

볏짚 수거시기가 물리적 특성 및 사료가치에 미치는 영향

김응덕 · 이상무 · 황주환

Effects of Collection Time on Physical Characteristic and Nutritive Value of Rice Straw

Ung Duk Kim, Sang Moo Lee and Joo Hwan Hwang

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of collection time on the physical characteristics, Nutritive value, digestibility and palatability in rice straw. Collection time of rice straw after the rice harvest was allocated into nine treatments: T1 (10 days), T2 (25 days), T3 (40 days), T4 (55 days), T5 (70 days), T6 (85 days), T7 (100 days), T8 (115 days) and T9 (130 days). The results are summarized as follow: Plant length, leaf length and green degree were decreased with prolonging collection time. Mold distribution and dry matter loss were increased with prolonging collection time. Crude protein and crude fat were decreased with prolonging collection time, crude fiber were increased with prolonging collection time. But crude ash showed multifarious. *In situ* dry matter digestibility was decreased with prolonging collection time. Palatability of Hanwoo, Holstein and deer was decreased with prolonging collection time. The results of this study indicate that good rice straw collection time would be recommendable during the from 10 days to 40 days after rice straw harvest.

(Key words : Rice straw, Collection time, Nutritive value, Palatability)

I. 서 론

최근 우리나라는 한우 사육두수가 230만두로 증가하였고, 사료비 또한 2년 전에 비하여 약 2배 정도 상승한 상태이다. 이는 한우 사육에 있어서 경영비 중 사료비로 지불되는 가격이 약 2백 50만원에 육박하게 되는 원인으로 작용하였다. 한우 가격은 떨어지고, 사료가격이 증가함에 따라 한우 농가의 수익성은 매우 낮아지는 실정이다. 한편 한우 사육에 있어서 조사료는 소화생리에 매우 중요한 역할을 하지만 국내 조사료 생산 여건은 매우 열악한 조건 때문에 가격이 매년 높아지고 있다. 국내 조사료

현황을 보면 국내 필요한 량이 약 4,200천톤 수준이며 이 중 양질의 조사료인 목건초는 1,350천톤이 국내서 생산 공급되고 이 중 20% 수준인 850천톤 정도는 수입에 의존하고 있다. 그리고 나머지 약 2,000천톤은 볏짚을 이용하고 있는 상태이다.

볏짚 조사료는 영양적인 결함에도 불구하고 한우 사육에 있어서 가장 많이 사용되고 있는 것은 가격이 저렴하기 때문에 대부분 한우 비육농가의 조사료원으로 활용되고 있다. 볏짚의 특징은 타 작물에 비하여 사료적 가치가 떨어질 뿐 아니라 품종에 따라 부위별 구성비, 영양함량, 소화율이 다르고(김, 2004; 後藤 등,

경북대학교 축산학과 (Department of Animal Science, Kyung-Pook National University)

Corresponding author : Sang Moo Lee, Department of Animal Science, Kyung-pook National University, Sangju 742-711. Korea. Tel:+82-54-530-1224, E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

1994; Vadiveloo, 1992) 수거시기에 따라 품질 차이가 심하게 나타난다. 그리고 벚짚 수거시기를 보면 10월 말에 벼를 수확한 후 벚짚을 수거하기 시작하여 이듬해 2월까지 이어지고 있는 것이 우리의 현실이다. 이때 수거시기에 따라 품질 차이가 높게 나타남에도 불구하고 가격은 일정하게 형성된다.

따라서 본 연구는 벚짚 수거시기에 따른 물리적 형상 변화, 영양성분 변화, 기호성 변화를 조사하여, 벚짚의 사료적 가치를 구명함과 동시에 벚짚 품질 등급화 기준을 위한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험 기간 및 장소

본 시험은 2007년 10월부터 2008년 2월까지 4개월간 수행하였으며, 시험 장소는 경북대학교 생태환경대학 실습장에서 실시하였다.

2. 공시벚짚

공시 벚짚은 2007년 5월 20에 모내기를 하여 10월 20일경 수확으로 재배기간이 153일인 일품벼 품종으로서 상태가 양호한 것이었다.

3. 기상조건

시험 기간 동안 기상 조건은 Table 1에서 보는 바와 같이 평균 기온이 1.8℃, 총 일조시간이 692.4시간, 강수량이 66.1 mm, 강우 일수가 23일 이었다. 시험 전 5년 동안 평균 기온과 시험기간 동안 평균 기온, 일조량과는 차이가 없었지만, 시험기간 동안 강수량은 평균 5년에 비하여 적었다. 따라서 벚짚 건조에 매우 유리한 기상 조건 상태에서 실험이 이루어 졌다.

