

국내 이용 주요 조사료원의 영양소 함량 및 반추위 *In situ* 소실을 평가

나영준¹ · 이경원¹ · 홍경희¹ · 임종수¹ · 김명화¹ · 김경훈² · 이상락^{1*}

¹건국대학교 동물자원과학과, ²농촌진흥청 국립축산과학원

Evaluations of Nutrient Compositions and *In Situ* Ruminant Disappearance Rates of Roughage Sources Commonly Used in Korea

Young Jun Na¹, Kyung Won Lee¹, Kyung Hee Hong¹, Jong Soo Lim¹, Myeong Hwa Kim¹, Kyeong Hoon Kim²
and Sang Rak Lee^{1*}

¹Animal Science and Technology, Konkuk University, Seoul, Korea,

²National Institute of Animal Science, RDA, Suwon, Korea

ABSTRACT

This study is conducted to estimate the nutrient compositions and *in-situ* ruminal disappearance rates of roughage sources which are commonly used in South Korea. Twelve types of roughage sources are being selected based on surveys from more than 50 farms, and 12 samples from various farms and companies are collected and analyzed for their nutritive components and minerals. Two Hanwoo steers (BW 526 ± 14 kg) with ruminal cannula are used to investigate *in situ* ruminal degradability. Five roughage sources, timothy hay, alfalfa pellet, rice straw, klein grass hay and tall fescue straw, are all selected from 12 roughage sources above for further experiments. Overall, the nutrient components and minerals from the 12 roughage sources have shown low values when comparing with standard tables of feed compositions in Korea. *In situ* dry matter disappearance rate is recorded as high in order of klein grass, timothy, alfalfa pellet, tall fescue and rice straw. *In situ* crude protein disappearance rate is high in order of alfalfa pellet, klein grass, timothy, tall fescue and rice straw.

(Key words : *In situ* disappearance rate, Nutrient composition, Roughage, Ruminant, South Korea)

I. 서 론

반추가축은 각각의 성장 단계와 주변 환경 스트레스 등에 따라 요구하는 영양소 요구량이 달라진다. NRC (2001), CNCPS (2003)와 한국가축사양표준 (2012b) 등의 현대적 사양 시스템에서는 각 사양 단계별로 영양소 요구량을 계산하여 적절한 영양소를 급여하도록 설계되어 있으며, 이를 위해서는 먼저 이용하는 원료사료의 평가가 정확하게 이루어져야 한다. 정확한 평가가 이루어지지 않은 사료가 반추동물에게 급여되었을 시 영양소 결핍, 과잉급여, 사료의 손실, 가축의 생산성 저하, 대사성 질병의 증가와 가축의 경제 수명 단축 등의 직접적인 경제적 손실과 연결된다. 국내에서 사용되는 대부분의 반추가축용 사료는 많은 양을 수입에 의존하고 있으며 수확시기, 수확방법, 유통기간, 저장기간과 저장방법 등에 따라 사료의 영양가치가 달라지

만 많은 소규모의 배합사료 공장과 농가에서는 정확한 사료 가치의 평가가 이루어 지지 않고 있는 실정이다.

단위동물과는 다르게 반추동물은 대부분의 에너지를 반추위 내의 미생물들에 의해 생성된 VFA 등의 영양소를 흡수하여 이용한다. 이러한 이유 때문에 사료의 영양적 가치를 평가하기 위해서 일반적으로 사용되는 일반 조성분 분석이나 각종 미네랄과 아미노산 분석은 실제적으로 반추동물에게 이용되는 양과 일치하지 않을 수 있다. 따라서 반추동물의 경우 사료의 가치를 평가하는데 화학적인 성분 분석 방법 이외에 *in vitro*, *in vivo* 그리고 *in situ* 등의 방법이 제시되었으며, 이러한 방법을 이용하여 반추가축에게 소화되는 영양소량을 추정해 볼 수 있다. *In vitro* 방법의 경우 직접 동물체를 이용하지 않기 때문에 비교적 적은 비용으로 편리하게 실험을 할 수 있으며 동물실험의 한계를 극복할 수 있는 장점이 있다. 하지만 *in vitro* 방법은 반추

