

Research Article

수확시 숙기, 예건 및 유산균첨가제 처리가 호밀 원형곤포 사일리지의 건물 손실을 및 형태변화에 미치는 영향

김종근^{1,2*} · 박형수³ · 이상훈³ · 김맹중² · 김종관⁴ · 임영철³ · 정의수²

¹서울대학교 국제농업기술대학원, ²그린바이오과학기술연구원, ³국립축산과학원, ⁴(주)목원

Effect of Harvest Maturity, Wilting and Inoculant on the DM Losses and Morphological Changes of Round Baled Rye Silage

Jong Geun Kim^{1,2*}, Hyung Soo Park³, Sang Hoon Lee³, Meing Joong Kim², Jong Kwan Kim⁴,
Young Chul Lim³ and Eui Soo Chung²

¹Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea,

²INSTITUTE of GREEN BIO SCIENCE & TECHNOLOGY, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea,

³Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 31000, Korea,

⁴Mok Won Co., Anyang 13958, Korea

ABSTRACT

Three experiments were carried out to determine the effect of harvest maturity and management practices on the dry matter losses and morphological changes of round baled rye silage. Rye was harvested at three growing stages (boot, heading and flowering stage) in three different conditions i) with wilting (unwilted, short wilting and long wilting), ii) with inoculant treatment (untreated, inoculant A and inoculant B) and iii) with three different wrap colors (white, black and green). The morphological changes in round bale silage after 2 months was heavy in the early harvest and unwilted silage. However, harvesting after the heading stage did not change the shape, significantly. Inoculant treatment reduced the morphological changes and dry matter (DM) losses of round baled rye silage. DM loss was decreased with a delayed harvesting date and was significantly reduced by the inoculant. Dramatic changes in the shape were observed in all treatment at boot stage. Inoculant treatment resulted in more severe changes in the boot stage compared to untreated silage. Black color wrapping had the greatest impact among the wrap colors and there were no significant difference in the wrap colors. Harvest maturity and wilting periods was highly correlated ($p < 0.01$) with morphological change. Result of these studies indicated that dry matter content is the most important factor that affects the morphological change in round bale silage.

(Key words : DM loss, Morphological change, Maturity, Wilting, Inoculant, Wrap color)

I. 서 론

1997년 농림부가 조사료 확대생산을 위한 지원사업으로 생벚짚 원형곤포 사일리지 시범사업을 추진한 이래 사일리지 조제를 위한 기계 장비의 지원을 확정하여 그 보급을 확대하였으며 (MAF, 1998), 국내산 조사료에 대한 관심과 지속적인 정책지원은 원형곤포 사일리지 조제를 빠르게 현장으로 보급하는 계기가 되었고 현재는 조사료 생산을 위한 경영체가 전국에 약 1,500여 개가 있다.

원형곤포 사일리지는 수확된 목초 및 사료작물을 대형

베일러로 압축하고 베일을 stretching 필름으로 피복을 한 후 개체별로 저장을 하게 되며 각각의 베일은 독립적인 사일리지 발효를 시작하게 되는데 발효의 원리는 기존의 사일리지와 같은 경향으로 일어나게 된다 (Kim, 1999). 이런 원형곤포 사일리지는 건조에 비해 수확시 손실을 줄일 수 있고 초기 투자가 적게 들며 기상변화에 대처할 수 있는 가변적인 생산체계이다. 그러나 저장중의 손실이 다른 사일리지에 비해 많을 수 있고 짧은 시간 자본투자가 크고 노동력이 집중되는 단점도 있다.

