

## 사료맥류의 생육단계별 헤일리지 사료가치 및 발효품질

송태화<sup>1</sup> · 박태일<sup>1</sup> · 한옥규<sup>2</sup> · 김기종<sup>1</sup> · 박기훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립식량과학원 벼맥류부, <sup>2</sup>국립식량과학원

## Feed Value and Fermentative Quality of Haylage of Winter Cereal Crops for Forage at Different Growing Stages

Tae Hwa Song<sup>1</sup>, Tae Il Park<sup>1</sup>, Ouk Kyu Han<sup>2</sup>, Kee Jong Kim<sup>1</sup> and Ki Hun Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea,

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

### ABSTRACT

This study was carried out to analyze winter cereal crops for harvest time, proper drying time and haylage quality in order to investigate the possibility of the production of good quality haylage substitute for hay. As a result, in case of productivity and feed value, dry matter yield and TDN yield was increased with late harvest and crude protein and NDF, ADF was decreased ( $p < 0.05$ ). To make haylage for whole crop barley, oats, triticale, whole crop wheat need more than 32 hour wilting time in the milk ripe stage, yellow ripe stage need about 8~24 hour, and wilting time did not need the full ripe stage. Rye does not suitable for making haylage because of difficulty pre-wilting time. In case of fermentative quality on haylage, pH was increased with late harvest on all winter cereal crop forage. Lactic acid content was decreased with late harvest ( $p < 0.05$ ), and highest in the milk ripe stage. Acetic acid was also decreased with late harvest, and butyric acid was not detected. In conclusion, to harvest sooner of winter cereal crops could be an efficient way when making haylage in terms of protein content and fermentation quality. Ray can used as fresh and silage, because difficulty for pre-wilting time in Korea. Whole crop barley, oats, triticale, wheat can be used haylage when harvested yellow ripen stage and pre-wilting time for 8~24 hours.

(Key words : Winter cereal crops, Forage, Haylage, Feed value, Fermentative quality)

### I. 서 론

헤일리지는 저수분 사일리지(low-moisture silage)라고도 불리며, 수분함량을 50% 이하로 낮추어 조제한 사일리지를 말한다. 이러한 헤일리지의 조제 목적은 수분함량을 낮춤으로써 건물섭취량을 증가시킬 수 있으며 조제과정 중 단백질

분해와 삼출액으로 인한 손실을 줄이기 위한 것이다. Gordon (1967)은 재료의 수분함량은 사일리지의 영양성분 농도, 삼출액 및 발효양상에도 많은 영향을 미친다고 보고하였고, Zimmer (1973)은 재료의 수분함량은 CO<sub>2</sub>의 생성이나 건물손실에 영향을 미친다고 보고하였다.

최근 국내 배합사료 가격뿐만 아니라 수입건

Corresponding author : Tae Il Park, Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea,  
Tel: +82-63-840-2239, E-mail: parktl@korea.kr

초 가격까지 급격히 상승하여 축산농가에서는 경영난을 겪고 있는 실정이다. 이 시점에서 축산농가의 생산비 절감을 위해 정부에서는 부단히 노력을 기울이고 있으며, 농촌진흥청에서는 양질 조사료 증산을 위해 건물수량이 높고 사료가치가 우수한 사료작물을 개발하여 보급하고 있다 (Park 2008). 사료작물은 수입 조사료에 비해 사료가치가 높고 가격이 싸기 때문에 대외경쟁력이 높고 (Kim and Seo, 2006; Kim et al, 2007), 종실뿐만 아니라 잎과 줄기를 포함하고 있어 조사료와 농후사료의 기능을 동시에 가지고 있다. 우리나라에서 생산되고 있는 사료맥류는 주로 수분함량이 60~65% 사이의 사일리지 형태로 유통되고 있고, 사료맥류를 이용한 건초나 헤일리지 조제에 관한 연구는 아직 미미한 실정이다.

일반적으로 저장 조사료는 건초가 가장 우수한 것으로 알려져 있으나 우리 나라는 온대 몬순 기후대에 해당되어 사료맥류 수확시기에 비가 자주 오기 때문에 건초를 제조하는 것이 매우 어려운 것으로 되어 있다 (Kim et al, 2006). 그러므로 여러 가지 여건상 축산농가는 건초대용으로 벧짚을 활용하고 있어 유기물환원 부족에 따른 논 토양 생산성 저하 등 여러 가지 문제점을 야기하고 있다.

따라서 이 연구는 동계 사료맥류를 활용하여 건초 대용 양질의 헤일리지 생산 가능성을 검토하기 위하여 맥종별 수확시기, 적정 건조시간 및 헤일리지 품질을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험재료

시험재료는 농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부에서 개발한 사료맥류 품종으로 호밀(곡우), 청보리(영양), 귀리(삼한), 트리티케일(신

영), 총체밀(청우) 모두 5백종 5품종이었다.

