

Research Article

컨디셔닝 및 반전이 툴 페스큐 건초의 건조율에 미치는 영향

김지혜 · 최기춘 · 김현섭 · 박형수*

국립축산과학원

Effect of Conditioner Types and Tedding Times on Drying Rate of on Tall Fescue Hay

Ji Hye Kim, Ki Choon Choi, Hyeon Seop Kim and Hyung Soo Park*

Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the effect 3 types of conditioning (Untreated, Impeller, Roller) and the number of times for tedding (rake-teder) performed in one day on the drying rate of tall fescue hay. The experiment was performed at The forage site of Cheonan-si seongwhan-cup National Institute of Animal Science. It took 3 days to make tall fescue hay. The Impeller and Roller conditioning types shortened the haymaking period by 1 day compared to untreated hay. Impeller and roller samples had less than 20% of water content by the 23rd-day at 13 o'clock. Tedding frequency failed to affect haymaking. There was no correlation between the three types of conditioning or tedding frequency and acid digestible fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), total digestible nutrients (TDF), crude protein (CP), or relative feed value (RFV) in tall fescue hay. CP was 12.5~12.9% for the three types of conditioner with 1 or 2 times of tedding a day, Therefore, conditioner types and gedding frequency had no significant effect on CP.

(Key words : Tall fescue, Conditioner, Tedding, Hay, Forage)

I. 서 론

조사료는 반추가축 사양 시 필수적으로 젖소 체중의 1.5%를 조사료로 섭취하여야 경제수명을 연장할 수 있다. 조사료의 건물 중 18% 정도가 조섬유로 구성되어 있고, 반추동물의 주 영양 공급원으로 각종 대사성 질병 예방 및 건강을 유지하는 데 필요하다. 또한 조사료는 반추위 발달 및 대사성질환 예방 등 소에게는 없어서는 안 될 중요한 사료이며, 특히 유우의 사료로서 일정 수준의 유지방을 유지하기 위해서는 반드시 급여해야 한다(Hanwoo Total Mixed Rations Understanding and Use, 2009). 우리나라 가축사육 두수가 증가하면서 고급육에 대한 관심도 높아졌다. 이에 완전 혼합사료(Total mixed rations, TMR) 급여방법도 건TMR, 습TMR 및 발효 TMR 등 다양한 형태의 TMR로 이용하고 있으며, 질적 향상을 꾀하고 있다. 건초 및 사일리지를 포함한 조사료는 TMR 배합 시 수분함량을 조절하는데 중요하게 쓰인다. 따라서 조사료의 수분함량을 일정

하게 하고, 고품질상태를 유지하는 것이 중요해졌다.

TMR산업에서 수분함량 조절제로 사용되는 건초는 수분함량의 일정성을 중시하여 대부분 수입건초로 대신하고 있는 실정이다. 따라서 사일리지 조제에 집중되어 있던 국내 조사료 분야도 양질의 저수분 조사료를 생산하는 방향으로 영역으로 확대할 필요가 있다.

양질의 건초를 만드는 데 있어 중요한 요인으로는 사료작물의 적기 수확과 함께 건초 조제시간의 단축에 영향을 주는 것으로 비가내리는 날을 피하는 것을 중요한 요인으로 보고 있다(Verma et al, 1986; Collins, 1990; Pitt, 1991; Rotz, 1995). 또한 20% 이하의 건초를 빠른 시간 내에 만들기 위해서는 컨디셔닝(Conditioning) 장비를 사용하여 예취하거나, 건조 촉진제 살포, 수확 후 뒤집기 등이 많이 이용된다(Pitt, 1991). 장비를 이용한 컨디셔닝 작업은 건조 속도를 최대 80%까지 올릴 수 있으며(Greenlees et al., 2000) 건조 속도에 영향을 미치는 요인으로 수확 후 Swath를 넓게 하는 것이 초기 건조 속도를 높이고, 전분과 당분