현장에서의 원형곤포 사일리지의 품질은 일반적으로는

* Corresponding author : Jong Geun Kim, Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Pyeongchang 25354, Korea. Tel : 033-339-5728, Fax : 033-339-5727, E-mail : forage@snu.ac.kr

양호하나 수분함량, 부패, 이물질 등에 대한 불만이 상존하고 있으며 이로 인해 생산자와 소비자간의 불신으로 인해 일부에서는 국내산 조사료의 이용을 기피하는 사례도 나타나고 있다. 다행히 정부에서는 금년부터 수분함량과 사료 가치에 근거한 품질 안정제도를 시범사업으로 진행중에 있다. 본 평가제도는 비록 시작단계이지만 향후 사일리지의 품질 향상을 위한 중요한 계기가 될 것으로 판단된다 (MAFRA, 2015).

1997년 원형근포 사일리지 조제에 대한 지원정책이 시행된 이래 약 20년이 지나면서 생벼짚 (Kang et al., 1999; Kim et al., 2001c), 목초 (Kim et al., 2006a; Kim et al., 2006b; Kim et al., 2006c), 귀리 (Kim et al., 2000a), 호밀 (Kim et al., 1999a; Kim et al., 1999b), 청보리 등에 대한 다양한 조제 기술 연구가 추진되었다. 그러나 대부분의 연구는 작물의 적정 수확시기 (Kim et al., 2000b; Kim et al., 2001b), 수분함량 조절을 위한 예건 처리 (Kim et al., 2001a), 사일리지 품질 개선을 위한 첨가제 처리 (Kim et al., 1999a), 저장기간에 따른 비닐겹수 (Kim et al., 2001c), 비닐 색에 따른 품질 변화 (Kim et al., 1999b) 등 사일리지 제조 기술의 관점에 초점이 맞추어졌으며 이런 기술개발을 통하여 현재는 사일리지 조제 기술이 상당한 수준으로 높아져 있다고 판단이 된다. 그러나 향후 원형근포 사일리지 조제가 지속적으로 유지되기 위해서는 보다 근본적인 원인의 규명이 필요할 것으로 보인다. 따라서 본 연구는 사일리지 조제를 위한 기술 투입시 원형근포의 형태적 변화를 관찰하고 이와 건물 손실률과의 관계를 구명하여 원형근포 사일리지의 품질 안정화에 기여하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 호밀 재배 및 수확시 생육특성

본 시험에 이용된 호밀은 Koolgrazer 품종이었으며, 150 kg/ha를 10월 5일에 파종하였고 시비량은 기비로 질소, 인

산 및 칼리를 각각 80, 120 및 120 kg/ha를 사용하였고, 이듬해 3월 15일에 추비로 질소 80 kg/ha를 시비하였다. 호밀의 수확은 수잉기는 4월 20일, 출수기는 4월 29일 그리고 개화기는 5월 14일에 하였다.

호밀의 생육은 Table 1에서 보는 바와 같이 수확시 숙기가 지연됨에 따라 초장이 길었으며 특히 시험이 수행된 연도에는 이상고온으로 호밀의 초장이 158 cm로 다소 높게 나타났다. 건물함량은 출수기 때 17.8%로 0.5~1일 예건으로 수분함량을 충분히 낮출 수 있는 건물함량에 도달하였다. 생육단계에 따른 생초 및 건물수량은 수확 시 숙기가 지연됨에 따라 높아졌으나 생초수량의 경우 출수기가 개화기보다 오히려 높았다.

2. 원형근포 사일리지 조제

사일리지 제조를 위한 호밀의 수확은 숙기별로 나누어 수잉기, 출수기 및 개화기에 mower conditioner (SM 300 Trans; FELLA-WERKE GMBH Co., Italy)를 이용하여 수확하였으며 각각의 수확시기에 시험 1은 예건일수로 수잉기는 비예건, 1일 및 2일간의 예건일수를 두었고, 출수기와 개화기는 수분함량이 낮고 건조속도가 빨라 비예건, 0.5 및 1일로 예건일수를 조절하였다. 수확한 호밀은 집초기를 이용하여 베일링 전에 집초하였으며 지름 120 cm, 폭 120 cm 규격의 대형 라운드베일 (F21; FORT & PEGORARO Co., Italy)을 이용하여 압력 130 bar로 베일링 하였고 보관장으로 즉시 이동하여 Wrapper (F11; FORT & PEGORARO Co., Italy)를 이용하여 4겹의 비닐을 감아 보관하였다.

