,183 kg/ha로 나타났다.

포장에서 고품질의 건초를 조제하기 위해서는 조제기간 동안 기상상황이 가장 크게 영향을 미치며, 이 밖에 초종, 풀 생산량, 생육 시기, 토양수분 등에 따라 건조효율이 달라진다고 하였다 (Itokawa et al., 1996).

2. 컨디셔닝 방법 및 반전횟수에 따른 건조효과

컨디셔닝 방법 및 반전횟수가 이탈리아 라이그라스의 건조효과에 미치는 영향은 Table 1에서 보는바와 같다. 포장에서 건조촉진을 위해서 식물체의 조직을 상처를 주거나 압

쇄하는 물리적 컨디셔닝 처리가 많이 이용되는데, 컨디셔너의 종류는 식물체를 타격하여 식물체 조직에 상처를 주는 임펠러형과 식물체를 압쇄하는 로울러형이 많이 이용되고 있다.

Pitt (1991)은 포장상태에서 안정적인 건초를 조제하기 위해서는 건초의 수분 함량이 20% 이하로 유지되어야 장기 저장과 미생물 생육 억제에 유리하다고 하였다. 이탈리아 라이그라스 건초의 수분함량이 20% 이하로 감소하기까지 소요되는 일수는 컨디셔너의 종류에 따라 차이가 나타났다 ($P < 0.05$).

컨디셔닝 처리를 하지 않은 무 처리구에서는 5일째 (17:00)에 15.6%까지 감소하였으며, 임펠러처리 4일째 (17:00)에 16.6%로 감소하였고, 로울러처리 4일째 (13:00)에 17.5%로 감소하였다. 따라서 포장 조건에서 수확 후 임펠러 및 로울러 컨디셔너를 이용함으로써 컨디셔너를 이용하지 않았을 때 보다 1일 정도 건조기간을 단축시킬 수 있는 것으로 나타났다.

Seo et al. (1998)은 5월에 혼파목초의 건초 조제시 컨디셔닝 처리를 통해 무 처리에 비

Table 1. Plant height, dry matter (DM) percentage and DM yield of Italian ryegrass.

Harvest date	Harvest stage	Plant height (cm)	Fresh yield (kg/ha)	DM (%)	DM yield (kg/ha)
20 May	Heading	97.7	78,333	11.72	9,183

해 2일까지 포장 건조기간을 단축시킬 수 있다고 하였으며 Jung et al.(1998)은 10월에 연맥의 건조 조제시 컨디셔닝 처리효과가 무처리에 비해 2일정도 건조기간을 단축시킬 수 있었으나 절대수분함량(20% 이하)이 높아 가을철 연맥건조 조제는 어렵다고 보고하였다.

반전 횟수에 따른 이탈리아 라이그라스의 수분함량 감소효과는 반전 횟수가 증가할수록 수분함량의 감소효과가 크게 나타났다(P<0.05). 건조기간 중 반전효과는 수확 후 3 일째까지 효과가 크게 나타났으며 3일 이후에는 반전효과가 나타나지 않았다.

Han and Kim(1996)은 가을에 연맥건조 조제시 1일 3회 반전이 1회 반전에 비해 수분함량 감소에 효과가 크다고 보고하여 본 시험결과와 비슷한 결과를 보고하였으나 Kim et al.(2004)은 봄철에 일년생 콩과목초의 건조조제 시 반전횟수에 따른 수분함량 감소효과가 크게 나타나지 않는다고 보고하였다.

이런 반전 횟수에 대한 상반된 결과들은 건조 조제기간 동안의 기상 상황과 초종, 수확시 수분함량 및 생산수량에 따라 다르게 나타나는 것으로 생각되어진다.

