

In situ 방법을 이용한 수확시기별 총체벼 사일리지의 한우 생체 사료가치 평가

최창원 · 정의수 · 홍성구 · 오영균 · 김종근 · 이상철

Feed Evaluation of Whole Crop Rice Silage Harvested at Different Mature Stages in Hanwoo Steers Using *In Situ* Technique

Chang Weon Choi, Eui Soo Chung, Seong Koo Hong, Young Kyoon Oh, Jong Geun Kim
and Sang Cheol Lee

ABSTRACT

Three Hanwoo steers (BW 623 ± 18.5 kg) with ruminal and duodenal cannulae were used to investigate nutrients degradability and total digestible nutrient (TDN) of whole crop rice silage (WRS) harvested at different mature stages using *in situ* technique. Crude protein content (mean 4.81%) decreased with progressed maturity at harvest except for WRS harvested at yellow stage. Ruminal dry matter degradability of WRS at milk stage tended to be slightly lower than that of the other stages during the entire incubation time from 12 h post-incubation. The rapidly degradable N (*a-fraction*) of WRS harvested at milk stage was significantly ($p < 0.05$) higher than that of WRS at dough stage whereas the slowly degradable N (*b-fraction*) of WRS harvested at yellow and dough stages were statistically ($p < 0.05$) higher than those of the other WRS. Effective protein degradability (EPD) of WRS harvested at yellow stage was numerically (compared with dough and milk stages) and statistically (compared with mature stage) higher than EPD of the other WRS. Protein digestibility of WRS at different gastric tracts did not differ ($p > 0.05$) between the harvest stages. TDN of WRS harvested at yellow stage in Hanwoo steers was statistically (compared with milk stage) and numerically (compared with dough and mature stages) higher than TDN of the other WRS. Overall, taking present feed evaluation into consideration, WRS harvested at yellow stage may be recommended for Hanwoo steers. Further studies on *in vivo* rumen fermentation pattern and minimizing nutrients loss during harvest should be required for accurate feed evaluation.

(**Key words** : Feed evaluation, Whole crop rice silage, Hanwoo steer, *In situ*)

I. 서 론

최근 우리나라는 쌀 생산성 향상과 소비량 감소로 매년 쌀 재고량의 누적으로 쌀 및 총체

벼의 가축사료로 이용이 점차 진행되고 있는 상황이다. 우리나라와 유사한 상황에 있는 일본의 경우는 1971년부터 재고 쌀 처분차원에서 쌀의 사료가치 평가연구를 수행하고 다수의 총

농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Omockchun-Dong, Gwonseon-Gu, Suwon 441-706, Korea)

Corresponding author: Chang Weon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Omockchun-Dong, Gwonseon-Gu, Suwon 441-706, Korea. Tel: +82-31-290-1646, Fax: +82-31-290-1660
E-mail: cwchoi@korea.kr

체벼 전용 품종을 개발하였을 뿐 아니라, 정부 차원에서의 정책적인 지원을 지속적으로 추진하고 있다(Masao 및 Takeshi, 1990; Sakai, 2003; 김 등, 2007).

동물영양학적으로 반추가축의 생체 사료가치 평가는 반추위라는 혐기발효조와 반추위 미생물의 분해작용으로 인해 정확한 측정이 어렵기 때문에(최 등, 2006). 총체벼 및 총체벼의 사일리지에 대한 연구는 최적의 수확시기, 품질 및 생산성 향상 등 여러 분야에서 진행되어 왔다(이 등, 2005; 김 등, 2007; 2008). 그리고 일부 사료가치 평가를 실시한 보고가 있지만, 생체 사료가치 평가가 아닌 주로 실험실 내 사료성분 분석에 의존하였다(김 등, 2008; 2009). 또한 국내에서 생산된 벼, 현미 및 백미에 대한 사료가치 연구는 차 등(1998)에 의해 최초로 이루어졌으나 면양을 이용한 것이고 우리 고유 축종인 한우를 대상으로 한 생체 사료가치 평가는 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구는 *in situ* 방법인 nylon bag (NB) 및 mobile bag (MB) 기법을 이용하여 수확시기별 총체벼 사일리지의 영양소 분해율 및 가소화영양소총량(TDN)을 분석하여 총체벼 사일리지의 한우 생체 사료가치를 평가하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 사양관리

