

Research Article

## 저장방법 및 저장기간이 호밀 건초의 품질에 미치는 영향

오미래, 박형수, 우제훈, 임은아, 이배훈\*

국립축산과학원

## Effects of Storage Type and Period on the Quality of Rye Hay

Mirae Oh, Hyung Soo Park, Jae Hoon Woo, Eun-A Lim and Bae Hun Lee\*

National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea

### ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of storage type and period on the quality of rye hay. The rye “Gogu” was sown on October 15, 2020, and harvested on April 22, 2021 (heading stage). The rye hay was prepared in two wrapping conditions (wrapping and unwrapping) and two storage period (3 and 6 months). In regards to their visual appearance, the forage quality score was higher in wrapped rye hay than in unwrapped rye hay. In all groups, there was no difference in appearance between inside and outside. The moisture content of wrapped rye hay was maintained at the initial level until 6 months. However, the moisture content of unwrapped rye hay was increased at 3 months of storage, and then decreased at 6 months of storage. Crude protein content was higher in wrapped rye hay than in unwrapped rye hay, whereas NDF and ADF contents were lower within wrapped rye hay than within unwrapped rye hay ( $p<0.05$ ). In conclusion, wrapping rye is effective method for long-term storage that reduces the effect of external environment.

(Key words: Forage quality, Hay, Rye, Wrapping)

### I. 서론

국내 조사료 자급률은 '21년 82.7%로 꾸준히 80% 이상 유지하고 있지만, 약 58%가 저질 조사료인 벃짚으로 양질 조사료 생산 및 공급이 원활하지 못한 실정이다(MAFRA, 2022). 2024년 캐나다를 시작으로 2026년 미국, 2028년 호주까지 수입 조사료 시장이 개방될 예정이며 이로 인해 국내산 조사료 사용 비율이 감소할 것으로 전망된다. 이에 정부에서는 국내 양질 조사료 생산량을 높이고 자급률 향상을 위하여 다양한 정책 추진과 함께 양질 저 수분 조사료 생산을 유도하고 있다.

저장 조사료는 일반적으로 수분함량에 따라 고 수분 사일리지(수분 83~70%), 예건 사일리지(70~60%), 헤일리지(60~40%), 건초(20% 이하)로 분류한다(Hoglund, 1964). 건초는 수분함량이 낮아 부피당 무게가 적어 저장 및 유통이 용이하다. 또한 건초는 가축의 건물섭취량 증가 및 조제과정 중 단백질 분해와 삼출액으로 인한 손실을 줄여 효율적이다(Song et al., 2012). 우리나라 조사료는 수확시기에 잦은 강우 및 이모작에 따른 짧은 생육기간 등으로 인해 사일리지 위주로 유통되어 왔으나, 이는 높은 수분함

량과 이물질 등의 품질 불만의 이유로 농가의 만족도가 낮은 실정이다(Jeong, 2021). 가축의 생산성과 편리함을 고려하여 농가에서는 양질의 건초를 선호하고 수요가 많지만 대부분 수입에 의존하고 있다.

최근 국내산 조사료의 소비확대 및 품질관리 측면에서 저장 조사료의 품목 다양화가 추진되면서 건초와 헤일리지 같은 저 수분 조사료의 저장형태가 다시금 주목을 받고 있다(Park et al., 2015). 그러나 국내에서 저장 조사료의 연구는 사일리지에 편중되어 이루어져 왔으며, 헤일리지 및 건초와 같은 저 수분 조사료에 대한 연구는 컨디셔닝 및 반전이 건초의 건조율에 미치는 영향(Kim et al., 2016), 젖산균 첨가가 헤일리지 발효 품질에 미치는 영향(Choi et al., 2016) 등의 연구가 수행되었지만 부족한 실정이다. 특히 국내 건초의 저장방법 및 저장기간에 따른 품질을 비교한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 국내산 건초의 생산 및 이용확대를 위해 호밀 건초의 저장방법(랩핑 및 비랩핑)차이에 따른 외관과 사료가치를 평가하여 품질을 구명하고 양질의 조사료 생산 및 이용확대를 위한 기초자료를 확보하기 위하여 수행되었다.

\*Corresponding author: Bae Hun Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea  
Tel: +82-41-580-6778, E-mail: lee bachun@korea.kr.