4. 시험설계

1) 시험구 처리

시험구 처리는 Table 2와 같이 벚짚 수거시기에 따라 T1 (11월 1일), T2 (11월 15일), T3 (11월 30일), T4 (12월 15일), T5 (12월 30일), T6 (1월 15일), T7 (1월 31일) T8 (2월 15일) 및 T9 (2월 28일)로 하여 9처리 3반복으로 하였다. 이 때 처리 구당 면적은 2 m × 2 m = 4 m²으로 하였으며, 총 벚짚 량은 7.5 kg으로 하였다.

2) 벚짚 수거 방법

11월 1일부터 다음 해 2월 말까지 약 15일 간격으로 벚짚을 수거하여 조사하였다.

Table 1. Monthly meteorological data during the experimental period in Sangju

Month	Nov. 2007	Dec. 2007	Jan. 2008	Feb. 2008	Average (Total)
Mean temp. (°C)	6.3	1.5	-0.3	-0.2	1.8
Sunshine (hr.)	193.4	139.3	146.2	213.5	(692.4)
Precipitation (mm)	5.5	21.0	37.0	2.6	(66.1)
Rainy days (day)	5.0	9.0	6.0	3.0	(23.0)
..... '02~'06 (mean of 5 years)					
Mean temp. (°C)	7.2	0.7	-0.8	1.3	2.1
Sunshine (hr.)	162.9	175.5	183.6	178.2	(700.2)
Precipitation (mm)	26.0	18.9	27.7	28.2	(100.8)
Rainy days (day)	4.8	5.8	10.2	5.8	(26.6)

Table 2. Experimental design

Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Collection times	Nov. 1	Nov. 15	Nov. 30	Dec. 15	Dec. 31	Jan. 15	Jan. 31	Feb. 15	Feb. 28
Area per treatment(m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Number of replication	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rice straw quantity(kg)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Quantity of TRS ¹⁾ (kg)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

TRS¹⁾: Total rice straw.

T1: 10 days after harvest. T2: 25 days after harvest. T3: 40 days after harvest.

T4: 55 days after harvest. T5: 70 days after harvest. T6: 85 days after harvest.

T7: 100 days after harvest. T8: 115 days after harvest. T9: 130 days after harvest.

5. 조사항목 및 조사방법

1) 초장 및 엽장

초장 및 엽장은 처리구별로 각각 60주씩(1반복 20주×3반복) 조사하여 평균치를 구하였다.

2) 녹색도 및 곰팡이 발생

녹색도 및 곰팡이 발생 정도는 처리구 별로 60주를 선발 후, 녹색도 및 곰팡이 발생 정도를 육안으로 관찰하여 1~9 범위로 하였다. 이때 녹색도 1은 없음, 9는 풍부로 표기하였으며, 곰팡이 발생도에 있어서는 1은 없음, 9는 심함으로 표기하였다.

3) 손실율

볏짚 손실율은 시험전 처리구별로 건물물을 조사하여 7.5 kg (2.5 kg×3반복=7.5 kg)씩 배치한 무게와 수거 후 건물물을 조사하여 시험 전 후 무게차로 구하였다.

4) 일반성분 및 소화율

물리적 특성을 조사 한 후 반복별로 500g씩 처리구 당 1.5kg을 78℃의 통풍 건조기로 72시간 건조 시킨 후 건물물을 산출하고 이를 기준으로 건물 손실율을 구하였으며, 이를 분쇄하여 분석 원료로 사용하였다. 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분 및 가용무질소물 등의 일반성

분은 1 mm체를 통과 시킨 시료를 이용하여 AOAC법(1984)에 따라 분석하였다. 소화율 분석법 중 *In situ* 실험은 반추위 cannula가 장착된 평균 체중 626 kg의 홀스타인 젖소 2두를 이용하여 실시하였다. 실험동물에게는 일일 배합사료 4 kg과 호밀건초 5 kg을 각각 급여하였으며, 물은 자유 섭취하도록 하였다. 시료는 Thomas Whitley Mill (Thomas Scientific, Model4, New Jersey, USA)로 분쇄한 후 실험용 체(체경 100 μ m)로 체질한 후 100 μ m 이상의 입자도를 가진 시료를 분석에 활용하였다. 시료는 공시축 당 2반복으로 총 4반복으로 실시하였다. 그리고 실험용 dacron bag은 가로 세로 10×25 cm 크기였으며, 체경은 45 μ m이었다. Nocek (1985)이 제시한 시료밀도 26 mg/cm² (wet basis)에 준하는 약 10 g을 dacron bag에 넣은 후 사료 급여 2시간 후 반추위 복낭 부위에 bag을 넣고 72시간 동안 배양하였다. 배양이 완료된 bag을 꺼내어 흐르는 물에 24시간 동안 세척 후 60℃ dry oven에서 48시간 건조하여 소화율을 분석하였다(Armentano 등, 1986; Mehrez와 φrskov, 1977).