* Corresponding author : Sang Rak Lee, Konkuk University, Seoul, Korea, Tel: +82-2-450-3696, Fax: +82-2-455-1044, E-mail: leesr@konkuk.ac.kr

위 내 사료 통과 속도 등 정확한 환경을 고려하지 않으며 직접 동물체내에서 진행되는 것이 아니기 때문에 적절한 반추위의 상태를 재현하기 힘들다. *In vivo* 방법의 경우 직접 동물에서 최종적으로 소화되는 정도를 알아 볼 수 있으며 비교적 정확한 방법이지만, 시간과 비용이 많이 들며 (Van Straalen and Tamminga, 1990) 시간대별로 사료가 반추위 내에서 분해되는 정도를 알 수가 없다. 반면에 *In situ* 방법은 측정할 사료를 나일론 백에 담고 이를 반추위 cannula가 시술된 동물의 반추위 내에 넣어 시간대별로 분해되어 빠져나가는 사료의 양을 측정하는 방법으로 비교적 간편하고, 한 번에 많은 양의 샘플을 측정 할 수 있기 때문에 사료의 소실율을 측정하는데 널리 쓰이는 방법이다 (Varvikko and Lindberg, 1985).

따라서 본 연구는 국내 농장 50개소에서 일반적으로 반추동물용 사료로 사용되고 있는 12가지의 조사료를 선정하여 NRC (2001)에서 권장하는 10여 가지의 일반 성분과 미네랄을 분석하여 한국표준사료성분표 (2012a)의 성분분석 값과 비교하였다. 또한 그 중 주요 조사료원으로 사용되는 벣짚, 알팔파펠렛, 티모시, 클라인글라스와 톨페스큐를 선정하여 건물 및 조단백질의 *in situ* 반추위 소실율을 조사하였다. 이 두 실험을 통해 국내 농가에서 실제로 이용되는 주요 조사료원의 보다 정확한 사료가치를 평가코자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 국내이용 주요 조사료원의 영양가치 평가 데이터베이스 구축을 위해 착유우 30두 이상 사육하고 있는 농가 50여개소를 대상으로 조사한 결과를 토대로 12가지의 조사료를 선정하였다. 선정된 각 원료사료는 농장과 사료수입회사를 통해 각각 다른 곳에서 5개 이상의 다양한 샘플을 확보 후 분석하여 평균을 제시하였다. 채취한 시료는 분석을 위해 -20°C 로 냉동 보관하였다가 실온에서 해동한 후 Tomas-Wiley mill (Model4, Tomas Scientific, New Jersey, USA)을 이용하여 2 mm로 분쇄 후 성분 분석 및 *in situ* 소실율 측정 실험에 이용하였다.

2. 성분분석

Dry matter (DM), crude ash, ether extract (EE), crude fiber (CF)는 AOAC (1990)의 방법에 따라 분석하였다. DM은 통풍건조기에서 60°C 로 48시간 동안 건조하였으며 crude ash

는 electric muffle furnace에서 550°C 로 약 3시간 동안 회화시켰다. Ether extract는 soxhlet (2050 Soxtec auto extraction unit, Foss Tecator, Denmark)을 이용하여 petroleum ether를 용매로 하여 조지방 함량을 측정하였다. Crude fiber는 샘플을 1.25% 황산과 1.25% 수산화나트륨 용액에 침지 후 hot extractor (1020 Hot extractor, Foss Tecator, Denmark)를 이용해 가열 후 잔여물에서 조회분을 뺀 나머지를 측정하였다. Crude protein (CP)은 kjeldahl법에 따라 샘플을 95% 황산 용액과 함께 digestion unit (Kjeldahl digestion unit K-424, Buchi, Switzerland)에서 400°C 로 가열 후 샘플을 distillation unit를 이용하여 증류 후 자동 적정기 (702 SM titrino, Metrohm, Switzerland)를 통해 적정하여 조단백질 함량을 측정하였다. Acid detergent fiber (ADF) 및 acid detergent lignin (ADL)은 Van soest (1991)의 방법에 따라 분석하였다. ADF는 샘플을 AD solution으로 처리한 후 잔여물을 측정하였으며 ADL은 ADF 잔여물을 72% 황산으로 처리 후 회화기를 이용해 조회분을 구하여 빼 준 값을 이용하여 구하였다. α -amylase treated neutral detergent fiber (α NDF)는 David (2002)의 방법에 따라 중성세제용액 처리 중 α -amylase (A3306, Sigma)를 처리하여 분석하였다. Neutral detergent insoluble crude protein (NDICP), acid detergent insoluble crude protein (ADICP)는 Licitra et al. (1996)이 묘사한 방법으로 NDF와 ADF 내 CP 함량을 분석하였다. 칼슘, 인, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 불소 및 황 등의 미네랄 분석 또한 AOAC (1990)의 방법에 따랐다. 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 불소와 황은 샘플의 조회분을 50% 염산으로 처리 후 용액 중의 미네랄 함량을 원자흡광분광광도계 (novAA 300, Analytic Jena, Germany)를 이용하여 측정하였다. 인은 샘플의 조회분을 50% 염산과 molybdovanadate reagent로 처리 후 UV spectrophotometer를 이용하여 인의 농도를 측정하였다.