3. 건조의 품질

이탈리안 라이그라스의 컨디셔닝 방법과 반전횟수에 따른 건조의 품질은 Table 3에서 보는 바와 같다. ADF와 NDF 함량은 컨디셔닝 방법과 반전횟수에 따라서 큰 차이를 보이지 않았으며 컨디셔닝 처리를 하지 않은 무 처리에서 각각 ADF 32.9%, NDF 55.0%로 낮은 경향을 보였다. 하지만 Seo et al(2001)은 봄철에 알팔파와 연맥 건조조제시 컨디셔닝 처리구에서 ADF와 NDF 함량이 다소 낮아지는 경향을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향을 보였다.

조단백질 (CP) 함량은 컨디셔닝 무 처리에

Table 2. Effect of conditioning type and tedding frequency on water loss of Italian ryegrass during field curing.

Conditioning type	Tedding frequency (Times)	Moisture content (%)									
		1st day		2nd		3rd		4th		5th	
		13:00	17:00	13:00	17:00	13:00	17:00	13:00	17:00	13:00	17:00
Unconditioned	1	84.6	82.3	77.9	76.3	67.9	57.6	30.5	22.8	39.6	16.2
	2	81.2	78.4	74.0	69.4	57.9	52.0	34.4	26.4	39.5	14.9
Impeller	1	84.9	82.1	76.2	72.0	57.0	45.6	27.0	16.6	32.8	11.7
	2	82.5	78.4	68.9	64.5	46.4	34.9	23.8	16.2	33.9	10.9
Roller	1	84.3	77.7	72.5	66.0	51.1	42.1	19.0	13.2	41.3	10.1
	2	80.2	76.9	63.5	53.4	35.4	24.4	16.6	7.7	35.3	6.5
Mean of conditioning											
Unconditioned		82.9	80.4	76.0	72.8	62.9	54.8	32.5	24.6	39.5	15.6
Impeller		83.7	80.6	72.6	68.2	51.7	40.3	25.4	16.4	33.4	11.3
Roller		82.3	77.3	68.0	59.7	43.3	33.3	17.5	10.5	38.3	8.2
Mean of tedding frequency											
1		84.6	80.6	75.6	71.4	58.7	48.5	25.5	17.5	37.9	12.7
2		81.3	77.9	68.8	62.5	46.6	37.1	24.7	16.8	36.2	10.8
Provability											
Conditioning (C)		0.376	0.062	0.068	0.011	0.017	0.009	0.012	0.001	0.095	0.001
Tedding frequency (T)		0.001	0.024	0.019	0.011	0.024	0.033	0.827	0.723	0.463	0.070
C × T		0.649	0.456	0.717	0.710	0.863	0.587	0.633	0.224	0.393	0.466

Table 3. Effect of conditioning type and tedding frequency on acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP) and relative feed value (RFV) of Italian ryegrass during field curing.

Conditioning type	Tedding frequency	ADF	NDF	CP	RFV
	Times % in DM		Index	
Unconditioned	1	33.4	55.0	18.8	106
	2	32.4	55.1	16.2	108
Impeller	1	34.4	56.2	16.0	102
	2	33.1	55.5	15.2	106
Roller	1	34.9	58.6	13.2	98
	2	33.8	56.9	12.5	102
Mean of conditioning					
Unconditioned		32.9	55.0	17.5	107
Impeller		33.8	55.9	15.6	104
Roller		34.4	57.7	12.8	100
Mean of tedding frequency					
1		34.2	56.6	16.0	102
2		33.1	55.8	14.6	105
Provability					
Conditioning (C)		0.173	0.052	0.001	0.039
Tedding frequency (T)		0.078	0.373	0.051	0.251
C × T		0.989	0.693	0.425	0.905

서 17.5%로 높게 나타났으며, 로올러 컨디셔닝 처리가 12.8%로 가장 낮게 나타났으며 ($P < 0.05$) 반전 횟수별로는 1일에 1회 반전이 2회 반전보다 높은 경향을 보였다. Kim et al. (2004)은 반전횟수가 증가할수록 단백질 함량의 감소가 뚜렷하게 나타나 본 연구결과와 비슷한 경향을 보였으나 Han and Kim (1996)은 가을철 연맥 건조조제 시 반전 횟수 간 차이가 크게 나타나지 않는다고 보고하였다.