Nylon bag 건물소화율(%) =

$$100 - \left(\frac{72\text{시간 후 잔존건물량}}{\text{시험전 건물량}} \times 100 \right)$$

5) 기호성

기호성 조사는 평소에 볏짚을 조사료로 채식하고 있는 한우, 젖소, 사슴을 공시가축으로 하였다. 이 때 한우(♀) 2두 평균체중은 432 ± 25 kg, 젖소(♀) 2두 624 ± 27 kg, 사슴(평균 47개월령) 8두를 대상으로 하였다. 방법은 처리구별로 한우 및 젖소는 2kg씩 카페테리아 법으로 4시간 동안 2반복(1일 4시간씩 2일)으로 실시하였다. 기호성 평가는 가장 채식량이 높은 구를 100%로 하여 상대 기호성을 나타냈다. 이때 다른 조사항목은 수거 직후 조사가 이루어졌지만, 기호성 조사는 각 수거시기에 시료를 수거하여 건조한 후 진공 상태로 보관 저장하여 두었다가 실시하였다. 그리고 기호성 실험에 필요한 볏짚량은 실험구와 똑 같이 설치한 예비 포장에 일부 수거하여 실시하였다.

6) 통계처리

실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics Analytical System, USA) Program (2003)을 사용하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 유의적 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 특성 변화

볏짚 수거시기별 초장은 Table 3에서 보는

바와 같이 벼 수확 후 10일 동안 건조된 볏짚(T1)은 원형이 그대로 보존된 상태이기 때문에 초장이 75.1 cm로 다른 처리구에 비하여 높게 나타났다. 그러나 벼 수확 후 볏짚 수거시기가 늦어진 T6, T7, T8, T9 처리구는 각각 초장이 68.4, 68.3, 65.9 및 61.1 cm로서 T1에 비하여 T6는 6.7 cm, T7은 6.8 cm, T8은 9.2 cm, T9는 14.0 cm 작아지는 것으로 나타났다(p<0.01). 이는 벼 수확 후 볏짚을 장기간에 걸쳐 논바닥에 놓아둠으로서 바람, 눈, 비에 의하여 엽 및 줄기가 탈락되기 때문이다. 특히 볏짚에 있어서 엽은 눈이나 비를 맞은 상태에서 장기간 눈에 방치해 두면 갈라지고 떨어져 나가는 경향이 높기 때문이다. 김 등(1999)은 건조 제조시 건조가 진행 될수록 잎은 탈락되기 쉽고 보고하였으며, Pitt 등(1991)은 건조는 기상요인과 관리적인 측면에서 수확시기에 따라 물리적인 특성에 영향을 미친다고 하였다.

엽장을 보면 T1구는 평균 33.3 cm로 가장 긴 것은 37.5 cm, 가장 짧은 것은 29.0 cm로 나타났다. 시험 마지막에 수거한 T9구는 평균 엽장이 20.8 cm 이고, 가장 긴 것은 27.1 cm, 가장 짧은 것이 14.4 cm로 볏짚 수거시기가 연장됨에 따라 짧아지는 것으로 나타났다. 전 시험기간 동안 평균 엽장을 보면 T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 및 T9에서 각각 33.3, 30.0, 28.0, 26.5, 27.8, 26.5, 22.7, 21.3 및 20.8 cm로

Table 3. The change of plant length according to collection time in rice straw

Items	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
PL(cm)	75.1±1.93 ^a	73.8±1.37 ^{ab}	72.0±1.18 ^{bc}	70.4±0.23 ^{dc}	69.2±1.57 ^d	68.4±0.81 ^d	68.3±0.65 ^d	65.9±1.01 ^e	61.1±1.03 ^f
LL(cm)	33.3±4.3 ^{ab}	30.0±6.0	28.0±5.0	26.5±3.5	27.8±4.7	26.6±5.5	22.7±6.8	21.3±4.5	20.8±6.4
GD(1-9) ¹⁾	4.2±0.3 ^a	3.2±0.7 ^b	2.7±0.6 ^b	1.3±0.6 ^c	0.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^d	0.0±0.0 ^d
MD(1-9) ¹⁾	0.0±0.0 ^c	0.0±0.0 ^c	0.7±0.6 ^c	1.0±1.0 ^c	3.3±1.5 ^b	4.0±1.0 ^{ab}	4.0±1.0 ^{ab}	4.0±1.0 ^{ab}	5.7±0.6 ^a
LR(%)	0.0±0.0 ^g	0.3±0.1 ^g	0.7±0.3 ^{fg}	1.9±0.2 ^{ef}	3.0±0.5 ^{de}	3.8±0.8 ^{cd}	4.9±0.8 ^c	8.7±1.2 ^b	10.3±1.7 ^a

1): 9(high) - 1(low).

PL : plant length, LL: leaf length, GD: green degree, MD: mold distribution, LR: loss rate.

^{a-g} Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.01).