3. 공시동물 및 사양관리

반추위 cannula가 장착된 각각 512 kg, 540 kg의 거세 한우 2두를 공시하여 *in situ* 소실율을 조사하였다. 기초사료는 옥수수과 밀기울을 기본으로 한 CP 13% 수준의 농후 사료 6 kg와 벣짚 1 kg을 9:00와 17:00에 1일 2회 급여하였고 (Table 1), 미네랄 블록 및 물은 자유롭게 급여하였다.

4. *In situ* 소실율 측정

Cannula가 장착된 512 kg, 540 kg의 거세 한우 2두의 반

Table 1. Ingredients and chemical composition of basal diet fed to Hanwoo steer used for measurement of *in-situ* ruminal disappearance rate of various roughage sources

| Item | Concentrate | Rice straw |
|----------------------|-------------|------------|
| Ingredients, %DM | | |
| Corn, cracked | 48.1 | |
| Wheat bran | 41.0 | |
| Soybean meal | 5.0 | |
| Rapeseed meal | 2.0 | |
| Molasses | 2.0 | |
| Limestone | 1.5 | |
| Salt | 0.4 | |
| Chemical composition | | |
| Dry matter, % | 91.9 | 88.7 |
| Crude protein, %DM | 13.3 | 4.5 |
| Ether extract, %DM | 3.4 | 0.8 |
| Crude fiber, %DM | 4.6 | 33.3 |
| Ash, %DM | 4.9 | 11.5 |

추위 내에 볏짚, 알팔파 펠렛, 티모시, 클라인글라스와 톨페스큐 총 5가지의 조사료를 Tomas-Wilay mill (Tomas scientific, Model4, New Jersey, USA)을 이용하여 분쇄한 후 각각 5g씩 나일론 백(5 × 10 cm 50 μm pore size)에 넣어 0, 6, 12, 24 및 48시간 동안 배양하였다. 0시간은 3반복을 하였으며 6시간은 6반복을 하였다. 12, 24 및 48시간 배양의 경우 사료의 손실률이 커 차후 성분분석에 이용하기 위해 반복 횟수를 늘려 8반복으로 실험을 실시하였다. 배양이 끝난 나일론 백은 꺼내어 수돗물에 충분히 세척한 후 60°C dry oven에서 48시간 동안 건조하여 DM을 측정하고 CP를 분석하여 DM 소실율과 CP 소실율을 측정하였다.

5. 반추위 소실을 계산 및 통계분석

각 조사료원에 대한 건물 반추위 *in situ* 소실율은 배양 기간 동안 소실된 사료의 건물량을 배양 전 사료의 건물량으로 나누어 백분율 단위로 나타내었다. 조단백질 소실율은 소실된 조단백질의 절대량과 배양 전 사료의 조단백질 절대량으로 나누어 백분율로 나타내었다. 배양 시간에 따른 조사료별 건물 및 조단백질 소실율은 SAS PROC MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA)를 이용하였으며 모델의 고정변수는 조사료원, 배양시간 및 조사료와 배양시간 간의 상호관계를 지정하였다. 임의변수로는 동물을 지정하였