농촌진흥청 국립축산과학원 가축대사연구실(경기도 수원 소재)에서 반추위 및 십이지장 cannula를 동시장착한 거세한우 3두(평균체중 623 ± 18.5 kg)를 공시하여 NB 및 MB 시험을 실시하였다. 사료 급여량은 풍건물 기준으로 볏짚 1kg와 일반배합사료 5kg을 1일 2회(09:00 및 17:00) 급여하였으며 미네랄 블록 및 물은 자유채식시켰다.

2. 총체벼 사일리지 제조

수확시기별 총체벼 사일리지를 제조하기 위해서 경기도 수원 소재 국립축산과학원 포장에서 추청벼를 이용하여 2008년 4월 25일 직파하였다. 9월 16일 유숙기 수확 시 측정된 생육 및 수량 상태는 간장 71.1 cm, 경수 11.5개로 일반적으로 모판을 이용해서 재배하는 벼와 비교 시 다소 수량이 낮은 것으로 여겨지나, 본 시험에서 벼를 직파하였다는 조건을 고려하면 정상적인 생육 및 수량을 유지하는 것으로 생각된다(성 등, 2004).

숙기별 낱씨와 이삭의 균기정도 등을 고려하여 유숙기(9월 16일), 호숙기(9월 22일), 황숙기(9월 29일) 및 완숙기(10월 13일)에 각각 벼를 수확하였고, 원형콘포 사일리지로 제조하였다.

3. *In situ* 시험

수확시기별 총체벼 사일리지는 개봉 즉시 시료채취기(forage sampler)를 이용하여 10회 시료를 채취하여 잘 혼합하여 1샘플로 준비하고 분석 전까지 -70°C 에 보관하였다. 사료의 일반조성분은 AOAC(1990)법에 의하여 분석하였다(Table 1).

1) Nylon bag 시험

본 nylon bag 시험은 오 등(2006) 및 Choi(2002)에 제시된 방법을 이용하여 실시하였다. 거세한우 3두에 4개의 수확시기별 사일리지 시료를 배양시간별 5개를 준비하여 nylon bag에 넣어 반추위에 배양하였다(6반복). Wiley mill을 이용하여 2 mm로 분쇄한 각각의 사일리지 사료는 5g씩 nylon bag (80×150 mm; 45 μm pore size)에 담고 nylon bag 입구를 nylon 끈으로 묶은 후 39~40 $^{\circ}\text{C}$ 의 물에 담근 후 아침사료 급여 직전에 반추위 ventral sac 쪽으로 깊게 넣고, 1, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 및 120시간 동안 배

Table 1. Chemical composition of whole crop rice silage

	Stage of whole crop rice silage			
	Milk	Dough	Yellow	Mature
Dry matter (DM), %	31.5	31.3	36.9	56.6
Crude protein, % of DM	5.11	4.82	4.95	4.36
Ether extract, % of DM	2.64	2.51	2.31	2.16
Crude fiber, % of DM	35.6	30.2	29.2	31.9
Neutral detergent fiber, % of DM	51.1	50.6	47.0	50.4
Acid detergent fiber, % of DM	31.7	30.6	29.8	31.2
Ash, % of DM	9.71	7.90	7.66	7.75

양하였다. 배양이 끝난 nylon bag은 반추위 케틀라로부터 꺼내어 맑은 물에 침지 후, *in situ* 전용 세척기를 이용하여 스피ن (spin) 없이 30분간 세척하였다. 각 시간대별 시료는 세척 즉시 60°C dry oven에서 48시간 동안 건조하였다. 한편, 0시간 (즉 no rumen incubation)대 시료는 반추위내 배양 없이 동일한 방법으로 침지 및 세척을 한 후 건조하였다. 모든 시료는 남은 시료량을 측정 후, AOAC (1990)법으로 건물 및 단백질 함량을 측정하였다.