나타났으며 이를 T1을 기준(100%)으로 볼 때 T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 및 T9는 각각 9.0, 15.9, 20.4, 16.5, 20.4, 31.8, 36.0 및 37.5% 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같이 엽장이 짧아지는 것은 논에서 수거시기가 연장됨으로서 강우, 저온동결 및 강풍에 의하여 엽이 부러지거나 탈락하기 때문이다. 본 실험에서 시험기간 동안 눈 및 비가 내린 일수가 23일이며 1월 2월 평균 기온이 저온이었던 점을 감안할 때 하나의 원인으로 판단된다(Table 1).

특히 2월에 수거한 볏짚은 다른 구보다 높은 엽 손실율을 나타냈다. 이는 전술한 바와 같이 장기간 눈, 비, 바람 및 동해로 인한 피해가 가중되었기 때문이다. 볏짚 수거시기에 따른 녹색도는 T1구가 4.2로서 약 40% 정도 녹색을 유지하는 상태였다. T2 수거시에는 3.2로서 약 30%의 녹색을 유지 하였으나 수거시기가 12월 31일 경(T5)부터 2월 28일(T9)까지는 녹색도가 없는 것으로 나타났다. 김(1988)은 녹색도가 높은 건초는 대개 말리는 도중에 비를 맞지 않았고 Carotene 함량이 풍부한 상태이지만, 비를 맞으면 녹색도가 떨어진다고 하였다. 정 등(1999)은 호밀 건초 조제시기에 따라 엽부착, 녹색도(색깔), 냄새, 부드러운 정도에 관하여 외관 평가시 조제시기가 연장됨에 따라 평가 점수가 떨어진다고 보고하였다. 강(1994)은 건초의 밝은 녹색은 카로틴 함량이 풍부하고 기호성이 우수함을 나타낸다고 하였다. 볏짚의 녹색도는 볏짚의 신선도를 나타내는 지표로서 일기가 좋을 때 단 시간내에 건조하여 활용하는 것이 녹색도를 유지하는 방법이다. 우리나라 볏짚 수거시기는 평균적으로 볼 때 빨리 수거하는 농가는 12월 안에 이루어지지만 늦은 농가는 이듬해 2월 중순 이후에도 이루어진다.

볏짚 수거시기에 따른 곰팡이 발생율은 탈곡 후 10일(T1) 25일(T2)에 수거한 볏짚에서는 엽과 줄기에 곰팡이 발생이 나타나지 않았지만, 수거시기가 늦어진 T3~T9에서는 각각 0.7,

1.0, 3.3, 4.0, 4.0, 4.0, 5.7로 나타났다.

10월 말부터 12월 중순까지 볏짚을 수거할 경우에는 곰팡이 발생율이 약 10% 미만이지만 12월 말부터 2월 말까지 볏짚을 수거한다면 곰팡이 발생이 30% 이상 된다. 볏짚 표면에 나타나는 검은 곰팡이는 눈, 비를 맞고 장기간 눈에 방치해 두면 발생율이 증가한다. 특히 곰팡이 발생은 비가 내린 뒤 일조량이 부족하고 습하면 발생율이 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 곰팡이 발생은 일반적으로 사료가치를 떨어지게 할 뿐 아니라 기호성이 나쁘게 하는 하나의 원인으로 작용한다.

한(1998)은 곰팡이 포자는 온도와 습도의 조건만 좋으면 쉽게 퍼져 나가며 변색, 독소발생, 건물중량 감소의 주요원인 이라고 보고하였으며, 강 등(1994)은 건초 외관적 평가방법에서 곰팡이 발생 여부가 양질의 건초로 분류하는 기준이 되며, 고(1994)는 특히 곰팡이가 피어 있는 것은 독소물질인 마이코톡신(mycotoxin)을 함유할 때도 있으므로 급여할 때 주의를 요하며 곰팡이 발생이 심한 경우에는 호흡기, 충혈, 고열 기립불능이 되기도 하는 Mycotoxicose로 시달리는 경우가 발생한다고 하였다.

볏짚 수거시기에 따른 건물 손실율은 10일 건초(T1)한 구는 손실율이 0%로 나타났다. 그리고 수확 후 25일(T2), 40일(T3), 55일(T4), 70일(T5), 85일(T6) 및 100일(T7)까지 각각 0.3, 0.7, 1.9, 3.0, 3.8 및 4.9% 손실율을 나타내어 손실율이 서서히 증가하는 현상을 보였지만, T8 및 T9 수거시기에는 8.7 및 10.3%의 높은 손실율을 보여 급속히 손실율이 증가하는 경향을 보였다.