* Corresponding author : Hyung Soo Park, National Institute of Animal Science. Cheonan 31000, Korea. Tel : 041-580-6753, E-mail : anpark69@korea.kr

을 유지한다고 하였다(Kung et al., 2010). Swath를 넓게 하고 뒤집으려면 반전기계를 적절히 활용 할 필요가 있다. 반전(Tedding) 작업이 식물체를 골고루 뒤집어 주고 펼쳐 주어 건조시간을 당겨 주지만 너무 자주 반전 작업을 할 때 잎, 줄기 등이 탈락하여 양분의 손실을 일으킨다고 하였다(Savoie, 1988).

국내에서는 속성 양질 포밀 건조조제를 위한 수확시기별 모우어 컨디셔너 처리 효과(Chung et al., 1999), 알팔파와 호밀의 속성 건조조제를 위한 건조제 처리효과 구명(Seo et al., 1998), 수확시기별 알팔파와 봄 연맥 건조조제 효과(See et al., 2001), 품종 및 반전횟수가 추계 수확 연맥건초의 사료가치에 미치는 영향(Han and Kim, 1996) 등의 제한적인 연구가 수행되었다. Park et al. (2013)의 컨디셔닝 방법 및 반전횟수가 이탈리아 라이그라스 건초의 건조 및 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 최근에 이루어져 국내에서 건초에 대한 연구가 부진할 뿐 아니라 목초에 대한 건조 조제 연구도 더 이루어져야 한다고 판단된다.

본 연구는 국내에서 목초의 건조 생산을 위하여 컨디셔너 종류 및 반전횟수가 톨 페스큐 건조 조제 시 수분함량 변화와 조사료 품질에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 충청남도 천안시 서북구 성환읍 축산자원개발부 초지사료과 톨 페스큐 위주의 조사료 목초지 포장에서 2013년 5월 22일부터 24일까지 3일간 건조 조제 실험을 진행 하였다. 톨 페스큐 엔도파이트 프리(Endophyte free) 품종인 Jesup을 공시하여 2011년에 조성하여 관리되어 온 초지로서 관리시비는 N-P₂O₅-K₂O = 180-150-150 kg/ha로 하였다.

실험설계는 난괴법 3반복으로 하고 컨디셔너 처리 별로 임펠러, 로울러, 무처리 세 처리를 두었고, 임펠러 컨디셔

너를 반전 횟수에 따라 1회/1일(09시), 2회/1일(09시, 15시)로 두 처리를 두었다. 샘플은 약 400g씩을 취하여 10 mesh 그물망에 넣고 수확된 Swath에 동일하게 두고 반전과 건조를 진행하여 1일 3회(09시, 13시, 17시) 샘플의 중량을 측정하여 수분함량의 변화를 조사하였다.

톨페스큐 수확 후 사료가치는 ADF (acid digestible fiber), NDF (neutral detergent fiber), CP (crude protein), TDN (total digestible netrients), RFV (relative feed value)를 분석하였다. 사료가치 분석은 수분 측정이 완료된 시료를 열풍순환건조기에서 65℃로 3일 (72시간) 건조하여, Park et al. (2013)의 방법을 따라 건조가 완료된 시료의 조단백질 함량은 AOAC (1990)법에 의거하여 켈달장치 (kjeltecTM 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고 NDF 및 ADF 함량은 Goering and Van soest (1970)법에서 사용하는 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).