2) Mobile bag 시험

수확시기별 총체며 사일리지의 NB 시험 종료 후, mobile bag 시험을 위해 NB 시험과 동일한 방법으로 준비된 사료를 2 mm milling 후 sieve하여 DM기준 1g씩 mobile bag (30×45 mm; 45µm pore size)에 담고 입구를 전기필름용접기로 봉합하였다. 시험축 오전 사료급여 직후 MB를 반추위에 넣고 16시간동안 배양 후 꺼내어 NB 시험과 동일한 방법으로 침지 및 세척하고 일부는 세척 즉시 60°C dry oven에서 48시간 동안 건조하였다. 4위 소화를 위해 HCl + pepsin solution (200mg pepsin in 2L of 0.004M HCl, pH 2.4)을 준비하여 shaking waterbath에서 40°C 3시간동안 소화시킨 후 세척한다. 세척 후 잔량 측정용 시료를 제외하고 나머지 HCl + pepsin solution을 거친 mobile bag은 다시 십이지장 캐놀라를 통하여 10분 간격으로 투입하였다. 십이지장 캐놀라를 통해 투입 후 약 12~

24시간 내에 분으로 배설된 MB를 수거하여 세척한 후 48시간 건조하여 남은 잔량을 측정하고 AOAC (1990)법에 의하여 건물 및 단백질을 분석하였으며, Bomb calorimeter (parr Instrument Co., USA)를 이용하여 칼로리를 측정하여 총체며 사일리지의 가스화에너지 (DE)를 측정하였고, TDN은 도출된 DE 값을 변환계수 0.0441로 나누어 계산하였다 (NRC, 2001).

3) 반추위 분해율 계산 및 통계처리

수확시기별 총체며 사일리지 사료의 DM 소실을 및 단백질 소실율은 배양기간 동안 소실된 양을 배양전 시료의 양에 대한 백분율로 계산하였다. 각 시료의 단백질 소실을 데이터를 SAS package (2002)의 nonlinear regression procedure를 통해 Ørskov and McDonald (1979)의 모델 계수를 이용하여 다음과 같이 분해율을 계산하였고 통계분석은 SAS의 일반선형모형 (GLM procedure)을 이용하여 분산분석을 실시하고 유의성 차이는 LSD (least significant difference) 검정을 통해 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

P : N degradability at time t

a : rapidly degradable N

b : slowly degradable N

c : degradation rate of b

t : incubation time

각 총체벼 사일리지 사료별 반추위 유효 단백질 분해율 (effective protein degradability, EPD) 은 Ørskov 및 McDonald (1979)의 방법에 의하여 계산하였고, 이 때 반추위 outflow rate은 2%로 계산하였다 (Choi, 2002).

III. 결과 및 고찰

1. 수확시기별 총체벼 사일리지의 조성분 비교

총체벼 사일리지의 조단백질 함량 (평균 4.81%)은 황숙기를 제외하고는 수확시기가 늦어질수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 총체벼 및 총체벼 사일리지 수확시기가 늦어질수록 감소한다는 기존의 연구 결과와 일치하는 것이다 (Kato 등, 2000; 김 등, 2007; 2008). 그러나 기존 연구결과와 조단백질 함량이 7.0~8.7% 내외임을 감안할 때 본 연구의 총체벼 사일리지 조단백질은 다소 낮은 것으로 판단된다. 이러한 현상은 트랙터를 이용한 기계작업으로 총체벼를 수확하면서 조성분 함량이 비교적 높은 알곡 부분의 탈락이 많아지면서 발생한 것으로 추측된다. 이것은 MB 법을 이용한 TDN 값에서도 유사한 결과가 나타났다 (Table 4). 한편, 비교적 낮은 조단백질 함량으로 판단되는 Kato 등 (2000)의 연구에서는 유숙기 이후의 조단백질 함량은 4.1~5.6%로 보고해 본 연구결과와 비슷하였다. 수확시기별 총체벼 사일리지의 조지방, 조섬유, neutral detergent fiber (NDF) 및 acid detergent fiber (ADF) 함량도 조단백질 함량의 변화와 유사하게 수확시기가 늦어질수록 함량이 낮아지는 것으로 나타났다. 다만, 완숙기 총체벼 사일리지의 조섬유, NDF 및 ADF 함량은 호숙기 및 황숙기에 비해 다소 증가하였다. 일반적으로 총체벼 또는 총체벼 사일리지의 NDF 및 ADF 함량은 수확시기가 늦어질수록 감소하였으나 (김 등, 2007; 2008), 성 등 (2004)은 황숙기 총체벼의 ADF 함량이