시험 2는 첨가제 종류 (무처리, 첨가제 A, 첨가제 B)에 따른 처리를 두고 수행하였다. 수확된 호밀은 수분함량을 조절하기 위해 수잉기는 1일 그리고 출수기 및 개화기는 0.5일간 포장에서 예건하였다. 첨가제는 시중에서 구입한 H사와 P사 제품을 이용하였다. 첨가제의 처리는 베일링과 동시에 분무기 (SHUR F10; Garden Grove Co., USA)로 시료에 처리하였으며 각 업체별 권장량을 살포하였다.

Table 1. Plant height, dry matter content (DM) and forage yield of rye in relation to harvest maturity

Maturity at harvest	Plant height (cm)	DM (%)	Fresh yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)
Boot	92 ^c	13.5 ^c	31,198 ^b	4,218 ^c
Heading	123 ^b	17.8 ^b	37,987 ^a	6,754 ^b
Flowering	158 ^a	29.7 ^a	26,438 ^c	7,862 ^a
Average	124	20.4	31,874	6,278
LSD (0.05)	10.2	2.2	3,658	832

^{ab,c} Values within a column followed by same letter are not significantly different at the level of 0.05 by LSD test.

시험 3은 비닐색(백색, 흑색, 녹색)에 따른 처리를 두고 수행하였으며 수확된 호밀은 수분함량을 조절하기 위해 수잉기는 1일 그리고 출수기 및 개화기는 0.5일간 포장에서 예건하였다. 본 시험에 쓰인 비닐(INTEGRATED PACKAGING RESERVOIR VICTORIA Co., Australia)은 두께는 25 μm이고 폭은 500 mm이며 길이는 1,800 m 였다.

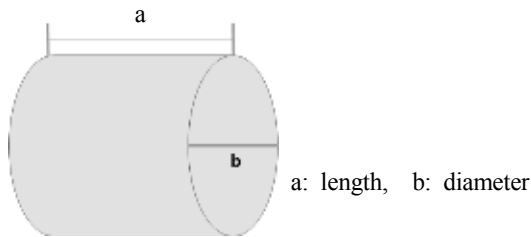
3. 건물함량 및 건물 손실률 분석

건물함량 분석을 위한 시료는 사일리지 조제 당일과 60일 후 각 처리구별로 200 g의 시료를 취하여 65°C 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물함량을 구하였고 건물 손실률은 조제당시의 건물량과 사일리지의 건물량 차이를 조제당시의 건물량에 대한 비율로 산정하였다.

$$\text{건물 손실률(\%)} = \frac{(\text{조제당시 건물량} - \text{사일리지 건물량})}{\text{조제당시 건물량}} \times 100$$

4. 형태 비율 측정

저장 60일 후의 사일리지는 보관된 위치에서 각각 지름과 길이를 측정하였다. 수분함량이 높은 사일리지의 경우 각각의 가장자리가 원통보다 줄어든 것을 감안하여 가장 짧은 수직 및 수평의 거리를 측정한 후 비율을 계산하였다 (a/b).



5. 통계처리

통계처리는 SAS Package program (Ver. 6. 12)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균간 비교는 최소 유의차검정 (LSD)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수확시기 및 예건에 따른 형태적 변화