통계처리는 SAS Enterprise Guide 9.2 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 유의수준 5% Duncan's multiple range test로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기상상황

톨페스큐 “Jesup” 품종을 공시하여 건조조제 실증 시험을 2013년 5월 22일~24일 3일에 걸쳐 수행하였다. 3일간 구름이 없이, 평균 온도는 20.7℃였고, 23일이 21.5℃로 가장 높았고, 최고 기온 또한 23일 30.4℃로 가장 높았다. 상대습도는 3일평균 64.8%이었다. 일조시간은 23일 11.4시간으로 가장 높았고 22일 7.3시간으로 2013년 5월 평균 일조

Table 1. Meteorological date during 3days after harvest of Tall fescue in Cheonan

	22 nd May	23 rd May	24 th May	Mean
Temperature Means (°C)	19.6	21.5	21	20.7
Temperature Max (°C)	28.5	30.4	28.7	29.2
Relative humidity (%)	63	65.9	65.5	64.8
Duration of sunshine (hr)	7.3	11.4	9.1	9.27
Wind speed (m/s)	1.8	1.3	1.6	1.6
Precipitation (mm)	0	0	0	0
Surface temperature (°C)	21.5	25.2	23.8	23.5

Table 2. Growth characteristic (Plant length, Fresh-yields, Dry matter rate, Dry matter yield) of Tall fescue in cheonan, 2013

Harvest date	Plant length (cm)	Dry matter rate (%)	Dry matter yield (kg/ha)
22 nd May	82	18.21	6,701

시간 8.16 보다 3일간 평균은 9.27로 월평균 보다 높았다. 23일은 일조량, 평균온도, 최고온도, 지표면 온도 모두 높게 나타났다.

2. 건물 수량

2013년 5월 22일 오전 9시에 예취하여 수확한 톨 페스큐의 평균 초장은 82 cm로 톨 페스큐 그린마스터2호 출수기 초장 82.5 cm 보다 조금 작았고(Lee et al., 2015) 건물율은 18.21%였고, 건물수량은 6,701 kg/ha였다. 시험포장은 2011년 조성된 톨페스큐 위주 목초지로 추가 파종이 없이 유지되어 왔고, 기상상황을 고려하여 출수기가 아닌 개화 후기상태에 수확하였다.

3. 컨디셔닝 방법과 반전횟수에 따른 수분함량 변화

건조 조제 시 수분함량을 효과적으로 감소시키기 위해 물리적인 처리를 가하는데, 여기에는 예취 시 컨디셔너를 이용한다. 컨디셔너의 종류는 막대모양의 돌기가 나와 있는 타격형 Impeller형과 압착해주어 줄기에 상처를 내는 Roller형 두 가지가 있다. 롤러형 컨디셔너는 알팔파 수확용으로 추천하는데 임펠러형이 콩과류의 잎을 1~4% 손실시키기 때문이다. 하지만 건조조제 시간은 큰 차이가 없다고 한다(Greenless et al., 2000. 임펠러형 컨디셔너는 풀(grass) 용으로 발전되었으며, 잎의 손실을 덜하게 한다고 한다(Undersander, 2013).

컨디셔너 종류에 따라 수분함량 변화는 Table 3에서 보는 바와 같이 임펠러와 로울러는 유의차가 없었으나, 컨디셔닝 처리하지 않고 수확한 무처리 구는 수분함량이 컨

디셔닝처리보다 높게 유지되어 컨디셔닝 처리와 유의적인 차이를 보였다. Table 3에서 보는 바와 같이 컨디셔닝 처리한 임펠러(20.32%)와 로울러(19.37%)는 24일 13시 전후로 건조로 보관하기 좋은 수분함량 20% 이하로 떨어졌다. 무리치 구는 24일 17시 수분측정 시 까지 21.14%를 함유하고 있었다. 마지막 측정인 24일 17시 모든 처리구는 유의차가 없었다. 24일 9시 측정 시 평균 38.09% 23일 17시 측정 시 33.95% 보다 수분함량이 높은 것으로 보이는데, 이는 새벽의 이슬이 많이 내린 영향으로 보인다. 3일 중기온(평균 21.5℃) 높고 일조시간이 11.4시간이었던 23일의 컨디셔너 처리 두 구의 수분함량 감소폭이 가장 큰 것으로 보아 건조 조제에 기상이 중요한 것으로 보인다.