가장 낮았다고 보고하였다. 이것은 알곡이 성숙되는 과정에서 hemicellulose나 다른 섬유소 성분의 변화에 기인되는 것으로 추측되나, 자세한 생화학적 과정은 이에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다 (성 등, 2004).

2. 수확시기별 총체벼 사일리지의 반추위 분해율

총체벼 사일리지의 건물 및 단백질에 대한 한우 반추위 시간대별 분해율은 Fig. 1 및 2에 나타내었다. 유숙기 총체벼 사일리지 건물의 반추위 시간대별 분해율은 배양 후 12시간 이후부터 다른 수확시기에 비해서 다소 낮게 나타났다으나, 전체적으로 볼 때 수확시기에 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다. 반추위 단백질 시간대별 분해율은 유숙기에서 배양 후 2시간까지 비교적 높게 나타났고, 배양 후 48시간 이후부터 완숙기에서 다소 낮게 나타났다. 이러한 결과는 비교적 용해성 단백질 함량이 높을 것으로 추측되는 유숙기와 성장이 이루어지면서 중성 및 산성세제불용성 단백질이 비교적 높을 것으로 추측되는 완숙기의 특성을 생각할 때 매우 이상적인 결과라고 생각된다. 수확시기별 총체벼 사일리지의 생체 가치평가 관련 기존 연구가 거의 전무하여 직접적 고찰은 어려우나, Choi (2002)가 발표한 목초 1번초 (first cut)와 2번초 (second cut)를 이용하여 제조한 사일리지 (전체 질소량 대비 1, 2번초 사일리지 용해성 질소량, 72.7 및 56.1%)의 반추위 단백질 시간대별 분해율 조사에서 본 연구와 유사하게 1번초 사일리지 배양 초기에 높게 나타났고 배양 후기 (48~96 h)에는 2번초가 낮게 나타났다. 한편, 반추위 배양 후 12~48시간에서 단백질 분해율은 수확시기별로 큰 차이를 보이고 있지는 않지만, 황숙기>호숙기>유숙기>완숙기의 순으로 나타난 바, 시간대별 반추위 단백질 분해율로는 황숙기 총체벼 사일리지 한우에게 가장 유리할 것으로 판단된다.

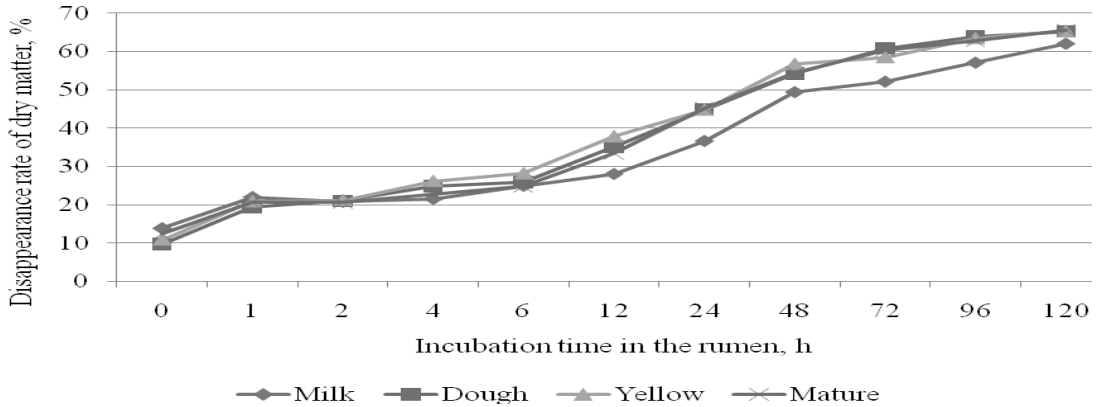


Fig. 1. Disappearance rate of dry matter of whole crop rice silages in the rumen. Milk, dough, yellow and mature express whole crop rice silage harvested at either milk, dough, yellow or mature stages, respectively.