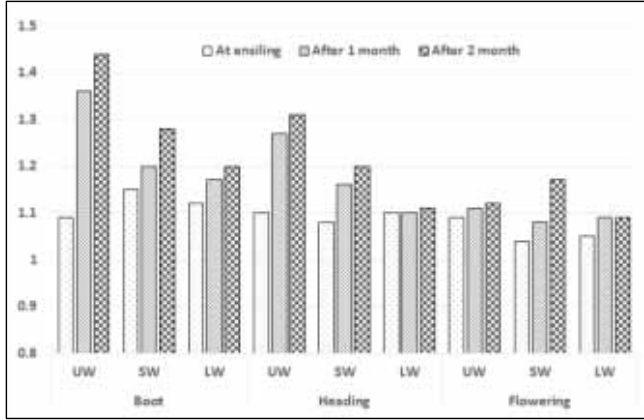
숙기와 예건에 따른 호밀 원형 곤포 사일리지의 건물손실률은 Table 2에서 보는 바와 같이 숙기가 늦어질수록, 예건기간이 길어질수록 낮아짐을 알 수 있다 (p<0.001). 즉, 재료의 수분함량이 낮을수록 건물손실률도 낮아짐을 알 수 있다. 수잉기에 수확한 재료로 제조한 사일리지는 비예건 및 예건에서 각각 32.6, 28.4 및 16.2%의 건물 손실률을 보였으며 출수기에는 비예건 및 예건 처리구에서 각각 20.5, 18.7 및 9.2%를 나타내었으며 개화기에는 건물 손실률이 더욱 낮아졌다. 건물 손실률이 Table 1의 사일리지 건물량과 밀접한 역의 상관관계가 있음을 참고할 때 건물 손실은 사일리지 원재료의 수분함량이 많아서 생기는 누름에서 기인하며 일부는 수분과다에 의한 이상발효에 기인한 것으로 생각된다. 따라서 각 수확시기별로 예건처리를 하거나 수확을 지연시켜 수분함량을 조절할 경우 건물 손실률을 크게 줄일 수 있는 것으로 판단된다. 특히 Cottyn et al. (1985) 및 Waldo (1977) 는 목초 사일리지 제조시험에서 예건처리로 건물 손실이 일반 비예건 사일리지보다 5% 이상 개선되었다고 보고 하였다.

수확시기 및 예건기간에 따른 저장기간 동안의 폭에 대한 지름의 비율 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 라운드베일 사일리지는 일정한 압력(130 bar)을 이용하여 베일

Table 2. Effect of maturity at harvest and wilting periods on dry matter losses (%) of round baled rye silage

Maturity at harvest	Wilting days			Average
	UW	SW	LW	
Boot	32.6	28.4	16.2	25.73 ^a
Heading	20.5	18.7	9.2	16.13 ^b
Flowering	16.3	13.7	7.4	16.64 ^b
Average	27.31 ^A	20.27 ^A	10.93 ^B	19.50
Probability	M	W	M × W	
	0.0012	0.0002	0.7569	

M : maturity at harvest, W : wilting days, UW : unwilted, SW : wilting for 0.5 day (1 day at boot stage), LW : wilting for 1 day (2 days at boot stage).



UW : unwilted, SW : wilting for 0.5 day (1 day at boot stage), LW : wilting for 1 day (2 days at boot stage).

Fig. 1. Effect of maturity at harvest and wilting periods on morphological changes (length / diameter) of round baled rye silage during storage.

을 만들었으며 랩에 의하여 압축을 하였기 때문에 내부로 향하는 압력이 존재하므로 저장중에 자체적 손실에 의해 형태의 변화가 일어나게 된다. 특히 이 형태의 변화는 수분함량에 크게 영향을 받으며 저장기간이 길어짐에 따라 커질 수 있다.

본 시험에서도 수잉기의 경우 다른 수확시기에 비해 변형비율이 높게 나타났으며 이것은 출수기의 비예건구에서도 높은 경향을 보였다. 즉 길이의 변화가 없는 상태에서 지름 (지면에서 수직높이)이 줄어들게 되어 변형의 비율이 커진다. 따라서 수분함량을 충분히 낮춘 출수기 예건구 이후에는 2개월 후까지 형태의 변형이 거의 나타나지 않는 경향을 보였다.