Impeller를 이용하여 반전횟수에 따라 수분함량 변화를 Table 4를 통해 확인 할 수 있다. 1회 반전시 24일 13시 20.48% 2회 반전시 16.74%로 20% 아래로 떨어지는 시간의 차이가 크게 없었다. 17시 측정결과 1회 반전시 14.5%, 2회 반전시 10.4%로 나타났다. 2회반전이 수분의 감소에 영향을 주기는 하나 건조로 보관이 가능한 20% 이하로 떨어지는 시간에는 차이에는 유의차가 없었다. 이는 1회 반전을 통해 건조 조제 시 경제적 효율을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 반전이 중요한 이유는 반전을 통해 건조를 뒤집고 펼쳐주어 건조를 촉진한다. 이는 swath를 넓게 하는 것이 건조를 촉진시키는 결과와 유사하다고 판단된다. 예취 후 swath를 넓게 한 것이 초기 건조율을 높이고 전분과 당분이 보존되었다는 Kung et al. (2010)의 결과를 통해 알 수 있다. Undersander (2013)는 건조 촉진을 위해 조사료를 수확한 땅의 80~100%가 덮힐 수 있게 넓게 펼쳐 놓아야 한다고 했다.

Table 3. Water content changes by conditioner type Impeller, Roller and Untreated

	22-May		23-May			24-May		
	11:15	17:00	09:00	13:00	17:00	09:00	13:00	17:00
Untreated	78.02 ^a	67.25 ^a	63.05 ^a	51.75 ^a	43.21 ^a	46.51 ^a	28.84 ^a	21.14 ^a
Impeller	75.25 ^b	61.19 ^b	55.73 ^{ab}	37.30 ^b	29.86 ^b	35.66 ^b	20.32 ^b	14.48 ^a
Roller	75.28 ^b	59.68 ^b	54.31 ^b	33.64 ^b	28.78 ^b	32.10 ^b	19.37 ^b	13.46 ^a
Mean	76.18	62.71	57.70	40.90	33.95	38.09	22.84	16.36

Table 4. Water content changes by tedding times 1/day, 2/day of Tall fescue in Impeller

Times	22-May		23-May			24-May		
	11:15	17:00	09:00	13:00	17:00	09:00	13:00	17:00
1/day	75.26 ^a	61.32 ^a	55.89 ^a	37.30 ^a	29.86 ^a	35.66 ^a	20.48 ^a	14.5 ^a
2/day	73.01 ^a	57.51 ^a	52.83 ^a	33.45 ^a	22.09 ^a	29.85 ^a	16.74 ^a	9.8 ^a

Table 5. Effect of conditioning type (Untreated, Impeller, Roller) on water contents at acid ADF (detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), CP (crud protein and RFV (relative feed value) of Tall fescue

Times	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	TDN (%)	RFV
1/day	37.2 ^a	63.5 ^a	12.7 ^a	59.9 ^a	87.9 ^a
2/day	34.0 ^a	60.8 ^a	12.8 ^a	62.4 ^a	95.8 ^a

Table 6. Effect of tedding frequency (1/day, 2/day) on water contents at acid ADF (detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), CP (crud protein and RFV (relative feed value) of Tall fescue

Conditioning	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	TDN (%)	RFV
Untreated	37.2 ^a	64.7 ^a	12.5 ^a	59.9 ^a	86.2 ^a
Impeller	37.2 ^a	63.5 ^a	12.7 ^a	59.9 ^a	87.9 ^a
Roller	35.1 ^a	62.5 ^a	12.9 ^a	61.5 ^a	91.6 ^a

4. 건초의 품질

건초 조제 후 컨디셔닝에 따른 사료가치 변화를 보면 무처리 시 ADF 평균이 38.0%로 컨디셔너를 처리한 두 구보다 높았고, NDF도 65.4%로 높았으나 유의성 차이는 없었다. 이는 볏짚 알팔파와 연맥 건초 조제시 컨디셔닝 처리를 둔 구에서 ADF, NDF 함량이 다소 낮아진 결과와 동일한 경향을 보였다 (Seo et al., 2001).