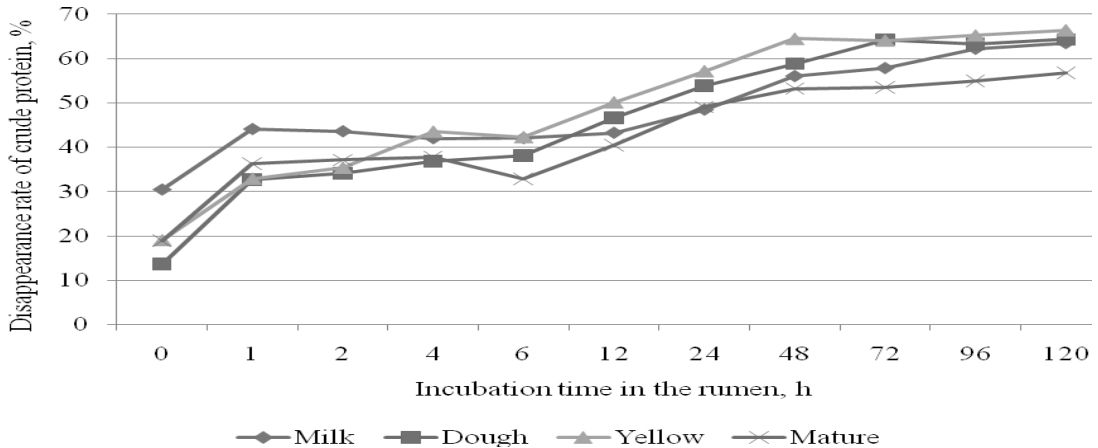


Fig. 2. Disappearance rate of crude protein of whole crop rice silages in the rumen. Milk, dough, yellow and mature express whole crop rice silage harvested at either milk, dough, yellow or mature stages, respectively.

Table 2는 NB 방법을 이용하여 도출한 반추위 시간대별 분해율을 토대로 한우 반추위 단백질 분해율을 조사한 것이다. 반추위 내에서 빠르게 분해되는 단백질 (*a*-fraction)은 호숙기와 비교시 유숙기에서 유의성 있게 높았고($p < 0.05$), 다른 수확시기의 총체벼 사일리지 간에는 통계적 차이는 없었다. 유숙기의 *a*-fraction 이 높은 것은 반추위 배양 초기의 높은 단백질 분해율 결과와 일치하는 것으로 생각된다. 호숙기 및 황숙기의 *a*-fraction이 완숙기보다 수치적으로 낮게 나타났지만 통계적 유의성은 없었

다 ($p > 0.05$). 반추위에서 천천히 분해되는 단백질 (*b*-fraction)은 호숙기 및 황숙기가 유숙기 및 완숙기보다 유의성있게 높았다 ($p < 0.05$). 또한, 반추위 outflow rate을 2%로 감안하여 계산한 유효 단백질 분해율 (effective protein degradability, EPD)에서는 황숙기가 호숙기와 유숙기에 비해 수치적으로 높게 나타났고, 완숙기와 비교해서는 유의적으로 높게 나타났었다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 단백질의 반추위 시간대별 분해율과 일치하는 결과이며, 총체벼 사일리지를 한우에게 급여 시 단백질 가치평가 측면에서는 황숙기에

Table 2. Ruminal N degradation characteristics of whole crop rice silage using a nylon bag technique