### 2. 재배 및 수확방법

본 시험은 2010년 10월부터 2012년 6월까지 2년간 전북 익산에 소재한 국립식량과학원 벼맥류부에서 실시하였다. 파종양식은 휴폭 150 cm, 파폭 120 cm, 휴장 6 m에 휴립광산파를 하였으며, ha당 파종량은 청보리 220, 호밀 240, 귀리 170, 트리티케일과 총체밀은 220 kg이었다. 시비량은 청보리 표준시비량인 ha당 N<sub>2</sub> 118 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 74 kg, K<sub>2</sub>O 39 kg를 기준으로 하였는데, 이 중 질소는 기비로 40%, 추비로 60%로 분시 하였으며, 인산과 칼리는 전량 기비로 시용하였다. 수확 시기는 호밀의 경우 출수 후 10일, 20일 및 30일에 수확하였고, 다른 품종은 유숙기, 황숙초기 및 완숙기 등 각 3회에 걸쳐 수확하였으며, 품종별 출수일은 곡우 호밀 4월 21일, 영양보리 4월 27일, 청우밀 5월 1일, 트리티케일 5월 3일, 귀리 5월 9일이었다. 맥류의 수확시기인 5월 1일부터 6월 20일까지의 기상요인 중 헤일리지 재료의 수분함량에 가장 많은 영향을 미칠 것으로 생각되는 외부 온도와 품속 자료는 Fig. 1과 같다.

### 3. 예건 및 헤일리지 조제

맥종별로 생육시기에 맞게 수확하고 수분함량을 측정 후, 포장에서 예건하였다. 수분함량 조절과 예건 소요시간을 예측하기 위하여 4, 8, 24, 32시간 후에 수분함량을 측정하였다. 수분함량이 40~45% 정도 되는 시료를 1~2 cm 길이로 자른 다음, 10 L 실험용 사일리지 용기에 충전 하고 밀봉하여 90일간 실온에 보관한 후 분석에 사용하였다.

### 4. 사료가치 분석

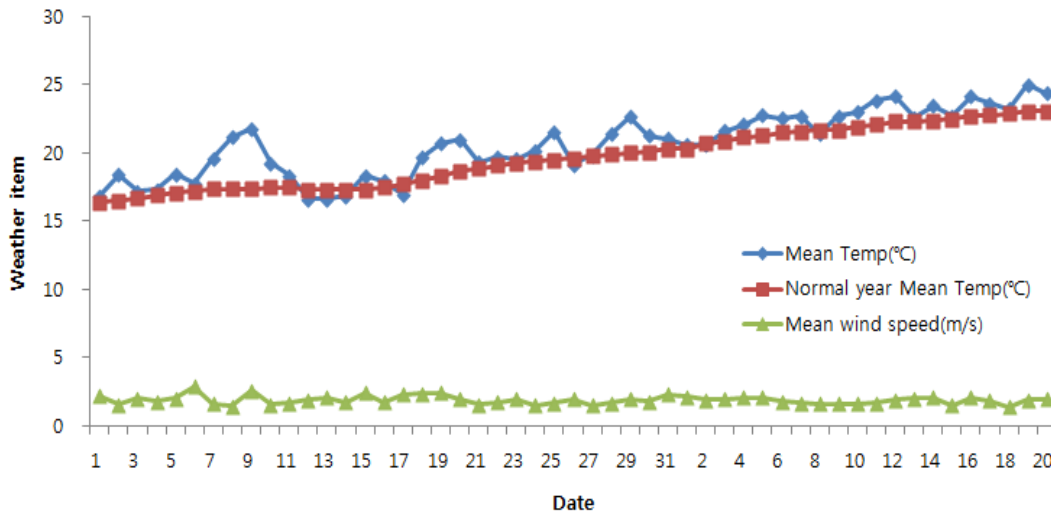


Fig 1. Daily weather items on 1 May~20 June, Mean of 2011~2012 and Normal year.

분석용 시료는 각 품종의 수확기별로 반복마다 1 kg씩 시료를 취하여 70°C 순환식 건조기에 60시간 이상 건조한 후 건물 중량을 칭량하여 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄기로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 시료의 조단백질은 AOAC (1995) 방법으로, neutral detergent fiber (NDF)와 acid detergent fiber (ADF)는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. Total digestible nutrients (TDN)는 ADF와 NDF의 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여  $TDN(\%) = 88.9 - (0.79 \times \% ADF)$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다 (Holland, 1990).