## II. 재료 및 방법

### 1. 건초 및 헤일리지 제조

시험재료인 건초 제조를 위한 호밀은 ‘곡우’ 품종을 이용하여 충청남도 천안 국립축산과학원 사료작물 재배지에 2020년 10월 15일에 파종하여 2021년 4월 22일 출수기에 수확하였다. 수확한 호밀은 건초(수분함량 약 15%)가 되도록 포장에서 일광을 이용하여 5일간 건조하였고, 건조를 촉진하기 위하여 하루 1회 오전 10시경 반전기를 이용하여 반전하였다. 처리는 램핑유무(램핑, 비램핑)로 구분하여 3반복으로 조제하였다. 램핑 및 비램핑 차이

Table 1. Visual estimation standard for Rye hay quality

Contents	Score
Leafiness	MAX = 30
Very leafy	27~30
Leafy	22~26
Slightly stemmy	17~26
Stemmy	0~16
Maturity at Harvest	MAX = 25
Before bloom or heading	18~25
Early bloom or heading	16~17
Mid-to-late bloom or heading	14~15
Ripe Seed	5~13
ODOR	MAX = 15
Clean	14~15
Dusty	11~13
Moldy/Mousey	8~10
Burnt	0~7
Color	MAX = 10
Natural green color	10
Light green/Slightly brown	8~9
Yellow to brownish	4~7
Brown or black	0~3
Softness	MAX = 10
Very soft and pliable	9~10
Soft	7~8
Slightly harsh	5~6
Harsh and brittle	0~4
Purity(Other Forages)	MAX = 5
<5%	4~5
5 to 20%	2~3
> 20%	0~1
Condition of Bale	MAX = 5
Well-shaped & firm	4~5
Somewhat misshapen	2~3
Badly misshapen & broken	0~1
Penalties Max Negative point	MAX = -35
Mold	-20~0
Weeds	-5~0
Dirt/Other Foreign Matter	-10~0
Excessively Moist or Dry	-25~0
Total	100

에 따른 품질변화를 조사하기 위하여 램핑처리하는 미니사일로형태로 만들어 밀봉하고, 비램핑처리하는 사각형태로 만들어 비를 맞지 않고 바람이 통하는 서늘한 곳에 보관하였다. 저장기간 3개월 및 6개월 차에 외부와 내부에서 각각 샘플링 후 품질을 평가하기 위하여 외관평가 및 사료가치분석을 실시하였다.

### 2. 외관평가

외관평가는 Kentucky University Extension의 Quality Hay Production 평가표 기준(Lacefield et al., 1999)을 참고하여 Table 1을 작성 후 달관 조사를 실시하였다. 각 샘플의 풍엽성(0~30점), 수확시 만숙도(2~25점), 냄새(0~15점), 색(0~10점), 부드러움(0~10점), 순도(0~5점), 건초 상태(0~5점), 다른 위해요소(-35~0점)의 평가항목을 각각 평가하여 총합의 점수가 100점이 되도록 하였다.

### 3. 사료가치분석

분석용 시료는 처리별로 약 300g씩 시료를 취하여 65°C 순환식 열풍 건조기에서 72시간 이상 건조한 후 건물 중량을 칭량하여 수분함량을 산출 하였다. 건조 된 시료는 20 mesh screen이 달린 Wiley mill로 분쇄하여 사료가치 분석을 실시하였다. 조단 백질(Crude protein, CP) 함량은 AOAC (1995)방법으로, 중성세제불용성섬유소(Neutral detergent fiber, NDF)와 산성세제불용성섬유소(Acid detergent fiber, ADF)는 Goering and Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. 가소화영양소총량(Total digestible nutrients, TDN)은 ADF와 NDF는 각각 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여  $TDN(\%) = 88.9 - (0.79 \times \%ADF)$ 으로 추정하여 계산하였다(Holland et al., 1990).

### 4. 통계분석

본 시험에서 얻어진 모든 자료의 통계분석은 SPSS 18.0 (IBM Corp Chicago)을 이용하여 최소유의차검정(Least significant difference, LSD) 분석을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 호밀 건초의 외관평가

램핑유무에 따른 저장개월별 호밀 건초의 외관평가는 Table 2와 같다. 호밀 건초를 3개월 저장하였을 때 외관평가 점수가 램핑처리(92~96)에서 비램핑처리(83~84)보다 높게 나타났고, 6개월 저장 시에도 램핑처리(86)에서 비램핑처리(80~81)보다 높게 나