ADF와 NDF 함량을 근거로 추정 계산한 상대 사료가치 (RFV)는 컨디셔닝 무 처리에서 107로 가장 높게 나타났으며 ($P < 0.05$) 반전 횟수에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다.

포장조건에서 건조 조제시 컨디셔닝 처리와 반전 횟수에 의한 사료가치 변화에 대한 많은 연구결과들이 다양하게 나타났는데 이는 건조조제 시기, 초종, 건조 기간의 차이가 사료가치에 미치는 영향이 더 큰 것으로 판

단된다.

결 론

봄철 포장조건에서 이탈리아 라이그라스를 수확하여 건조를 조제할 경우 컨디셔닝 처리와 반전이 재료의 수분증발을 촉진함으로써 건조기간을 단축시키는 것으로 나타났다. 특히 컨디셔닝 처리 중 로올러 형태가 임펠러 형태보다 건조속도가 약간 빠른 것으로 나타났으며 컨디셔닝 무 처리보다 건조기간을 1~2일 정도 단축시킬 수 있었다. 반전횟수는 1일에 1회 이상 반전해주는 것이 유리하였으며 수량이 많거나 기상 상황이 좋을 경우 수확 후 2일 이내에는 1일에 2회로 반전횟수를 늘려주는 것도 건조 기간을 단축시킬 수 있는 방법으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구개발과제 이탈리안라이그라스 (IRG)의 건조, 헤일리지 조제 기술 개발 (PJ008595) 연구에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. <http://www.ankom.com/09_procedures/procedures2.shtml> (retrieved 2005, 05, 08).
2. ANKOM Technology. 2005b. Method for determining acid detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. <http://www.ankom.com/09_procedures/procedures1.shtml> (retrieved 2005, 05, 08).
3. AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. Agric. Handb. 379. US Department of Agriculture, Washington, DC.
5. Han K.J., Kim, D.A., 1996. Effect of cultivar, harvest date and drying method on the quality of spring harvest oat hay. J. Korean Grassl. Sci. 16(2), 161-168.
6. Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred Int. Inc., Des Moines, IA.
7. Itokawa, N., Honda, Y., Baba, T., 1996. Field drying characteristics of grasses and prediction of drying process. J. JPN. Grassl. Sci. 41(4), 336-344.
8. Jung, E.S., Seo, S., Kim, J.G., Kang, W. S., Kim, W.H., 1998. Possibility of hay manufacture of autumn oat(*Avena sativa* L.) with mower conditioner. J. Korean Grassl. Sci. 18(4), 323-328.
9. Kim, J.D., Kwon, C.H., Kim, M.G., 2004. Effect of species and tedding frequency on the quality of annual legume hay in spring. J. Anim. Sci. & Techol.(Kor.). 46 (3), 451-458.
10. Pitt, R.E., 1991. Hay preservation and hay additive products. In Field guide for hay and silage management. Bolsen, K.K., Baylor, J.E., McCullough, M.E., 1991. National Feed Ingredients Association.
11. Rotz, C.A., Davis, R.J., 1986. Drying and field losses of alfalfa as influenced by the mechanical and chemical conditioning. In: Proceedings of the Forage and Grassland Conference. AFGC. Lexington, KY., USA, 157-161.
12. Savoie, P. 1988. Hay tedding losses. Can. Agric. Eng. 30, 39-42.
13. Seo, S., Chung, E.S., Kim, J.G., Kim, W.H., Kang, W.S., Lee, H.W., 1998. Effect of mower conditioner and chemical drying agents on the field drying rate of mixed pasture plants hay. J. Korean Grassl. Sci. 17(3), 259-266.
14. Tullberg, N.J., Angus, D.E., 1978. The effect of potassium carbonate solution on the drying of lucerne. A. Agric. Sci. 91, 5551-5556.
15. Verma L.R., chung, M.T., Jacobsen, L.A., 1986. Effects of conditioning on drying of forages. In: Proceedings of the Forage and Grassland Conference. AFGC. Lexington. KY., USA.