5. 헤일리지의 pH 및 유기산 분석

헤일리지 시료는 보관용기 개봉과 동시에 시료를 채취하여 분석용 플라스틱 통에 넣은 후 냉동고 (-80°C)에 보관하였다가 분석에 이용하였다. pH는 시료 10 g과 3차 증류수 100 ml를 취하여 4°C에서 shaking한 다음 24시간 정치시킨 후 상층액을 취하여 측정하였다. 유기산은 pH에서와 같은 방법으로 상층액을 취한 후 여

과지 (Watman No. 2)로 여과를 거친 후 다시 0.45 µm syringe 필터로 최종 여과를 거친 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. 유기산의 분석 조건은 Table 1과 같다.

6. 통계분석

이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.1 program (SAS, 2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

Table 1. HPLC conditions for the analysis of organic acids

Items	Conditions
Column	SUPELCOGEL™ C-610H
Detector	UV, 210 nm
Flow rate	0.5 ml/min
Solvent	0.1% Phosphoric acid
Absorbance	210 nm
Injection volume	20 µl

### III. 결 과

#### 1. 수확시기 및 건조시간에 따른 맥종별 수분함량

수확시기 및 건조시간에 따른 맥종별 수분함량의 변화는 Table 2와 같다.

유숙기에 수확하면 맥종 모두가 70~75%의 수분을 함유하고 있으므로 포장에서 32시간 이상 예건을 하여야 헤일리지를 만들 수 있다. 황숙기에 수확하면 보리, 트리티케일은 4~8시간, 밀과 귀리는 24시간 정도 소요되고, 완숙기

에 수확하면 영양보리와 트리티케일은 수분함량이 40% 정도로 바로 헤일리지를 만들 수 있으며 호밀을 제외한 기타 맥종도 수확 후 4시간만 포장건조 하면 바로 헤일리지 재료로 사용할 수 있다.

#### 2. 맥종별 조사료 생산성

수확시기에 따른 맥종별 조사료의 생산성은 Table 3과 같다. 생초수량, 건물수량, TDN수량은 수확시기와 맥종에 따라 유의적인 차이를 나타냈다 ( $p < 0.05$ ). 생초수량은 맥종별로 수확시

Table 2. Changes in moisture content of winter cereal crops for forage at different harvest stages and pre-wilting times

Species	Harvest stages	Wilting time (h)				
		0	4	8	24	32
Barley (Youngyang)	Milk ripe stage	75.6 <sup>a</sup>	68.0	60.9	59.3	55.2
	Yellow ripe stage	55.6 <sup>b</sup>	46.9	44.2	—	—
	Full ripe stage	37.1 <sup>c</sup>	—	—	—	—
	Mean	56.1	57.4	52.6	59.3	55.2
Rye (Gogu)	10 days after heading	76.8 <sup>a</sup>	75.3	71.2	66.1	57.4
	20 days after heading	68.4 <sup>b</sup>	59.2	54.9	48.7	45.2
	30 days after heading	65.2 <sup>c</sup>	57.1	51.0	44.5	—
	Mean	70.1	63.8	59.0	53.1	51.3
Oat (Samhan)	Milk ripe stage	75.2 <sup>a</sup>	65.9	60.2	57.6	49.8
	Yellow ripe stage	66.0 <sup>b</sup>	54.8	51.4	48.9	43.2
	Full ripe stage	56.9 <sup>c</sup>	48.6	44.2	—	—
	Mean	66.0	56.4	51.9	53.3	46.5
Triticale (shinyoung)	Milk ripe stage	68.4 <sup>a</sup>	56.6	50.8	49.2	46.2
	Yellow ripe stage	54.0 <sup>b</sup>	45.0	43.5	—	—
	Full ripe stage	37.5 <sup>c</sup>	—	—	—	—
	Mean	53.3	50.8	47.2	49.2	46.2
Wheat (cheongwoo)	Milk ripe stage	68.9 <sup>a</sup>	56.8	48.7	48.3	45.7
	Yellow ripe stage	61.4 <sup>b</sup>	51.0	46.7	45.8	—
	Full ripe stage	50.3 <sup>c</sup>	35.1	—	—	—
	Mean	60.2	47.6	47.7	47.1	45.7

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ at  $p < 0.05$ .