타났다. 이는 저장기간이 경과하면서 랩핑처리가 비랩핑처리 보다 외부환경에 대한 영향이 적어 풍엽성과 색 등의 항목에서 높은 점수를 받은 것의 영향으로 평가된다. 모든 처리구에서 외부와 내부 간 샘플의 외관평가 점수는 비슷한 수준이었다. 호밀 건초를 랩핑처리하여 저장 시 저장기간이 길어질수록 색, 부드러움 항목의 점수가 감소하였다. 비랩핑처리에서는 냄새 항목의 점수가 저장기간이 길어질수록 감소하였다. 비랩핑처리 호밀 건초는 외부 환경(여름철 습도)에 영향을 받아 건초의 수분이 일정하게 유지 되지 못하고 변화되어 품질에 영향을 준 것으로 판단된다. 본 연구에서 조제된 호밀 건초(출수기)는 80~96점으로 Chung et

al.(1999)의 출수기 78점보다 높은 수준이었다. 건초의 보관은 랩핑처리를 통해 장기간 일정한 상태로 유지하는 것이 가능한 것으로 판단된다.

2. 호밀 건초의 사료가치

호밀 건초의 수분함량은 랩핑처리의 경우 저장기간이 3개월(14.93~15.69%), 6개월(12.94~14.95%)로 경과해도 조제 시 수분함량(약 15%)과 비슷하게 유지하는 것을 확인하였다(Table 3). 그러나 비랩핑처리의 경우 저장 3개월(28.87~29.63%)에 수분함

Table 2. Forage quality using visual estimation of Rye hay by the storage type and period

Treatment		Leaf fertility (0~30) <sup>1</sup>	Maturity at harvest (2~25)	Smell (0~15)	Color (0~10)	Softness (0~10)	Purity (0~5)	Dried condition (0~5)	Other Harzard (-35~0)	Total score (100) <sup>2</sup>	
Wrapping	3 months	Inside	22	25	15	10	10	5	5	0	92
		Outside	24	25	15	10	10	5	5	0	96
	6 months	Inside	22	25	15	7	7	5	5	0	86
		Outside	24	25	15	7	7	5	5	0	86
Unwrapping	3 months	Inside	18	25	15	7	8	5	5	0	83
		Outside	19	25	15	7	8	5	5	0	84
	6 months	Inside	18	25	12	7	8	5	5	0	80
		Outside	19	25	13	7	7	5	5	0	81

<sup>1</sup> Visual estimation score: Good(high-number), Bad(low-number, 0).

<sup>2</sup> Total score of visual estimation: Excellent(90 and above), Good(80~89), Fair(65~79), Poor(below 65).

Table 3. Chemical characteristics of Rye hay by the storage type and period

Treatment		Moisture (%)	CP <sup>1</sup> (% in DM <sup>5</sup> )	NDF <sup>2</sup> (% in DM)	ADF <sup>3</sup> (% in DM)	TDN <sup>4</sup> (% in DM)	
Wrapping	3 months	Inside	14.93±1.04 <sup>a</sup>	9.36±0.40 <sup>ab</sup>	65.95±0.84 <sup>b</sup>	40.27±0.48 <sup>a</sup>	57.09±0.38 <sup>a</sup>
		Outside	15.69±1.25 <sup>a</sup>	8.40±0.26 <sup>b</sup>	66.55±0.50 <sup>b</sup>	40.70±0.46 <sup>a</sup>	56.75±0.36 <sup>a</sup>
	6 months	Inside	14.95±0.48 <sup>a</sup>	8.57±0.54 <sup>b</sup>	69.32±0.69 <sup>a</sup>	41.78±0.79 <sup>a</sup>	55.89±0.62 <sup>a</sup>
		Outside	12.94±0.39 <sup>a</sup>	10.37±0.22 <sup>a</sup>	66.89±0.10 <sup>ab</sup>	39.57±0.38 <sup>a</sup>	57.64±0.29 <sup>a</sup>
Average		14.63±0.48	9.17±0.28 <sup>*</sup>	67.18±0.46	40.58±0.34	56.84±0.27 <sup>*</sup>	
Unwrapping	3 months	Inside	28.87±0.21 <sup>a</sup>	7.66±0.13 <sup>b</sup>	71.77±0.52 <sup>a</sup>	42.73±0.18 <sup>a</sup>	55.15±0.14 <sup>a</sup>
		Outside	29.63±0.15 <sup>a</sup>	7.74±0.36 <sup>b</sup>	74.54±1.45 <sup>a</sup>	43.98±1.21 <sup>a</sup>	54.16±0.96 <sup>a</sup>
	6 months	Inside	12.90±0.14 <sup>b</sup>	8.51±0.12 <sup>ab</sup>	72.98±0.58 <sup>a</sup>	43.82±0.29 <sup>a</sup>	54.28±0.23 <sup>a</sup>
		Outside	12.68±0.20 <sup>b</sup>	9.26±0.05 <sup>a</sup>	71.20±0.53 <sup>a</sup>	42.64±0.00 <sup>a</sup>	55.22±0.00 <sup>a</sup>
Average		21.02±2.48 <sup>*</sup>	8.29±0.21	72.62±0.53 <sup>*</sup>	43.29±0.33 <sup>*</sup>	54.70±0.26	