수확시기와의 관계를 비교해보면 전체적으로 수확시기가 늦추어질수록 변형비율이 낮은 경향을 보였다. 또한 예건기간이 길어질수록 변형비율이 낮게 나타나는 경향을 보였으나 개화기의 0.5일 예건구는 비예건구에 비해 변형비율이 높은 경향이였다. 본 차이는 저장 1개월에서는 변형비율이

비예건구보다 낮았으나 2개월후에는 더 높아져 저장상태가 좋지 않아 품질적으로 문제가 발생한 것으로 추정된다.

한편 라운드베일 사일리지의 형태적 변화에 대한 연구는 많지 않은데, Itokawa et al. (1992)은 라운드베일 사일리지의 수분함량에 따른 형태변화 연구에서 수분함량이 높아질 수록 변화율이 높아진다고 하여 본 시험의 결과와 비슷한 경향을 보여 주었다. 그러나 본 시험에서는 직경과 길이를 모두 조사해서 전체적인 변화양상을 관찰했지만 Itokawa et al. (1992)은 지면에서 수직인 지름과 수평인 지름 상호간의 비율을 조사하여 아래로 가라앉은 정도를 측정하였었다. 따라서 본 시험에서도 지름을 좀 더 세분하여 조사했으면 하는 아쉬움이 있었다.

2. 수확시기 및 유산균첨가제 처리에 따른 형태적 변화

사일리지 저장기간 동안의 건물 손실률은 출수기 및 개화기에서 각각 평균 13.4 및 9.8%로 유의적인 차이가 없었으나, 수잉기의 24.1%에 비해 감소한 것으로 나타났다 (p<0.001). 또한 유산균첨가제 처리 역시 대조구의 평균 20.3%에 비해 건물 손실률이 줄어드는 것으로 나타났으며 (p<0.05), 유산균첨가제 종류간에는 차이가 나타나지 않았다. 한편 본 시험의 호밀 라운드베일 사일리지의 평균 건물 손실률은 15.8%로서 낮은 경향을 보였는데 이는 예건을 통하여 불량발효를 낮추었기 때문인 것으로 추측된다. Haigh et al. (1995)은 라운드베일 사일리지의 건물 손실률이 병커 사일로보다 낮게 나타나는 것은 일반 사일리지보다 제조시 건물함량이 높기 때문이라고 보고하여 본 시험 결과를 뒷받침 해주고 있다.

Froetschel et al. (1991)은 건물 손실률은 건물함량에 따라 다르게 나타나서 건물함량이 높을 경우 유산균첨가제 처리구보다 대조구에서 낮게 나타났으나 건물함량이 낮은 경우는 유산균첨가제 처리구에서 낮게 나타났다고 하여 건물함량이 낮은 곳에서 유산균첨가제의 효과가 크다고 하였

Table 3. Effect of maturity at harvest and inoculant treatment on dry matter losses (%) of round baled rye silage

Maturity at harvest	Control	Inoculant A	Inoculant B	Average
Boot	28.4	22.3	21.6	24.1 ^a
Heading	18.7	10.4	11.2	13.4 ^b
Flowering	13.7	7.6	8.2	9.8 ^b
Average	20.3 ^A	13.4 ^B	13.7 ^B	15.8
Probability	M	I	M × I	
	0.0001	0.0228	0.9933	

M : maturity at harvest, I : inoculants.

다. 그러나 본 시험에서는 건물함량이 높은 출수기와 개화기의 유산균첨가제 처리가 건물 손실률을 5~8% 감소시켰으며, 건물함량이 낮은 수잉기의 6~7% 건물 손실률 감소에 비해 차이가 없었다.

사일리지 저장기간 동안 수확시 숙기 및 유산균첨가제 처리에 따른 라운드베일 사일리지의 형태적 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 수확시 숙기가 진행됨에 따라 2개월후의 변형정도는 지름/폭의 비가 제조시에 비하여 0.30, 0.11 및 0.05 감소하였다. 특히 개화기의 경우는 거의 변화가 없었다. 한편 inoculant 처리에 따른 저장기간 동안 사일리지의 형태 변화중 수잉기는 무처리구에 비해 변화정도가 높았으나 출수기 및 개화기에는 낮아 일정한 경향을 보이지는 않았다. 그러나 건물 손실률은 첨가제 처리로 수확시기에 상관없이 감소되는 것으로 나타났으나 수잉기에서는 그 차이가 적어 형태변화가 무처리구에서 낮게 나타난 것으로 보여진다.