Table 3. Changes in productivity of winter cereal crops for forage at different harvest stages

Species	Harvest stages	Yield (MT ha <sup>-1</sup> )		
		Fresh	Dry matter	TDN
Barley (Youngyang)	Milk ripe stage	38.7 <sup>a</sup>	10.3 <sup>c</sup>	6.8 <sup>c</sup>
	Yellow ripe stage	30.9 <sup>b</sup>	14.3 <sup>b</sup>	9.7 <sup>b</sup>
	Full ripe stage	26.1 <sup>c</sup>	16.9 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>
	Mean	31.9 <sup>D</sup>	13.8 <sup>D</sup>	9.3 <sup>C</sup>
Rye (Gogu)	10 days after heading	41.4 <sup>a</sup>	11.4 <sup>c</sup>	6.5 <sup>c</sup>
	20 days after heading	37.4 <sup>b</sup>	13.4 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>
	30 days after heading	37.3 <sup>b</sup>	15.4 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>
	Mean	38.7 <sup>B</sup>	13.5 <sup>D</sup>	7.8 <sup>D</sup>
Oat (Samhan)	Milk ripe stage	50.6 <sup>a</sup>	14.5 <sup>b</sup>	8.8 <sup>b</sup>
	Yellow ripe stage	40.2 <sup>b</sup>	15.9 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>
	Full ripe stage	33.0 <sup>c</sup>	15.9 <sup>a</sup>	10.2 <sup>a</sup>
	Mean	41.3 <sup>A</sup>	15.4 <sup>B</sup>	9.7 <sup>B</sup>
Triticale (shinyoung)	Milk ripe stage	43.9 <sup>a</sup>	16.8 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>
	Yellow ripe stage	38.9 <sup>b</sup>	19.3 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>
	Full ripe stage	22.8 <sup>c</sup>	16.6 <sup>b</sup>	11.1 <sup>b</sup>
	Mean	35.2 <sup>C</sup>	17.6 <sup>A</sup>	11.5 <sup>A</sup>
Wheat (cheongwoo)	Milk ripe stage	40.6 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	9.9 <sup>ab</sup>
	Yellow ripe stage	33.2 <sup>b</sup>	14.7 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>
	Full ripe stage	24.4 <sup>c</sup>	13.8 <sup>b</sup>	9.5 <sup>b</sup>
	Mean	32.7 <sup>D</sup>	14.3 <sup>C</sup>	9.9 <sup>B</sup>

<sup>a-c, A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ at  $p < 0.05$ .

기가 늦어질수록 감소하는 경향이었고, 건물수량과 TDN수량은 맥종 및 수확시기에 따라 차이가 있어 완숙기로 갈수록 증가하였으나 트리티케일, 총체밀은 황숙기에 가장 높은 값을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 맥종별로 생산성은 트리티케일 > 귀리 > 밀 > 영양보리, 호밀 순이었다 ( $p < 0.05$ ).

### 3. 맥종별 사료가치

수확시기에 따른 맥종별 헤일리지 조제 전후의 사료가치는 Table 4와 같다. 조단백질 함

량은 맥종 모두 유숙기에서 완숙기로 갈수록 낮아지는 경향이 보였다 ( $p < 0.05$ ). 맥종별로는 총체밀이 평균 8.3%로 높게 나타났고, 청보리와 트리티케일이 평균 6.7% 정도로 낮은 경향을 보였다. NDF와 ADF함량도 모든 맥종에서 수확시기가 늦어질수록 낮아지는 경향을 보였고 ( $p < 0.05$ ), 맥종별로는 호밀이 평균 64.7%, 39.1%로 가장 높았고, 밀이 44.9%, 24.4%로 가장 낮았다. TDN함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 증가하는 경향을 보였고, 맥종별로는 총체밀, 영양보리에서 각각 68.8%, 67.5%로 높게

Table 4. Changes of feed value of haylage of winter cereal crops for forage at different harvest stages