으며 배양시간은 반복측정 (Repeated measure)을 고려하였다 (Litte et al., 1997). 건물분해율과 단백질분해율의 변동량을 측정하기 위해 REML 방법을 사용하였으며 자유도는 Kenward-Roger의 option을 사용하여 유의성 (p<0.05)를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 영양소 성분 평가

본 연구에서 수행한 조성분 및 미네랄 분석 결과를 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 국립축산과학원 (2012a)에서 제시하지 않은 클라인글라스, 썬글라스와 수단글라스 사일리지는 본 데이터와 비교하지 않았다. 전체적으로 DM을 제외한 Ash, CP, EE와 CF의 값은 국립축산과학원의 한국표준사료성분표 (2012a) 보다 낮은 값을 보였으나 알팔파 건초와 티모시의 CF는 높게 나타났다. 미네랄의 경우 Na를 제외한 대부분의 미네랄에서 국립축산과학원 (2012a)의 값보다 낮은 수치를 나타내었다. 하지만 Lee and Lee (2000)가 조사한 수입 조사료의 조성분 중 본 연구와 중복되는 톨페스큐, 버뮤다 글라스, 알팔파 그리고 귀리를 비교해 보았을 때에는 본 연구의 Ash, CP와 EE가 더 높은 수치를 보였으며 NDF와 ADF의 함량은 본 연구가 더 낮게 나타났다.

연구 결과 본 연구에 사용한 조사료는 DM을 제외한 영양성분에서 국립축산과학원 (2012a)의 함량보다 대체적으로 낮은 경향을 보여 실제로 국내에 유통되고 있는 사료의 영양소 함량에 비해 일반적인 사료가치가 고평가 되고 있다고 사료된다. 목초의 경우 대부분 수입산이 이용되며 원산지, 운송기간과 보관방법 등에 따라 영양성분의 함량이 영향을 받으며 (Van Straalen et al., 1997) 사일리지는 재료의 숙기, 예취시기, 첨가물의 종류와 양 등에 따라 영양성분의 함량에 영향을 받는다.

CNCPS (2003)에서 제시한 조사료의 영양성분에 비교하였을 때, 오차드글라스, 티모시, 알팔파, 옥수수사일리지, 귀리 그리고 버뮤다글라스의 CP, EE와 미네랄 함량이 전체적으로 낮게 나타났으며 NDF의 함량은 높게 나타났다. 버뮤다글라스의 NDICP의 함량을 제외한 나머지 NDICP와 ADICP의 함량은 CNCPS에 비하여 낮은 함량을 보였다. CNCPS (2003)의 자료가 미국의 일반적인 조성분을 대표한다고 볼 때 우리나라의 조사료의 품질이 대체적으로 미국보다 낮다고 평가할 수 있을 것이라 사료된다.

본 실험을 통해 일반적으로 국내에 유통되는 조사료의

Table 2. Chemical composition of crude components, fiber fractions and insoluble crude protein of investigated roughage sources