손실율에 있어서 강(1994)은 건초를 만들 때 반복하여 비를 맞으면 한 번에 비를 맞히는 것보다 손실량이 늘어나며, 영양 손실에 있어서는 탄수화물과 단백질이 용해되므로 생기는 건초의 사료가치를 1/4~1/3이상 감소시킨다고 하였다. 大原과 高野(1977)는 건초 제조시 호흡 손실 6.5%, 탈락손실 6.0%, 기계손실 15.5%,

저장손실 5.0%, 급여손실 3.0% 총 36%의 손실을 가져 온다고 보고하여, 본 실험 결과와 비교시 매우 높은 손실율이 나타났다. 이와 비교시 본 실험에 낮은 손실율을 나타낸 것은 완숙된 벼를 탈곡 한 후 볏짚 건물 기준으로 건조기간에 따른 손실을 나타냈기 때문이다. 즉 본 실험에서는 기계적 손실, 호흡에 의한 손실, 급여손실이 포함되어 있지 않기 때문이다.

2. 일반성분 및 소화율 변화

볏짚 수거시기에 따른 일반성분 및 소화율 변화는 Table 4에 나타났다. 먼저 조단백질 함량을 보면 T1은 4.09%, T2는 4.01%로서 큰 차이를 보이지 않았지만, 수확 후 40일째 수거한 볏짚(T3)에서는 3.75%로 T1에 비하여 0.34% 떨어졌다. 그리고 T3~T7까지는 3.75~3.62%로 수거시기에 따른 큰 차이는 나타나지 않았다. 그러나 T9에서는 3.38%로 크게 떨어지는 경향을 보였다. T1과 T9 사이에는 조단백질 함량이 0.71% 차이를 보여 볏짚 수거시기에 따른 단백질 손실율은 17.4% 정도였다(T1을 기준으로). 김 등(2004)은 건조 조제시 4일 동안 건조와 7일 동안 건조 시험 비교시 건조기간이 4일에서 7일로 연장됨에 따라 단백질 손실량이 높아진다고 하였다.

조지방 함량은 볏짚 수거시기가 길어질수록 떨어지는 것으로 나타났다. 수거시기가 가장

빠른 T1에서는 1.28%의 지방 함량을 보였다. 그리고 T2, T3, T4, T5 및 T6에서는 조지방 함량이 1.10~1.06% 큰 손실이 나타나지 않았지만, T7시기에서 부터는 다소 큰 폭으로 떨어졌다. 조지방 함량에 있어서 T1을 기준으로 볼 때(100%) T7, T8 및 T9는 각각 24.2, 26.6 및 34.4% 감소하는 것으로 나타났다. 이(1998)는 낙동벼를 수확기별로 조지방을 분석한 결과 출수기 1.85, 유숙기 1.57, 황숙기 1.31 및 완숙기 1.29%였다고 보고하였다. 본 실험에 있어서 볏짚은 벼가 완숙하였을 때 수확하여 건조한 것으로 완숙기 초기 건조(T1)에서는 1.28%로 같은 수치를 보였다.

조섬유 함량은 T1 35.1%, T2 35.8%, T3 36.9%, T4 37.3%로 직선적으로 함량이 늘어나는 경향을 보였지만, T6에서 T9 시기에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 전반적으로 볼 때 조섬유 함량은 수거시기가 늦어지면 증가하는 것으로 나타났다. 이는 수거시기가 늦어질수록 부드러운 부분의 엽이 일부 떨어져 나가거나 줄기로부터 탈락되기 때문에 볏짚에서 줄기가 차지하는 부분이 많아졌기 때문이다.

조회분 함량은 수거시기에 따라 일정한 경향을 보이지 않았지만, T1에 비해서 수거시기가 길어짐에 따라 증가되는 수치를 나타냈다. Konno와 Reizo(1958)는 벼의 성숙과 더불어 볏짚 자체의 목질화에 따라 증가 된다고 하였으나 이(1998)는 토양 성분이 볏짚으로 오염되어

Table 4. The change of chemical characteristics and *in vitro* dry matter digestibility according to collection time in rice straw

Items	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Crude protein(%)	4.09±0.02 ^a	4.01±0.03 ^a	3.75±0.02 ^b	3.76±0.01 ^b	3.73±0.01 ^b	3.67±0.07 ^{bc}	3.62±0.05 ^c	3.59±0.05 ^c	3.38±0.12 ^d
Crude fat(%)	1.28±0.07 ^a	1.10±0.11 ^{ab}	1.11±0.01 ^{ab}	1.08±0.16 ^b	1.06±0.08 ^b	1.08±0.22 ^b	0.97±0.03 ^{bc}	0.94±0.06 ^{bc}	0.84±0.05 ^c
Crude fiber(%)	35.1 ±0.69 ^{cd}	35.8 ±1.37 ^d	36.9 ±0.27 ^{bc}	37.3 ±0.76 ^b	37.2 ±0.19 ^b	39.5 ±0.69 ^a	39.5 ±0.18 ^a	39.6 ±0.45 ^a	39.9 ±0.44 ^a
Crude ash(%)	8.77±0.02 ^e	9.75±0.02 ^c	9.45±0.05 ^d	10.32±0.05 ^b	9.87±0.01 ^c	10.67±0.31 ^{ab}	9.87±0.04 ^c	10.50±0.08 ^{ab}	10.69±0.11 ^a
Digestibility(%)	57.82±0.02 ^a	56.48±2.34 ^{ab}	56.44±1.54 ^{ab}	56.00±1.21 ^{ab}	55.06±1.32 ^{abc}	53.34±2.11 ^{bcd}	51.63±1.85 ^{cd}	51.74±3.41 ^{cd}	49.75±2.52 ^d