<sup>ab</sup>Means in the column with different superscripts are significantly different( $p<0.05$ ).

<sup>\*</sup>Means between wrapped and unrapped hay are significantly different in t-test( $p<0.05$ ).

<sup>1</sup>CP = Crude protein

<sup>2</sup>NDF = Neutral detergent fiber

<sup>3</sup>ADF = Acid detergent fiber

<sup>4</sup>TDN = Total digestible nutrient, TDN %=88.9-(ADF %×0.79)

<sup>5</sup>DM = Dry matter

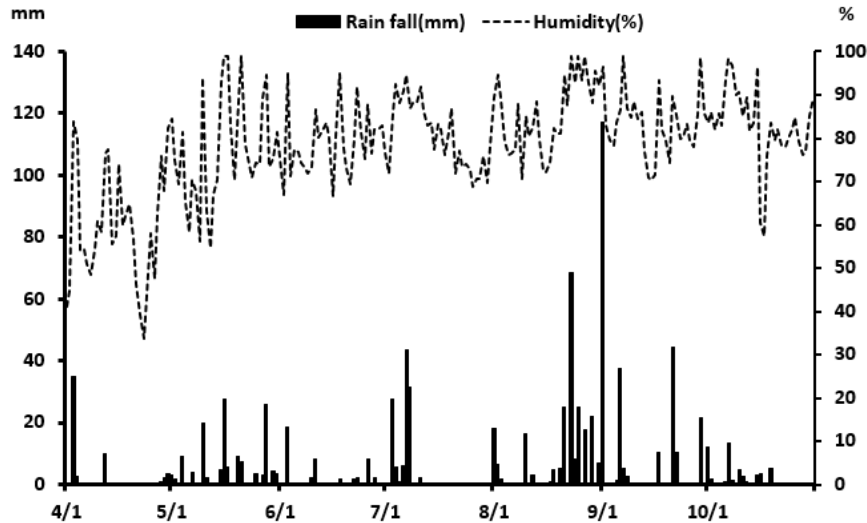


Fig. 1. Humidity and rain fall at experimental sites during the period of storage.

량이 증가하였다. 저장 3개월 차 샘플링을 한 7월의 기상상황을 보면 7월초 강수량이 17 mm로 9일 동안 연속으로 내려 상대습도가 약 90% 수준이었다(Fig. 1). 따라서 건조 조제 후 3개월의 보관기간 동안 여름철 장마 등으로 인하여 비랩핑처리 건조의 수분이 높아진 결과로 판단된다. 비랩핑처리의 저장기간이 6개월로 경과함에 따라 수분함량이 12.94~14.95%로 감소하였다. 조단백질 함량은 랩핑처리 8.40~10.37%(평균 9.17%), 비랩핑처리 7.74~9.26%(평균 8.29%)로 랩핑처리에서 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 조섬유 함량은 랩핑처리와 비랩핑처리 모두 저장 개월수에 따른 차이는 유의적으로 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 그러나 랩핑처리와 비랩핑처리간에는 NDF가 67.18 vs. 72.62%, ADF가 40.58 vs. 43.29%로 유의적으로 비랩핑처리가 랩핑처리에 비해 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Choi et al. (2016)은 출수기 호밀로 조제한 헤일리지의 사료성분이 CP 10.63%, NDF 60.22%, ADF 37.72%였다고 보고하였다. 이는 랩핑 처리한 호밀 건조와 비슷한 수준으로 판단된다. TDN 함량은 랩핑처리와 비랩핑처리 모두 저장기간과 샘플 채취 위치에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). Song et al.(2012)은 호밀 TDN 함량이 출수 10일 후 58.7%, 출수 30일 후 56.9%로 보고하였는데, 본 연구의 TDN 함량과 비교하였을 때 출수 30일 후와 비슷한 54.70~56.84%이었다.