Species	Harvest stages	Chemical composition (%)							
		Before haylage				After haylage			
		CP	NDF	ADF	TDN	CP	NDF	ADF	TDN
Barley (Youngyang)	Milk ripe stage	7.6 <sup>a</sup>	52.4 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>	65.7 <sup>b</sup>	8.4 <sup>a</sup>	49.4 <sup>a</sup>	28.0 <sup>a</sup>	66.9 <sup>c</sup>
	Yellow ripe stage	6.6 <sup>b</sup>	49.3 <sup>b</sup>	26.9 <sup>b</sup>	67.7 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	49.1 <sup>b</sup>	27.5 <sup>b</sup>	67.2 <sup>a</sup>
	Full ripe stage	6.0 <sup>b</sup>	48.2 <sup>b</sup>	27.2 <sup>b</sup>	66.9 <sup>a</sup>	6.8 <sup>b</sup>	46.0 <sup>c</sup>	26.0 <sup>c</sup>	68.4 <sup>a</sup>
	Mean	6.7 <sup>C</sup>	49.9 <sup>D</sup>	27.8 <sup>D</sup>	66.8 <sup>B</sup>	7.4 <sup>C</sup>	48.2 <sup>CD</sup>	27.2 <sup>CD</sup>	67.5 <sup>AB</sup>
Rye (Gogu)	10 days after heading	8.7 <sup>a</sup>	61.5 <sup>a</sup>	37.7 <sup>a</sup>	58.7 <sup>b</sup>	10.1 <sup>a</sup>	62.4 <sup>a</sup>	37.1 <sup>a</sup>	59.6 <sup>c</sup>
	20 days after heading	7.3 <sup>b</sup>	64.3 <sup>b</sup>	39.5 <sup>a</sup>	58.3	7.9 <sup>b</sup>	65.9 <sup>b</sup>	39.5 <sup>b</sup>	57.8 <sup>b</sup>
	30 days after heading	5.8 <sup>c</sup>	68.5 <sup>c</sup>	40.1 <sup>b</sup>	56.9 <sup>a</sup>	6.8 <sup>c</sup>	70.3 <sup>c</sup>	42.1 <sup>c</sup>	55.7 <sup>a</sup>
	Mean	7.3 <sup>B</sup>	64.7 <sup>A</sup>	39.1 <sup>A</sup>	58.0 <sup>E</sup>	8.3 <sup>B</sup>	66.2 <sup>A</sup>	39.6 <sup>A</sup>	57.7 <sup>D</sup>
Oat (Samhan)	Milk ripe stage	8.3 <sup>a</sup>	58.9 <sup>a</sup>	35.4 <sup>a</sup>	60.9 <sup>c</sup>	8.7 <sup>a</sup>	58.5 <sup>a</sup>	34.9 <sup>a</sup>	61.4 <sup>b</sup>
	Yellow ripe stage	7.1 <sup>b</sup>	53.8 <sup>b</sup>	31.4 <sup>b</sup>	64.1 <sup>b</sup>	7.7 <sup>b</sup>	52.7 <sup>b</sup>	30.4 <sup>b</sup>	64.9 <sup>a</sup>
	Full ripe stage	6.3 <sup>c</sup>	50.1 <sup>c</sup>	29.1 <sup>c</sup>	66.0 <sup>a</sup>	6.8 <sup>c</sup>	48.8 <sup>c</sup>	28.9 <sup>b</sup>	66.1 <sup>a</sup>
	Mean	7.2 <sup>B</sup>	54.2 <sup>B</sup>	32.0 <sup>B</sup>	63.7 <sup>D</sup>	7.7 <sup>C</sup>	53.3 <sup>B</sup>	31.4 <sup>B</sup>	64.1 <sup>C</sup>
Triticale (shinyoung)	Milk ripe stage	7.2 <sup>a</sup>	54.0 <sup>a</sup>	31.7 <sup>a</sup>	63.9 <sup>c</sup>	7.5 <sup>a</sup>	52.1 <sup>a</sup>	30.8 <sup>a</sup>	64.6 <sup>c</sup>
	Yellow ripe stage	6.3 <sup>b</sup>	49.7 <sup>b</sup>	39.2 <sup>b</sup>	65.9 <sup>b</sup>	6.7 <sup>b</sup>	48.9 <sup>b</sup>	29.1 <sup>b</sup>	65.9 <sup>b</sup>
	Full ripe stage	6.1 <sup>c</sup>	47.4 <sup>c</sup>	27.2 <sup>c</sup>	67.4 <sup>a</sup>	6.6 <sup>b</sup>	47.9 <sup>b</sup>	27.7 <sup>b</sup>	67.1 <sup>a</sup>
	Mean	6.5 <sup>C</sup>	50.4 <sup>C</sup>	29.3 <sup>C</sup>	65.7 <sup>C</sup>	6.9 <sup>D</sup>	49.6 <sup>C</sup>	29.2 <sup>C</sup>	65.9 <sup>B</sup>
Wheat (cheongwoo)	Milk ripe stage	9.7 <sup>a</sup>	47.0 <sup>a</sup>	26.8 <sup>a</sup>	67.8 <sup>b</sup>	10.2 <sup>a</sup>	49.3 <sup>a</sup>	27.8 <sup>a</sup>	67.0 <sup>b</sup>
	Yellow ripe stage	8.7 <sup>b</sup>	42.1 <sup>b</sup>	22.9 <sup>b</sup>	70.9 <sup>a</sup>	9.0 <sup>b</sup>	47.8 <sup>a</sup>	26.2 <sup>a</sup>	68.3 <sup>b</sup>
	Full ripe stage	6.7 <sup>c</sup>	45.6 <sup>c</sup>	23.6 <sup>b</sup>	70.3 <sup>a</sup>	7.1 <sup>c</sup>	42.4 <sup>b</sup>	22.6 <sup>b</sup>	71.1 <sup>a</sup>
	Mean	8.3 <sup>A</sup>	44.9 <sup>E</sup>	24.4 <sup>E</sup>	69.7 <sup>A</sup>	8.7 <sup>A</sup>	46.5 <sup>D</sup>	25.5 <sup>D</sup>	68.8 <sup>A</sup>

<sup>a-c, A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ at  $p < 0.05$ .