	Stage of whole crop rice silage				SEM ¹⁾
	Milk	Dough	Yellow	Mature	
Rapidly degradation fraction (<i>a</i>)	38.8 ^x	23.6 ^y	25.9 ^{xy}	28.7 ^{xy}	6.50
Slowly degradable fraction (<i>b</i>)	27.1 ^y	38.8 ^x	38.4 ^x	26.3 ^y	4.64
Potential degradability (<i>a+b</i>)	65.9 ^x	62.4 ^{xy}	64.3 ^{xy}	55.1 ^{xy}	5.20
Rate of degradation of <i>b</i> (<i>c</i>)	0.02	0.05	0.10	0.06	0.05
Effective protein degradability ²⁾	52.1 ^{xy}	54.8 ^{xy}	57.9 ^x	48.4 ^y	3.78

¹⁾ Standard error of the mean.

²⁾ Calculated according to Ørskov and McDonald (1979) with a rumen outflow rate of 2% for all feeds.

^{x,y} Mean with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

수확하는 것이 가장 유리할 것으로 사료된다.

3. 한우 소화장관별 총체벼 사일리지의 단백질 소화율

Table 3은 총체벼 사일리지의 소화장관별 소화율을 반추위 소화율을 제외한 후 장관별 소화율에 따라 백분율로 나타낸 것이다. 총체벼 사일리지의 제4위 및 하부소화기관(십이지장 이후)의 단백질 소화율은 수확시기별로 통계적 유의성이 나타나지 않았다 ($p > 0.05$). 이것은 본 연구에서 총체벼 사일리지의 비교적 낮은 조단백질 함량으로 인해(참조: Table 1), 반추위에서 분해되기 용이한 단백질이 전체적으로 분해됨에 따라 하부소화기관에서는 수확시기별 크게 차이가 나타나지 않았던 것으로 추측된다. 또한, 오 등(2006)은 사료의 반추위 분해율은 반추위 미생물에 의한 암모니아태 질소 함량에 따라 차이가 날 수가 있음을 보고하였고, 이는 하부소화기관의 소화율의 변화와 밀접한 관계

가 있다고 추측된다. 일반적으로 사료내 단백질 함량이나 용해도 및 반추위 프로토조아 증가, 사료의 물리·화학적 특성에 따라 반추위내 암모니아 농도 수치는 크게 영향을 받는다(Henning 등, 1993). 따라서, 보다 정확한 생체영양소 이용 기전 파악을 위해서는 향후 총체벼 사일리지의 용해성 및 비용해성 단백질 분획에 따른 사료가치 평가 및 수확시기별 총체벼 사일리지 급여 후 반추위 발효 변화 패턴에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

4. 총체벼 사일리지의 TDN

Table 4는 총체벼 사일리지의 가소화에너지(DE) 및 TDN(DE/0.0441, NRC, 2001)를 나타낸 것이다. 총체벼 사일리지의 DE 및 TDN은 황숙기가 유숙기에 비해 유의성있게 높았고($p < 0.05$), 호숙기 및 완숙기에 비해서는 수치적으로 높았다($p > 0.05$). 원물 기준으로 환산한

Table 3. Crude protein digestibility (% , as dry matter basis) of whole crop rice silage in Hanwoo steers using a mobile bag technique

	Stage of whole crop rice silage				SEM ¹⁾
	Milk	Dough	Yellow	Mature	
Rumen	38.8 ^x	23.6 ^y	25.9 ^{xy}	28.7 ^{xy}	6.50
Abomasum	5.7	6.9	10.2	8.1	2.25
Lower intestine	34.8	38.4	32.2	27.2	5.54
Total	79.3	68.9	68.2	64.1	10.55

¹⁾ Standard error of the mean.

^{x,y} Mean with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 4. Digestible energy (DE) and total digestible nutrients (TDN) of whole crop rice silage using a nylon bag technique

	Stage of whole crop rice silage				SEM ¹⁾
	Milk	Dough	Yellow	Mature	
DE, Mcal/kg	1.14 ^y	1.52 ^{xy}	1.70 ^x	1.36 ^{xy}	0.250
TDN ²⁾ , %	25.9 ^y	34.5 ^{xy}	38.5 ^x	30.8 ^{xy}	5.67
TDN as fed basis, %	8.1 ^y	10.8 ^{xy}	14.2 ^{xy}	17.4 ^x	3.45

¹⁾ Standard error of the mean.