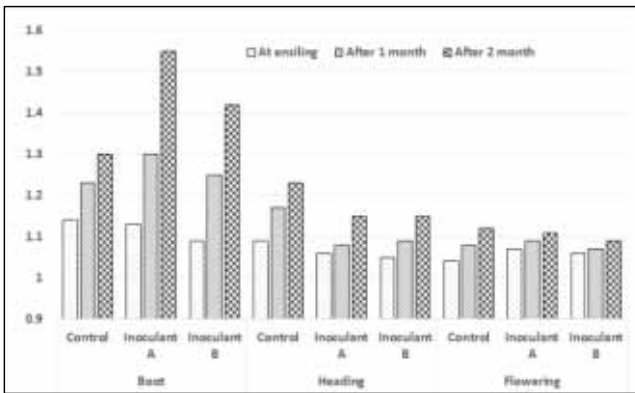


Fig. 2. Effect of maturity at harvest and inoculants on morphological changes (length / diameter) of round baled rye silage during storage.

3. 수확시기 및 비닐색에 따른 형태적 변화

사일리지의 건물 손실률은 대체로 건물함량과 높은 관련이 있었는데 수확시 숙기가 늦어짐에 따라 즉 건물함량이 높아질수록 건물 손실률이 낮아졌으나 출수기와 개화기는 유의적인 차이가 없었다. 비닐색의 건물 손실률에 대한 효과는 녹색에서 가장 낮았고 백색 그리고 흑색 순으로 나타났지만 통계적 유의성은 없었다.

한편 본 시험의 평균 건물 손실률은 20.3%로서 일반 사일로에 비해 높게 나타났는데 이는 라운드베일 사일리지는 외부에 노출되는 표면적이 넓어 공기와 접촉할 기회가 많기 때문에 부패하거나 손실 발생율이 많으며 또한 재료를 절단하지 않아 세절된 사일리지보다 답압이 불충분하여 공기의 배제가 어려워 불량발효의 가능성이 높았기 때문으로 추정된다. 건물 손실률은 흑색비닐에서 유의성은 없지만 약간 높은 것으로 조사되었으며 이와 함께 형태변화 비율도 수잉기나 출수기에서 흑색비닐이 높게 나타난 것과 관련이 있는 것으로 판단된다.

저장 기간동안 호밀 라운드베일 사일리지의 형태변화를 알 수 있는 지름/폭의 변화를 보면 수확시 숙기가 늦어짐에 따라 변형되는 정도가 줄어 들었으며 특히 출수기 및 개화기에서는 큰 차이가 없었고 수잉기는 저장 후반부에 변화의 정도가 심하게 나타났다.

그러나 비닐색에 따른 차이는 대체로 흑색 비닐 처리구에서 변형정도가 크게 나타났고 백색과 녹색은 상대적으로 적게 나타났다. 그러나 수분함량이 낮은 개화기에서는 차이가 거의 없는 것으로 나타나 비닐색에 의한 효과보다는 원재료의 수분함량에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 따라서 라운드베일 사일리지 제조시 저장중의 형태변화를 줄이기 위해서는 수분함량은 최대한 낮추는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

한편 비닐색에 따른 비닐의 내구력에는 물리적 특성에서 차이가 있는 것으로 보여지며 특히 백색비닐의 내구력이 가장 떨어지는 것으로 나타나 약 3~6개월후는 비닐의 손

Table 4. Effect of maturity at harvest and wrap colors on dry matter losses (%) of round baled rye silage

Maturity at harvest	Wrap colors			Average
	White	Black	Green	
Boot	28.4	29.6	27.2	28.4 ^a
Heading	18.7	19.2	18.1	18.7 ^b
Flowering	13.7	14.2	13.5	13.8 ^b
Average	20.3	21.0	19.6	20.3
Probability	M	W	M×W	
	0.0001	0.8389	0.9987	

M : maturity at harvest, W : wrap colors.