나타났다. 이러한 경향은 맥종별로 조제한 헤일리지에서도 같았으며, 헤일리지 조제 전 후를 비교해 볼 때, 헤일리지에서 단백질 함량이 0.4~1% 높게 나타났고, NDF와 ADF 함량은 비슷한 값을 보였다.

#### 4. 맥종별 헤일리지 발효품질

수확시기에 따른 맥종별 헤일리지 품질은 Table 5와 같다. pH는 모든 맥종에서 모두 수

확시기가 늦어질수록 높아지는 경향을 보였다. 젖산함량은 맥종별 모두 유숙기에 가장 높은 값을 보였고, 수확시기가 늦어질수록 감소하였다( $p < 0.05$ ). 초산도 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였고, 낙산은 검출되지 않았다. 맥종별로 보면 젖산함량이 호밀>총채밀>트리티케일>보리>귀리 순으로 호밀이 평균 3.68%로 가장 높은 값을 보였고, 보리, 귀리가 각각 2.63%, 2.47%로 낮은 값을 보였다.

Table 5. Changes of pH and organic acid content of haylage of winter cereal crops for forage at different harvest stages

Species	Harvest stages	pH	Organic acid (% DM)		
			Lactic	Acetic	Butyric
Barley (Youngyang)	Milk ripe stage	4.8	3.35 <sup>a</sup>	0.90	—
	Yellow ripe stage	5.0	2.29 <sup>b</sup>	0.19	—
	Full ripe stage	5.1	2.26 <sup>b</sup>	0.06	—
	Mean	5.0	2.63 <sup>D</sup>	0.38	—
Rye (Gogu)	10 days after heading	4.6	4.08 <sup>a</sup>	1.65	—
	20 days after heading	4.8	3.49 <sup>b</sup>	1.20	—
	30 days after heading	4.8	3.47 <sup>b</sup>	1.26	—
	Mean	4.7	3.68 <sup>A</sup>	1.37	—
Oat (Samhan)	Milk ripe stage	4.9	2.74 <sup>a</sup>	0.88	—
	Yellow ripe stage	5.0	2.41 <sup>b</sup>	0.15	—
	Full ripe stage	5.2	2.25 <sup>b</sup>	0.13	—
	Mean	5.0	2.47 <sup>D</sup>	0.39	—
Triticale (shinyoung)	Milk ripe stage	4.9	3.25 <sup>a</sup>	1.75	—
	Yellow ripe stage	5.1	2.71 <sup>b</sup>	0.57	—
	Full ripe stage	5.1	2.64 <sup>b</sup>	0.12	—
	Mean	5.0	2.87 <sup>C</sup>	0.81	—
Wheat (cheongwoo)	Milk ripe stage	4.7	3.89 <sup>a</sup>	1.88	—
	Yellow ripe stage	4.9	2.80 <sup>b</sup>	0.73	—
	Full ripe stage	5.0	2.45 <sup>c</sup>	0.19	—
	Mean	4.9	3.05 <sup>B</sup>	0.93	—

<sup>a-c, A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ at  $p < 0.05$ .

#### IV. 고 찰

총체맥류를 활용한 헤일리지 조제 및 품질에 대한 연구는 거의 없는 관계로 맥종 및 수확시기와 우리나라 기상 여건을 고려한 연구는 그 의미가 크다. 연구결과로 볼 때 모든 맥류를 유숙기에 수확할 경우에는 재료의 수분함량이 높고 5월 초~중순에는 건조에 도움을 주는 기온이 낮아 헤일리지를 조제하는데 어려움이 있다. 그러나 황숙기가 되면 수분함량은 감소하고 수량이 증가될 뿐만 아니라 기상 조건도 5

월 말경으로 온도가 높아 하루나 하루반나절 예건을 하면 우수한 헤일리지 재료를 생산할 수 있다. 원숙기는 예건을 하지 않아도 예취 후 바로 헤일리지 재료로 활용할 수 있으나 생육후기로 가면서 단백질 함량이 많이 감소하고, 또한 수확기도 6월 10일 이후가 되므로 이 모작의 어려움 등이 있다.