²⁾ Calculated as DE/0.0441 (NRC, 2001).

^{x, y} Mean with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

TDN은 호숙기, 황숙기 및 완숙기 간 통계적 유의성이 나타나지 않았고 ($p > 0.05$), 유숙기는 완숙기에 비해 낮게 나타났다 ($p > 0.05$). 일반적으로 성장이 지속되면서 벼 알곡으로의 전분질 축적이 많아져 수확이 늦어질수록 TDN값은 높게 나타난다고 알려져 있으며 (김 등, 2007), 현재 연구결과에서 완숙기를 제외하고는 기존 연구결과와 유사하게 나타났다. 현재 총체벼 사일리지의 TDN값은 평균 32.4%로 기존 연구의 51~60% (Shioya, 2003; 김 등, 2007; 2008) 보다는 낮았다. 하지만, 기존 연구에서는 총체벼 및 총체벼 사일리지의 TDN값은 주로 ADF 함량을 기준으로 전환공식 ($TDN = 88.9 (0.79 \times ADF)$)에 의해 TDN값을 추정하였음을 고려할 때 (김 등, 2008; 2009) 본 연구에서 MB 방법을 이용하여 도출된 생체 사료가치평가 결과와 단순 비교는 의미가 크지 않다고 사료된다. 실제로 본 연구에서의 ADF 함량을 기준으로 TDN 전환공식을 이용하면, 유숙기, 호숙기, 황숙기 및 완숙기는 각각 63.9, 64.7, 65.4 및 64.3%로 기존 연구결과와 유사하다. 하지만, 앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서 총체벼 수확 시 사용한 트랙터에 의해 발생한 영양소의 손실, 조단백질 함량이 기존의 연구와 비교 시 낮은 현상과 (Table 1), 총체벼의 TDN 함량이 조단백질 함량과 고도로 유의한 정의 상관관계가 있음을 고려할 때 (이 등, 2005), 현재 생체 사료가치 평가법에 의한 총체벼 사일리지의 TDN값이 ADF 함량에 따른 전환공식의 값보다는 오히려 더 정확할 것으로 사료된다. 또한, 수확 시 탈락은 수확시기에 상

관없이 전체적으로 이루어졌으므로 본 연구에서 생체 사료가치평가 결과 황숙기 총체벼 사일리지의 사료가치가 가장 우수하다고 추론하는 것이 적절하다고 판단된다. 향후 총체벼 사일리지의 한우 생체사료가치 평가를 통한 정확한 TDN값 측정을 위해서는 총체벼 영양소 손실을 최소화하면서 사일리지 제조가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 반추위 및 십이지장 cannula를 동시 장착한 거세한우 3두 (평균체중 623 ± 18.5 kg)를 공시하여 *in situ* 기법으로 수확시기별 총체벼 사일리지의 한우 생체 영양소 분해율 및 TDN을 분석하고자 실시하였다. 총체벼 사일리지의 조단백질 함량 (평균 4.81%)은 황숙기를 제외하고는 수확시기가 늦어질수록 감소하는 경향을 보였다. 총체벼 사일리지 건물의 반추위 시간대별 분해율은 유숙기에서 배양 후 12시간 이후부터 다른 수확시기에 비해서 다소 낮은 경향을 보였다. 반추위 단백질 *a-fraction*은 유숙기에서 호숙기에 비해 유의성있게 높았고 ($p < 0.05$), *b-fraction*의 경우, 황숙기와 호숙기가 다른 수확시기의 총체벼 사일리지보다 통계적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 반추위 EPD는 황숙기가 다른 수확시기에 비해 수치적 (호숙기 및 유숙기) 및 통계적 (완숙기)으로 높게 나타났다. 소화장관별 총체벼 사일리지 단백질 소화율에서는 전체적으로 수확시기별 차이가 나