조단백질 CP함량은 무처리 12.5%, 임펠러 12.7% 로울러 12.9%로 Lee et al. (2015)의 Fawn의 3년 평균 CP 13.2%, 그린마스터 2호 13.9%에 비해 낮았으나 처리 간 유의성의 차이는 없었다. 이는 CP 함량이 무처리구에서 높게 나타났다고 한 Park et al. (2013)의 결과와 달랐다. ADF 35.1%, NDF 62.5%로 낮게 나온 로울러 처리 구의 RFV가 91.6%로 가장 높게 나왔으나 통계처리 결과 유의성은 없는 것으로 나타나 품질에서 차이는 크게 나타나지 않았다.

임펠러로 컨디셔닝 처리하고 반전회수를 1/day, 2/day로 처리한 샘플의 사료가치는 Table 6에서 보는 바와 같이 ADF 함량이 1회 반전시 37.2%로 2회 반전 34.0% 보다 높았고, NDF 함량도 1회 반전이 63.5%로 2회 반전 60.8% 보다 높았으나, CP의 함량은 1회 반전 63.5%, 2회 반전 12.8%로 큰 차이는 없었다. 이는 CP 함량이 1회 반전시 더 높았다는 Park et al. (2013)의 결과와 반전회수가 증가할수록 CP 함량의 감소가 컸던 Kim et al. (2004)와 달랐

다. 가을철 연맥 건초 조제 시 반전회수가 CP 함량의 차이에 영향을 주지 않았다는 Han and Kim (1996)의 결과와 같았다.

IV. 요약

본 연구는 2013년 5월 22일~24일 3일에 걸쳐 톨 페스큐 엔도파이트 프리 품종인 Jesup을 공시하여 톨 페스큐 위주의 목초지에서 수행되었다. 시험기간 평균 온도는 20.7℃였고 상대습도는 3일평균 64.8%였다. 일조시간은 3일평균 9.27시간으로 건초를 조제하기에 알맞은 기상조건이었다. 컨디셔너별 처리(임펠러, 로울러)와 무처리로 3가지 처리를 비교하였고, 반전회수에 따른 차이를 확인하기 위해 임펠러 컨디셔너로 예취한 후 1일 1회 반전, 1일 2회 반전 두 처리를 두었다. 임펠러와 로울러의 수분함량 변화는 둘째날 5월 23일 13시 임펠러 37.30%, 로울러 33.64%였고 무처리구는 51.75%로 컨디셔닝 처리한 두 구와 차이가 컸다. 24일 13시 측정된 수분함량은 임펠러 20.32%, 로울러 19.37%로 20% 전후를 보였고, 무처리구는 28.84%로 약 8~9%의 차이를 보였다. 반전회수 차이를 보는 실험에서는 23일 13시 1회반전 37.53%, 2회 반전 35.23%였고 24일 13시 1회 반전시 20.48%, 2회 반전시 16.74%로 나타났다. 건초 사료가치 분석 시 컨디셔너별 CP 함량은 무처리 12.5% 임펠러 12.7% 로울러 12.9% 나타났고, ADF는 무처리

37.2%, 임펠러 37.2%, 로울러 35.1%로 나타나 NDF, TDN, RFV 모두 차이는 없었다. 1회 반전시 CP 함량은 12.7%, 2회 반전 12.8%였고 반전횟수에 따른 사료가치의 차이는 없는 것으로 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구개발과제 (세부과제 : 저장 조 사료의 수분함량 규격화 조제기술 개발, 과제 번호 : PJ01091602) 연구에 의해 이루어진 것으로, 이의 지원에 감사드립니다.