수확시기에 따른 맥종별 조사료의 생산성은 건물수량과 TDN 수량은 총체밀을 제외한 기타 품종은 수확시기가 늦어질수록 증가하는 경향을 나타냈다. 총체맥류는 출수기 이후부터는

이삭의 등숙이 진행됨에 따라 이삭 건물중 증가가 전체 건물중 증가에 크게 영향을 미치는 것으로 나타난다고 보고하였다 (Kwon, 2003). 또한 Hwang et al. (1985)은 호밀, 보리, 트리티케일 등은 수확시기가 늦을수록 건물수량이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 건물수량이 유숙기부터 완숙기까지 증가하는 경향을 보였다. 그 원인은 출수기 이후부터 이삭의 등숙과 함께 건물중이 증가되면서 건물수량이 증가된 것으로 판단된다. 또한 TDN 수량의 증가도 이삭이 성숙되면서 전체 비율에 대한 전분 함량이 많아지고 상대적으로 섬유소 함량의 감소를 초래하여 TDN 수량이 증가된 것으로 생각된다. 그러나 총체밀은 수확시기가 늦어질수록 건물수량이 감소하는 경향을 보였는데 이 결과는 Song et al. (2009)의 결과와 일치하였다. 그 원인은 청보리, 귀리, 트리티케일 등은 식물체의 영양기관 내 동화산물의 축적이 감소되는 것을 이삭 내 축적으로 보충한 반면, 총체밀은 이삭으로의 동화산물 전류가 늦어서 후기에 건물수량이 낮아지는 것으로 사료된다.

수확시기에 따른 맥종별 헤일리지 조제 전후의 사료가치는 조단백질, NDF, ADF의 함량이 유숙기에서 완숙기로 갈수록 낮아지는 경향을 보였고, TDN함량은 증가하는 경향을 보였다. Kwon (2003), Song et al. (2009)은 사료용 맥류의 조단백질과 NDF, ADF 함량은 출수 후 생육기간이 길어질수록 낮아진다고 보고하였다. 이러한 원인은 식물체가 성숙함에 따라 줄기부분은 목질화 되고, 종실부분은 전분함량이 늘어나면서 전체 조단백질 함량이 낮아지는 것으로 생각된다. 또한 종실의 발달과 함께 전분축적은 생육후기로 갈수록 전체 식물체에 대한 종실비율을 증가시켜 NDF, ADF의 함량을 낮추는 원인으로 사료된다. 그러나 호밀은 출수후에도 줄기가 계속 자라고, 종실의 등숙속도가 기타 맥류에 비해 느리므로 전체 건물중에

대한 줄기 건물중의 비율이 높기 때문에 생육기간이 길어질수록 NDF와 ADF의 함량이 증가하는 것으로 생각된다. NDF, ADF는 식물체 구조를 형성하는 세포벽 구성물질로 가축에게 포만감을 느끼게 하고 섭취량 및 소화율과 관련이 있으며, 특히 ADF는 TDN 함량과 직접 연관이 있는 요인으로 이용되고 있다 (Holland, 1990). TDN 함량의 증가는 ADF 함량의 감소에서 기인한 것이라는 것을 알 수 있다. 헤일리지 조제 후 단백질 함량이 증가하는 경향을 보였는데, 이는 헤일리지 조제 후 수용성탄수화물의 발효에 기인한 상대적 증가라고 생각된다. Heo et al. (2005)는 맥류 사일리지의 조제분을 조제 전과 비교해보면 수분함량은 대체로 감소하였고, 조단백질 함량은 증가되었다고 보고하였고, Cottyn et al. (1985)도 사일리지의 조제로 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량은 증가하고 NFE의 함량은 감소한다고 보고하였다. 헤일리지는 저수분 사일리지로 건조와 달리 발효가 일어나므로 이러한 관점에서 볼 때 이 연구의 결과가 선행연구자들의 결과와 일치한 것으로 판단된다.

맥종별 헤일리지에서 수확시기가 늦어질수록 pH는 높아지고, 젖산과 초산함량은 감소하는 경향을 보이고 낙산은 검출되지 않았다. 헤일리지의 발효에 영향을 미치는 요인 중에 미생물의 기질로 이용되는 수용성탄수화물이 아주 중요한 역할을 한다. Heo et al. (2005)은 사료 맥류에서 수잉기부터 황숙기까지 수확시기가 늦어질수록 수용성탄수화물의 함량은 감소한다고 보고하였는데 이런 수용성탄수화물의 감소가 젖산과 초산함량의 감소에 영향을 미친 것으로 사료된다. 사일리지 발효 시 수분함량이 높으면 pH가 4 이하로 떨어져도 낙산발효 박테리아가 억제되지 않는 경우가 생기며, 낙산발효를 할 때 단백질이 암모니아 및 아민으로 분해되므로 부패가 일어난다. Ohmomo et al.