타나지 않았다. 한우 생체 사료가치 평가를 통한 총체벼 사일리지의 TDN은 황숙기가 다른 수확시기에 비해 통계적(유숙기) 및 수치적(호숙기 및 완숙기)으로 높게 나타났다. 현재 연구 결과를 종합해 볼 때, 거세한우 생체 내 총체벼 사일리지는 황숙기에 수확 시 그 사료가치가 가장 높을 것으로 판단된다. 향후 보다 정확한 사료가치 평가를 위해서 *in vivo* 반추위 발효 패턴 탐색 및 수확시 영양소 손실 최소화 등의 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: 2007020103601101)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

VI. 인 용 문 헌

1. 김종근, 정의수, 서 성, 김맹중, 이종경, 윤세형, 임영철, 조용민. 2008. 수확시기 및 품종이 총체벼 사일리지의 품질에 미치는 영향. 초지조사료지. 28(1):29-34.
2. 김종근, 정의수, 이종경, 임영철, 윤세형, 김맹중. 2009. 총체 벼의 직파시기에 따른 수량 및 사료가치 비교. 초지조사료지. 29(1):25-30.
3. 김종근, 정의수, 함준상, 서 성, 김맹중, 윤세형, 임영철. 2007. 생육시기 및 품종이 총체 벼의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 27(1):1-8.
4. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료성분에 미치는 영향. 한초지. 24(1):53-60.
5. 오영균, 김경훈, 최창원, 강수원, 정일병, 노환국. 2006. 한우에 대한 현미의 사료가치 평가. 한국동물자원과학회지. 48(3):393-400.
6. 이점호, 정오영, 백진수, 홍하철, 양세준, 이영태, 김종근, 성경일, 김병완. 2005. 최적 총체사료벼 품종 선별을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 한국동물자원과학회지. 47(3):355-362.
7. 차영호, 김형호, 박준철, 정완태. 1998. 면양의 사료로서 벼, 현미, 백미의 가소화영양성분. 축산논문집. 40(1):114-117.
8. 최창원, 백경훈, 강수원, 이병석, 오영균, 김경훈. 2006. 제 3위 소화액 채취기법을 이용한 반추위 단백질 사료 분해 패턴 측정법의 고찰. 한국동물자원과학회지. 48(4):541-554.
9. A.O.A.C 1990. Official method of analysis, association of official agricultural chemist. Washington, D. C. USA.
10. Choi, C.W. 2002. Assessment of the flow of soluble dietary non ammonia nitrogen escaping degradation in the rumen of dairy cows fed grass silage based diets. Ph.D. Dissertation, Department of Animal Science. Publications No. 66. University of Helsinki. ISBN 952-10-0855-5 (mid.). 60 p. + 4 publ.
11. Henning, P.H., D.G. Steyn and H.H. Meissner. 1993. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. J. Anim. Sci. 71:2516-2528.
12. Kato, M., T. Takahashi and T. Kayaba. 2000. Effect of applied fermented dairy cow waste on slurry nitrogen utilization, mineral content, fermentes quality and nutritional yield of rice plan (*Oryza sativa* L.). Grassland Science. 45:379-387.
13. Masao, O. and H. Takeshi. 1990. Effects of cropping season and soiling time and height on herbage and grain yield and feeding value. Japan Jour. Crop Sci. 59(3):419-425.
14. National Research Council. 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 7th Revised Ed. Washington, DC: Academy Press.
15. Ørskov, E.R. and P. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92:499-503.
16. Sakai, M. 2003. New rice varieties for whole crop silage use in Japan. Breed. Sci. 53(3):271-276.
17. SAS. 2002. Sas User's Guide. Statistics. Version 8.e. SAS Institute. Inc. Cary, NC.
18. Shioya, S. 2003. Feeding technology of whole crop rice silage. National Livestock Research Institute. International Seminar on Cultivation and Utilization of Rice as Feeds. Proceedings. pp. 83-98.

(접수일: 2010년 2월 23일, 수정일 1차: 2010년 3월 15일, 수정일 2차: 2010년 4월 13일, 게재확정일: 2010년 5월 27일)