Table 5. Correlation coefficient (r) between DM losses and morphological changes for round baled rye silage

After ensiling	Harvest maturity	Wilting	Inoculant	Color
1 month	0.97**	0.81**	0.58	0.66
2 month	0.99**	0.97**	-0.58	0.72
Average	0.98	0.89	0.00	0.69

** Significant at the p=0.01 probability levels.

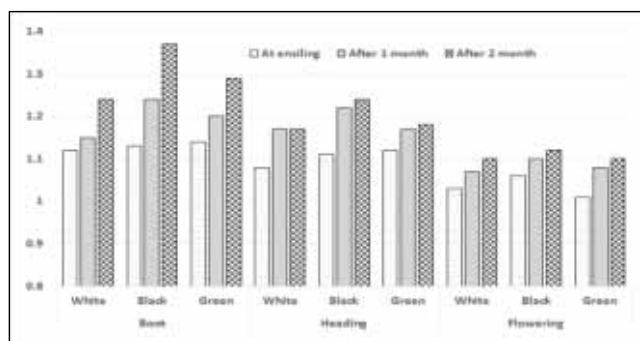


Fig. 3. Effect of maturity at harvest and wrap colors on morphological changes (length / diameter) of round baled rye silage.

상이 일어나는 것으로 나타났다. 따라서 장기보관이 필요한 경우 백색비닐의 이용은 심도있는 검토가 있어야 할 것으로 사료된다고 하였다 (Kim, 1999).

4. 형태변화와 건물 손실률과의 상관관계

다양한 조제 방법에 따른 건물 손실률과 형태변화간의 상관계수는 Table 5에서 보는 바와 같다. 수확시기와 예건 처리는 건물 손실률과 형태변화율간에 고도의 정(正)의 상관($p<0.01$)을 나타낸 반면 비닐색 처리는 상관계수가 낮게 나타났다. 특히 첨가제 처리는 저장기간에 따라 극명하게 차이가 나타나 일정한 경향을 보이지는 않았다. 따라서 본 결과로 도출해볼 때 건물 손실률과 형태변화는 수확시의 수분함량(수확시 숙기 및 예건)에 가장 큰 영향을 받는 것으로 판단되었다. 한편 Kim (1999)은 호밀 사일리지에 있어 건물 손실률은 건물함량과 부(負)의 상관이 있다고 하여 건물함량이 높을수록 건물 손실률은 낮아진다고 하였다.

IV. 요약

수확시 숙기와 조제방법이 호밀 라운드베일 사일리지의 건물 손실률과 형태변화에 대한 영향을 구명하기 위하여 3가지 시험을 수행하였다. 호밀은 3번의 생육단계에 맞춰 수확하였으며(수잉기, 출수기 및 개화기) i) 예건(비예건,

단기에건, 장기에건)에 따른 변화, ii) 유산균첨가제(무처리, 첨가제 A 및 첨가제 B) 처리에 따른 변화, iii) 비닐색(백색, 흑색, 녹색)에 따른 변화를 관찰하였다. 수잉기 및 비예건 처리구에서 저장 2개월 후의 형태 변화가 심하게 나타났다. 그러나 출수기 이후의 수확 처리구에서는 변화정도가 심하지 않았다. 첨가제 처리는 사일리지의 형태변화와 건물 손실률을 감소시켰다. 건물 손실률은 수확이 지연되거나 첨가제 처리로 유의적으로 감소되었다. 수잉기 처리에서는 형태변화가 심하게 관찰이 되었는데 첨가제 처리구가 비 처리구보다 형태변화가 더 심하게 일어났다. 흑색비닐 처리는 다른 비닐색에 비해 형태변화가 심하게 일어났으나 건물 손실률은 비닐색에 따른 차이가 없었다. 상관관계에서는 수확시 숙기와 예건기간이 형태변화와 정의 상관이 있는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 건물함량은 사일리지의 형태변화에 영향을 주는 가장 큰 요인으로 나타났다.