** Means in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.01).

회분함량이 증가한다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 벼 수확 후 볏짚을 논바닥에 놓아 둔 상태로 실험 한 것을 감안 한다면 조회분 증가는 바람에 의하여 비산되는 먼지가 쌓여졌기 때문이며, 감소되는 것은 비에 의하여 쌓여 있던 먼지가 씻겨 내려간 것으로 사료 된다. 특히 Baylor (1991)은 건초수확, 제조 및 저장 중 강우는 건초의 잎의 탈락, 양분용탈 등으로 전반적으로 양분을 감소시킨다고 하였다.

볏짚 수거시기가 반추위내 소화율에 미치는 영향을 보면, T1에서는 57.8%를 보였지만 수거시기가 연장됨에 49.8%(T9)까지 감소하는 경향을 보였다. T2~T4에서는 소화율이 56.4~56.0%로 서서히 감소하는 형태를 보였지만 T5~T7에서는 55.1~51.6%로 높은 감소율을 보였다. 볏짚 수거시기가 가장 빠른 T1(벼 수확 후 10일)을 기준(100%)으로 볼 때 수거시기가 가장 늦은 T9(벼 수확 후 130일)는 13.8% 정도 소화율이 떨어지는 것으로 나타났다.

이 등(2001)은 국내 유통 조사료의 사료가치 평가 연구에서 볏짚의 건물소화율은 51.23%로서 이와 이(200)가 보고한 혼합건초의 건물 소화율 72.3% 보다 상당히 떨어진다고 하였다. 권(2001)은 건물 소화율이 낮은 조사료는 가축의 생산성 저하 및 생산비 상승이 예견되며, 최근 친환경 축산의 추세에 비추어 볼 때 다량의 분뇨 배출에 의한 물질의 순환시스템에 악영향을 미친다고 하였다.

볏짚의 자원은 풍부하지만 소화율이나 영양소 함량이 떨어지며, 특히 조섬유 함량 중 95%를 cellulose와 hemicellulose가 차지하고 소화거의 안 되는 silica와 lignin이 다량 함유되어 있을 뿐 아니라 미생물에 의한 소화되기 어려운 구조를 가지고 있기 때문에 볏짚 이용성의 제한 요인이 된다(Van Soest와 Johnes, 1969; Han과 Garrett, 1986; 이, 1998). 한우 사육에 있어서 볏짚은 국내 부존 조사료로 가장 높은 비중을 차지하고 있을 뿐 아니라 활용도에서도 가장 높다는 점을 감안한다면 볏짚의 사료가치

가 가장 좋은 시기인 벼 수확 직후 단기간에 수거하는 방안을 모색하여야 한다. 이는 볏짚의 이용효율을 향상시키고 국내 부족한 조사료 확보, 나아가서는 한우 사육에 경제적 효율성을 높이는 방법이 될 것이다.

3. 기호성

볏짚 수거시기가 축종별 기호성에 미치는 영향은 Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3에 나타내었다. 홀스타인에 있어서 기호성을 보면(Fig. 1) T1, T2, T3 및 T4에서 각각 95, 100, 91, 84%의 높은 기호성을 나타낸 반면, 수거시기가 연장된 T7, T8, T9에서는 각각 54, 40, 49%의 낮은 기호성을 나타냈다. 수거시기가 빨라서 기호성이 높은(T1, T2, T3 및 T4) 것에 반하여 수거시기가 늦은(T7, T8 및 T9) 시기는 기호성이 절반 정도로 떨어지는 것으로 나타났다.

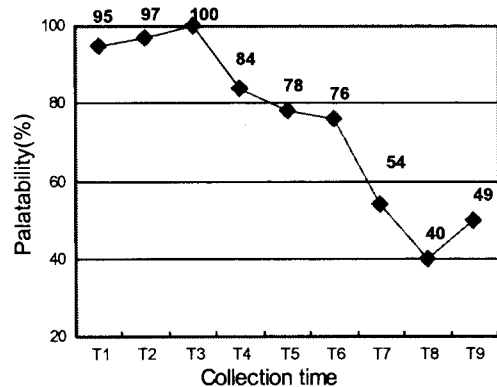


Fig. 1. The change of palatability according to collection time in rice straw (Holstein).