이상의 결과를 종합하였을 때 호밀 건조를 장기간 보관할 때 랩핑을 하면 외부환경에 대하여 영향이 적어 품질의 변화가 적었다. 그러나 본 연구는 6개월까지의 저장기간에 대해서만 검토하여 6개월 이상 저장 시 품질변화 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다. 또한 비랩핑처리의 경우 여름철 장마 등에 의해 수분함량이 변화되므로 장기간 보관 시 유의해야 한다.

#### IV. 요약

본 연구는 호밀 건조 저장 시 랩핑의 유무와 저장 기간에 따른 외관과 사료가치를 평가하여 품질변화를 확인하였다. 호밀은 ‘곡우’ 품종을 사용하였으며 2020년 10월 15일에 파종하고 이듬해 4월 22일 출수기에 수확하여 건조로 조제하였다. 호밀 건조의 랩핑 유무에 따라 시험구를 구성하였고, 저장기간은 3개월과 6개월이었다. 외관평가 결과는 호밀 건조 저장 3개월 및 6개월 차 모두 랩핑처리가 비랩핑처리에 비해 더 높은 점수를 기록하였다. 모든 처리구에서 외부와 내부 간 샘플의 외관평가 차이는 없었다. 호밀 건조의 수분함량은 랩핑처리 시 3개월과 6개월 저장기간 모두 조제 시 수분함량과 비슷하게 유지되었다. 그러나 비랩핑처리의 경우 저장 3개월 차에 수분함량이 증가하는 경향을 나타냈다가 6개월 차에 감소하였다. 호밀 건조를 장기 보관 할 경우 랩핑처리가 비랩핑처리에 비해 CP 함량은 높고 NDF 및 ADF 함량은 낮게 나타났다. 이상의 결과를 종합해보면 호밀 건조를 장기 보관할 때 장마철 높은 습기와 같은 외부환경에 대한 영향을 줄이기 위하여 랩핑처리하여 보관하는 것이 좋을 것으로 사료되며 추후 6개월 이상의 장기 저장 시 품질변화에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

#### V. 사사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제명: 국내산 풀사료 품질향상 및 평가 기술 개발, 과제번호: PJ014224)의 지원에 의해 연구되었다.

## VI. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Wasington D.C. USA.
- Choi, K.C., Soundarajan, I., Srisesharam, S., Park, H.S., Kim, J.H., Jung, J.S. and Kim, H.S. 2016. Potential effects of novel lactic acid bacteria on fermentation quality of Rye haylage. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 36(1):23-28.
- 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 Korea Society of Grassland and Forage Science*. 19(3):251-258.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook*, U.S. Government Print Office. Wasington D.C. USA.
- Hoglung, C.R. 1964. Comparative storage losses and feeding values of alfalfa and corn silage crops. *Agricultural Economics Report 974*, Agricultural Economics Department, Michigan State University, East Lansing, MI.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mhanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. *The Pioneer forage manual-A nutritional guide*. Pioneer Hi-Bred International. Inc. Des Moines. Iowa. USA.
- Jeong, J.S. 2021. The current status and problems of domestic forage production and distribution. *Proceedings of 2021 Symposium and Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science*. pp. 23-42.
- Kim, J.H., Choi, K.C., Kim, H.S. and Park, H.S. 2016. Effect of conditioner types and tedding times on drying rate of on Tall Fescue hay. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 36(4):298-302.
- Lacefield, G., Henning, J.C., Collins, M. and Swetnam, L. 1999. *Quality hay production*. Cooperative Extension Service. University Kentucky. *Collage of Agriculture. Agronomy*. 62(3):77.
- MAFRA. 2022. *Forage supply and demand statistics*. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs.
- Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., So, M.J., Kim, W.H. and Srisesharam, S. 2015. Effect of moisture content on the chemical composition and fermentation quality of Italian Ryegrass haylage. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 35(2):131-136.
- Song, T.H., Park, T.I., Han, O.K., Kim, K.J. and Park, K.H. 2012. Feed value and fermentative quality of haylage of winter cereal crops for forage at different growing stages. *Journal of the Korea Society of Grassland and Forage Science*. 32(4):419-428.

(Received : March 23, 2023 | Revised : March 29, 2023 | Accepted : March 29, 2023)