V. 사 사

본 논문은 농림축산식품부 연구개발사업(과학기술기반 창조농업축진 우선추진과제, 과제번호 514003-3)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

VI. REFERENCE

- Cottyn, B.G., Boucque, Ch. V., Fiems, L.O., Vanacker, J.M. and Buysse, F.X. 1985. Unwilted and prewilted grass silage for finishing bulls. *Grassland and Forage Science*. 40:119-125.
- Froetschel, M.A., Ely, L.O. and Amos, H.E. 1991. Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage fed to holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 74:546-556.
- Haigh, P.M. 1995. The composition of first-cut grass for ensilage in England and Wales from 1988 to 1991. *Grassland and Forage Science*. 50:63-67.
- Itokawa, N., Honda, Y. and Kato, M. 1992. The present situation and problems of round bale silage system(1). 1. About harvesting

- and manufacturing operations. *Sustainable Livestock Production and Human Welfare*. 46(2):263-270.
- Kang, W.S., Kim, J.G., Chung, E.S., Ham, J.S., Kim, J.D. and Kim, K.N. 1999. Studies on improvement of quality of round bale silage using rice straw. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 19(1):41-48.
- Kim, J.G. 1999. Effect of harvest maturity and management practices on quality of round baled rye silage. Seoul National University. Ph. D. Thesis.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Ham, J.S., Kang, W.S. and Kim, D.A. 2001a. Effects of maturity at harvest and wilting days on quality of round baled rye silage. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 14(9):1233-1237.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Ham, J.S., Kim, M.J. and Lee, J.G. 2006a. Effect of wilting days on the quality of round baled grass silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 26(1): 39-44.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Ham, J.S., Yoon, S.H. and Lim, Y.C. 2006b. Effect of inoculants on the quality of round baled grass silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 26(3):139-146.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kang, W.S., Ham, J.S. and Lee, S.C. 2000a. Effect of management practices on the quality of round baled oat silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 20(3):185-192.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kang, W.S., Ham, J.S. and Kim, D.A. 2001b. Effect of maturity at harvest on the changes in quality of round baled rye silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 21(1):1-6.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kim, M.J., Lee, J.G. and Kim, J.D. 2006c. Effect of wrap colors on the quality of round baled grass silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 26(3): 133-138.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Park, G.J. and Yoon, S.H. 2001c. Effect of storing method and film layers on the quality of round baled fresh rice straw silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 21(2):75-80.
- Kim, J.G., Kim, D.A., Chung, E.S., Kang, W.S., Ham, J.S. and Seo, S. 1999a. Effect of maturity at harvest and inoculants on the quality of round baled rye silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 19(4):347-354.
- Kim, J.G., Kim, D.A., Chung, E.S., Seo, S., Kim, J.D. and Ham, J.S. 1999b. Effect of maturity at harvest and wrap colors on the quality of round baled rye silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 19(4):355-362.
- Kim, J.G., Seo, S., Chung, E.S., Kang, W.S., Ham, J.S. and Kim, D.A. 2000b. Effect of maturity at harvest on the changes in nutritive value of round baled rye silage. *Journal of Korean Society of Grassland Science*. 20(4):309-316.
- MAF. 1998. Forage production and utilization manure. National Agricultural cooperative federation.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2015. The current situation of forage increase production and supplementation policy. MAFRA.
- SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guider : Statistics. SAS Inst., Inc.
- Waldo, D.R. 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forage. *Journal of Dairy Science*. 60:306-326.

(Received July 13, 2015 / Revised August 14, 2015 / Accepted September 3, 2015)