한우에 있어서는(Fig. 2) T1~T4 시기 즉, 벼 수확 후 10일~55 일까지는 기호성이 97, 100, 91, 95%로서 높게 나타났지만 T5 시기부터는 기호성이 계속 떨어져 T9 시기에 69%에 이르렀다. 기호성에 있어서 홀스타인은 볏짚 수거시기에 따라 51%의 기호성 차이를 보였지만, 한우에 있어서는 32%의 차이를 보였다. 한우에 비하여 홀스타인이 기호성에 더 민감한 것으로

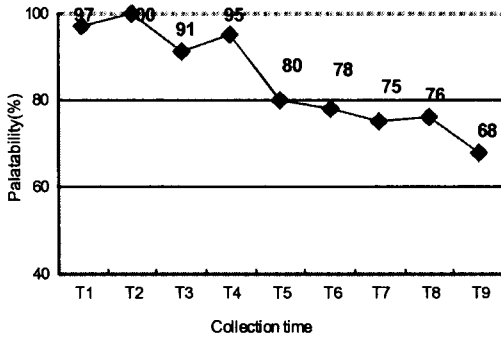


Fig. 2. The change of palatability according to collection time in rice straw (Hanwoo).

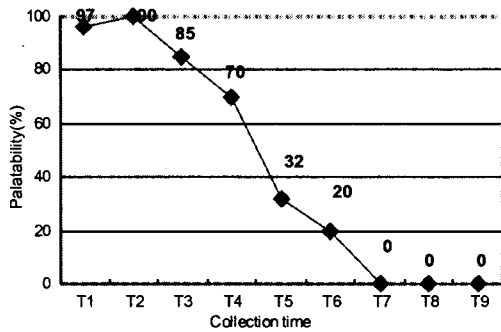


Fig. 3. The change of palatability according to collection time in rice straw (Deer).

판단된다. 사슴에 있어서는 T1 및 T2에서 높은 기호성을 보였지만 T3 및 T4에서는 각각 85%, 70%의 기호성을 보인 후 T5부터는 급속히 기호성이 떨어지기 시작하여 T7, T8, T9에서는 거의 채식이 이루어지지 않았다.

Han과 Garrett (1986)는 소화율이나 영양소함량이 낮으면 기호성이 떨어져 결국 섭취량이 감소한다고 하였으며, Arnold와 Dudizinski (1969)는 목초의 영양가, 가축의 품종, 가축의 생리 등이 복잡하게 관련되어 영양을 끼친다고 보고하였다. 이 등(1999)은 엽부의 비율, 조단백질 및 전당함량이 높을수록 기호성이 높다고 하였다. 三秋 등(1984)은 사초류의 기호성은 맛, 냄새, 촉감, 영양성분의 차이 등에 의해 영향을 받는다고 하였다.

본 실험에서 벼 수확 후 85일이 경과하면서

부터 (T6~T9) 기호성이 떨어지는 것은 앞서 여러 연구자가 보고한 바와 같이 벼짚이 장기간은 바다에 방치되면서 엽 탈락 증가, 녹색도 감소, 곰팡이 발생 증가, 조단백질 조지방 감소 및 소화율 감소가 기호성을 떨어지게 한 것으로 판단된다.

이상 결과를 종합해 볼 때 벼짚 수거 시기는 가급적 건조가 잘 된 상태에서 조기 수거하는 것이 물리적 특성, 손실율을 줄이고 영양성분 및 소화율을 보존하는 데 큰 역할을 할 뿐 아니라, 기호성을 유지하는 방안이 된다.

IV. 요약

본 실험은 벼짚 수거시기에 따른 물리적 특성, 사료가치, 소화율 및 기호성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 벼짚 수거시기를 9처리 3반복(T1: 벼 수확 후 10일, T2: 벼 수확 후 25일, T3: 벼 수확 후 40일, T4: 벼 수확 후 55일, T5: 벼 수확 후 70일, T6: 벼 수확 후 85일, T7: 벼 수확 후 100일, T8: 벼 수확 후 115일, T9: 벼 수확 후 130일)으로 하여 2007년 10월부터 2008년 2월까지 경북대학교 실험포장에서 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 벼짚 수거시기가 늦어짐에 따라 초장, 엽장, 녹색도는 떨어지며, 곰팡이 발생 및 건물손실은 증가하는 것으로 나타났다. 벼짚 수거시기가 늦어짐에 따라 일반성분 중 조단백질, 조지방, 함량은 떨어졌으나, 조섬유 함량은 증가하는 경향을 보였다. 그리고 조회분은 함량은 일정한 경향치를 나타내지 않았다. 반추위 소화율은 벼짚 수거시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다 기호성에 있어서는 벼짚 수거시기가 진행됨에 따라 한우, 젖소, 사슴에 있어서 떨어지는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 벼짚수거 시기가 늦어지면 물리적 특성, 영양적 특성 및 기호성이 모두 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 벼짚 수거시기는 가급적 빠른 시기(수확후 10~40일 사

이)에 이루어지는 것이 양질의 볏짚을 생산하는 방안으로 생각된다.