VI. REFERENCES

- ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY.(retrieved 2005, 05, 08).
- ANKOM Technology. 2005b. Method for determining acid detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY.(retrieved 2005, 05, 08).
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- Chung, E.S., Seo, S., Kim, J.G., Kang, W.S. and Kim, J.D. 1999. Effect of Mower Conditioner at Different Harvest Stage on the Field Drying Rate and Quality of Rye Hay. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*, 19, 251-258.
- Collins, Michael. 1990. "Composition and yields of alfalfa fresh forage, field cured hay, and pressed forage." *Agronomy journal* 82.1:91-95.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. *Agric. Handb.* 379. US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Greenlees, W.J., Hanna, H.M., Shinnors, K.J., Marley, S.J. and Bailey, T.B. 2000. A comparison of four mower conditioners on drying rate and leaf loss in alfalfa and grass. *Applied Engineering in Agriculture*, 16(1), 1.
- Han, K.J. and Kim, D.A. 1996. Effect of cultivar and tedding frequency on the quality of fall harvest oat hay. *Journal of the Korean Society of Grassland Science* 16(2):169-176.
- Han, K.J. and Kim, D.A. 1996. Effect of cultivar, harvest date and drying method on the quality of spring harvest oat hay. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*, 16(2):161-168.
- Hanwoo Total Mixed Ration Understanding and Use. 2009. NIAS.
- 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.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Kim, H.J. and Kim, M.G. 2004. Effect of Species and Tedding Frequency on the Quality of Annual Legume Hay in Spring. *Journal of Animal Science and Technology*, 46(3):451-458.
- Kung, L., Stough, E.C., McDonell, E.E., Schmidt, R.J., Hofherr, M. W., Reich, L.J. and Klingerman, C.M. 2010. The effect of wide swath on wilting times and nutritive value of alfalfa haylage. *Journal of dairy science*, 93(4):1770-1773.
- Lee, S.H., Kim, K.Y., Ji, H.J., Hwang, T.Y., Park, H.S., Chae, H.S. and Lee, K.W. 2015. Development and Characterization of Tall fescue Variety 'Greenmaster2ho'. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 35(1):26-30.
- Park, H.S., Kim, J.H., Seo, S., Jung, J.S., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, G.J. 2013. Effect of Conditioning Methods and Tedding Frequency on the Drying Rate and Quality in Italian Ryegrass Hay. *Journal of Animal Environmental Science*, 19(1):69-74.
- 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.
- Rotz, C.A. 1995. Field Curing of Forages. *Post-Harvest Physiology and Preservation of Forages, (postharvestphys)*, 39-66.
- SAS Enterprise Guide 9.2.
- Savoie, P. 1988. Hay tedding losses. *Can. Agric. Eng.* 30, 39-42.
- Seo, S. and Kim, J.G. 2001. Effect of Drying Methods on the Field Drying Rate and Quality of Alfalfa and Spring Oats Hay. *Journal of The Korean Society of Grassland Science*. 21(2):67-74.
- Seo, S., Chung, E.S., Kim, J.G., Kim, W.H., Kang, W.S. and Lee, H. W. 1998. Effect of mower conditioner and chemical drying agents on the field drying rate of mixed pasture plants hay. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 18(3):259-266.
- Seo, S., Kim, J.G., Chung, E.S., Kang, W.S. and Yang, J.S. 1998. Effect of chemical drying agents on the field drying rate of alfalfa and rye hay. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*.18(2):89-94.
- Undersander, Dan. 2013. "Hay Harvesting Equipment and Harvest Strategies for Quality." UW Extension.
- Verma L.R., Chung, M.T. and Jacobsen, L.A. 1986. Effects of conditioning on drying of forages. In: *Proceedings of the Forage and Grassland Conference*. AFGC. Lexington, KY., USA.

(Received May 15, 2016 / Revised June 7, 2016 / Accepted June 8, 2016)