(2002)는 수분이 60% 이하인 사일리지에서 낙산발효가 현저하게 저해된다고 보고하였는데, 헤일리지는 수분이 50% 이하인 저수분 사일리지로 낮은 수분이 낙산의 생성에 영향을 미친 것으로 생각된다.

## V. 요약

이 연구는 동계 사료맥류를 활용하여 건조대용 양질 헤일리지의 생산 가능성을 검토하기 위하여 맥종별 수확시기, 적정 건조시간 및 헤일리지 품질을 분석하였다. 그 결과 수확시기가 늦어질수록 건물수량과 TDN 수량은 높아지는 경향이었고, 단백질과 NDF, ADF 함량은 낮아지는 경향을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 헤일리지 조제를 위한 건조시간은 청보리, 귀리, 트리티케일, 총채밀 모두 유숙기에는 수분함량이 높음과 동시에 기상온도도 높지 않으므로 32시간 이상 예건이 필요하고, 황숙기에는 8~24시간 정도 예건이 필요하며, 완숙기에는 예건이 필요 없었다. 호밀은 출수 후 10일에는 32시간 이상, 출수 후 20일, 30일에서는 24시간 이상 예건이 필요하였다. 헤일리지 발효품질에서 pH는 모든 맥종에서 모두 수확시기가 늦어질수록 높아지는 경향을 보였고, 젖산함량은 유숙기에 가장 높은 값을 보였고, 수확시기가 늦어질수록 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 초산도 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였고, 낙산은 검출되지 않았다. 이상의 연구결과를 종합하여 볼 때, 사료맥류로 헤일리지 조제 시 단백질함량이나 발효품질 면에서는 수확이 빠를수록 유리하지만 우리나라 기상조건으로 볼 때 예건의 어려움이 있으므로, 호밀은 청예나 사일리지로 이용을 하고 청보리와 귀리, 트리티케일, 총채밀은 황숙기에 수확하여 8~24시간 정도 예건하면 헤일리지로 이용 가능성이 있는 것으로 판단되었다.

## VI. 사 사

본 연구는 2010~2012년도 농촌진흥청 연구개발과제 「청보리 소비확대를 위한 용도다양화 및 고급화 연구」에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

## VII. 인용 문헌

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Cottyn, B.G., Boucque, C.H.V., Fiems, L.O., Vanacker, J.M. and Buysse, F.X. 1985. Unwilted and prewilted grass silage for finishing bulls. *Grass Forage Science*. 40:119-125.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U.S. Gov. Print. Office Washington, DC.
- Gordon, C.H. 1967. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. *Journal of American Dairy Science*. 50:398-402.
- Heo, J.M., Lee, S.K., Lee, I.D., Lee, B.D. and Bae, H.C. Effect of different growing stages of winter cereal crops on the quality of silage materials and silages. 2005. *Korean Society of Animal Sciences and Technology*. 47(5):877-890.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.
- Hwang, J.J., Sung, B.R., Youn, K.B., Ahn, W.S., Lee, J.H., Chung, K.Y. and Kim, Y.S. 1985. Forage and TDN yield of several winter crops at different clipping date. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30(3): 301-309.
- Kim, W.H. and Seo, S. 2006. Cultivation and Utilization Barley as the Main Winter Crop in Paddy Field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 2006. pp 37-57.
- Kim, W.H., Seo, S., Lim, Y.C., Shin, J.S., Sung, B.R., Ji, H.J., Lee, S.J. and Park, T.I. 2007. Selection of Promising Barley Cultivar for Silage

- at Paddy Field of Honam Region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27(3):161-166.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Ham, J.S., Kim, M.J. and Lee, J.K. 2006. Effects of wilting days on the quality of round baled grass silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(1):39-44.
- Kwon, Y.U. 2003. Studies on growth, nutrient components and optimal harvesting time in winter forage crops. Dongguk university.
- Ohmomo, S., Tanaka, O., Kitamoto, H.K. and Cai, Y. 2002. Silage and microbial performance, old story but new problems. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 36(2):59-71.
- Park, T.I., Han, O.K., Seo, J.H., Choi, J.S., Park, K.H. and Kim, J.G. 2008. New barley cultivars with improved morphological characteristics for whole crop in Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28(3): 193-202.
- SAS. 2002. SAS system Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, K.H. and Park, K.H. 2009. Changes in quantity and quality of winter cereal crops for forage at different growing stages. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29(2):129-136.
- Zimmer, E. 1973. New methods in fodder conservation. European grassland federation 5th general meeting Uppsala. 12~15 June, Main paper. pp. 6-7.

(Received October 16, 2012/Accepted November 4, 2012)