V. 인용 문헌

1. 권찬호. 2001. Codex 유기농업과 초지의 역할. 한국초지학회. 제39회 학술발표 및 특별강연 초록. pp. 55-76.
2. 강한석, 김진중, 김정일, 유영우, 문성식, 신정남, 양성주, 유문일, 이기동, 정순영, 최일, 호경진. 1994. 개정 가축사양학. 선진문화사. pp 341-352.
3. 강희신. 사료와 영양(상). 1994. 한국영양사료학회 편. 선진문화사. 제8장. 건초. pp. 356.
4. 고영두. 사료와 영양. 1994. 한국영양사료학회 편. 선진문화사. 제9장 사일리지. pp. 419.
5. 김동암. 1988. 사료작물. 선진문화사. pp 90-45~90-48.
6. 김동암, 김종덕, 한건준, 이광녕, 김종근. 1999. 볏짚 포장건조 콩과목초의 수량 및 품질 손실. 한초지. 19(2):127-132.
7. 김종덕, 권찬호, 김호중, 김명기. 2004. 초종 및 반전횡수가 볏짚 일년생 콩과목초 건초의 품질에 미치는 영향. 동물자원지. 46(3):451-458.
8. 김창호. 2004. 볏짚 사료가치의 품종간 차이 및 생육형질과의 관련성. 한작지. 49(6):516-521.
9. 이상무, 문상호, 전병태. 1999. 수수×수단그라스 교잡종과 대두와의 단작 및 간작에 따른 생육단계별 자유채식량에 관한연구. 한초지. 19(1):63-74.
10. 이성철. 1998. 벼의 생육시기가 한우 반추위 소화율과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 18(4):345-350.
11. 이형석, 이인덕. 2000. 수입 조사료의 사료가치 비교연구. 한초지. 20(4):303-308.
12. 이형석, 이인덕, 박덕섭, 박연진, 김선균, 금중수. 2001. 국내 유통 조사료의 사료가치에 관한 연구. 한초지. 21(3):109-114.
13. 정의수, 서 성, 김종근, 강우성, 김종덕. 1999. 수확시기별 Mower Conditioner 처리에 의한 숙성 양질 호밀 건초조제 효과. 한초지. 19(3):251-258.
14. 한인규. 1998. 사료가공학. 선진문화사. pp 345-346.
15. AOAC. 1984. Official methods of analysis(14th ed.). Association of Official analytical chemists. Washington, DC.
16. Armentano, L.E., Herrington, T.A., Polan, C.E., Moe, A.J., Herbein J. H. and Umstadt, P. 1986. Ruminant degradation of dried brewers granins, wet brewers granins, and soybean meal. J. Dairy Sci. 69:2124-2133.
17. Arnold, G.W. and M.L. Dudzinski. 1969. The effects of pasture density and structure on the grazing animal eats and animal productivity. N.W.S. 42-48.
18. Baylor, J. E. 1991. Hay management in North America. In field guard for hay and silage management. 1991. National Feed Ingredients Association.
19. Han, I.K. and W.N. Garrett. 1986. Improving the dry matter digestibility and voluntary intake of low quality by various treatment. A review. Kor. J. Anim. Sci. 28:199-236.
20. Konno, S. and A. Reizo. 1958. Behaviour of phosphorous compounds during the ripening of rice plant. Crop Sci. Soc. Vol. 37:408-411.
21. Mehrez, A.Z. and E.R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agr. Sci. Camb. 88:645.
22. Nocek, J.E. 1985. Evaluation of specific variable affecting *in situ* estimates of ruminator dry matter and protein digestion. J. Anim. Sci.60:1347.
23. Pitt, R.E., Muck, R.E. and Pickering, N.B. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. Grass and Forage Sci. 46:309-312.
24. SAS. 2003. SAS user's guide. Statistics, Version 9.1. SAS institute Inc. Cary. NC. USA.
25. Vadiveloo, J. 1992. Varietal differences in the chemical composition and *in vitro* digestibility of rice straw. Journal of Agricultural Science. cambridge. 119:27-33
26. Van Soest, P.J. and L.H.P. Johnes. 1969. Effect of silica in forage upon digestibility. J. dairy Sci. 51:1644.

27. 大原久友, 高野信雄. 1977. 放牧, 乾草, サイレージ. 明文書房. pp 78.
28. 三秋 尚, 高藤 勇, 田中重行, 川村 修. 1984. ソルガムサイレージの利用性向上に関する研究. 第4報. 數種の雜種ソルガム生草の營養價の比較. 宮大農報. 30:111.
29. 後藤正和, 森田 脩, 佐藤貴雄, 中南重浩. 1994. いなわら消化率の品種間差異に及ぼす植物形態學的要因. 日草誌. 40(1):38-45.
(접수일: 2009년 7월 13일, 수정일 1차: 2009년 8월 3일, 수정일 2차: 2009년 8월 28일, 게재확정일: 2009년 9월 15일)