| Item | Crude component ¹⁾ , %DM | | | | | Fiber fraction ²⁾ , %DM | | | Insoluble CP ³⁾ , %CP | |
|---------------------|-------------------------------------|-------|-------|------|-------|------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|
| | DM | Ash | CP | EE | CF | NDF | ADF | ADL | NDICP | ADICP |
| Alfalfa hay | 89.83 | 9.43 | 18.54 | 2.13 | 29.48 | 43.03 | 36.33 | 8.64 | 13.59 | 8.14 |
| Bermuda grass hay | 91.65 | 7.76 | 9.64 | 1.90 | 24.25 | 70.69 | 33.28 | 6.93 | 53.94 | 11.41 |
| Klein grass hay | 93.06 | 8.77 | 11.27 | 1.67 | 30.27 | 68.70 | 36.09 | 5.46 | 49.07 | 13.84 |
| Oat hay | 90.66 | 6.53 | 7.84 | 2.49 | 29.17 | 61.73 | 39.76 | 8.22 | 14.03 | 5.99 |
| Sheep grass hay | 89.71 | 5.85 | 6.70 | 1.44 | 33.33 | 74.42 | 44.96 | 9.28 | 37.46 | 8.06 |
| Timothy hay | 91.21 | 7.08 | 8.20 | 2.27 | 29.90 | 63.52 | 39.44 | 5.06 | 23.78 | 9.27 |
| Orchard grass straw | 91.29 | 6.43 | 4.30 | 1.46 | 35.80 | 74.16 | 47.22 | 7.76 | 28.14 | 12.79 |
| Rice straw | 91.28 | 16.36 | 4.82 | 1.46 | 32.65 | 71.79 | 48.21 | 4.62 | 26.56 | 6.02 |
| Rye straw | 91.77 | 5.19 | 4.95 | 1.16 | 38.05 | 73.38 | 44.84 | 10.46 | 24.65 | 5.86 |
| Tall fescue straw | 91.78 | 6.71 | 5.68 | 1.17 | 36.43 | 70.77 | 44.28 | 8.38 | 22.89 | 8.63 |
| Corn silage | 30.51 | 6.60 | 8.08 | 2.77 | 27.72 | 50.98 | 31.64 | 2.91 | 18.19 | 0.50 |
| Sudan grass silage | 39.36 | 10.07 | 9.15 | 2.01 | 27.61 | 62.94 | 44.23 | 5.65 | 17.60 | 10.38 |

¹⁾ DM : Dry matter; CP : Crude protein; EE : Ether extract; CF : Crude fiber.

²⁾ NDF : Neutral detergent fiber; ADF : Acid detergent fiber.

³⁾ NDICP : Neutral detergent insoluble crude protein; ADICP : Acid detergent insoluble crude protein.

Table 3. Macro mineral composition of investigated roughage sources

| Item | Ca, %DM | P, %DM | Mg, %DM | Cl, %DM | K, %DM | Na, %DM | S, %DM |
|---------------------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Alfalfa hay | 1.40 | 0.27 | 0.35 | 1.06 | 0.99 | 0.42 | 0.25 |
| Bermuda grass hay | 0.39 | 0.22 | 0.18 | 0.76 | 0.68 | 0.31 | 0.27 |
| Klein grass hay | 0.38 | 0.22 | 0.35 | 1.29 | 0.10 | 1.32 | 0.13 |
| Oat hay | 0.19 | 0.19 | 0.14 | 0.69 | 0.65 | 0.64 | 0.10 |
| Sheep grass hay | 0.23 | 0.13 | 0.16 | 0.43 | 0.18 | 0.23 | – |
| Timothy hay | 0.38 | 0.22 | 0.13 | 0.93 | 0.41 | 0.32 | 0.09 |
| Orchard grass straw | 0.26 | 0.18 | 0.09 | 1.16 | 0.03 | 0.19 | 0.06 |
| Rice straw | 1.27 | 0.11 | 0.05 | 0.55 | 0.03 | 0.10 | 0.06 |
| Rye straw | 0.19 | 0.05 | 0.10 | 0.56 | 0.12 | 0.30 | – |
| Tall fescue straw | 0.31 | 0.14 | 0.15 | 0.99 | 0.23 | 0.66 | 0.09 |
| Corn silage | 0.15 | 0.45 | 0.20 | 0.44 | 1.01 | 0.05 | 0.12 |
| Sudan grass silage | 0.73 | 0.24 | 0.27 | 1.46 | 0.03 | 0.19 | 0.08 |

화학적 성분을 알아보았다. 본 실험결과 사료 원료들의 성분 함량은 전체적으로 국립축산과학원 (2012a)의 데이터 베이스와 다소 차이를 보였다. 물론 사료의 가치를 평가하는 가장 좋은 방법은 이용하기 직전에 새로운 원료사료에 대하여 화학적인 분석을 수행하는 것이지만 매번 성분 평가를 수행할 수 없는 소규모의 농가나 사료 배합 공장에서 는 본 연구 데이터베이스를 참고로 국내에서 유통되고 있

는 원료사료의 평균적인 일반성분을 파악하고 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 반추위 *in situ* 소실율

48시간 동안 반추위 *in situ* 배양 시 원료사료들의 건물 소실율과 조단백질 소실율은 Table 4에 제시하였다.

Table 4. *In situ* ruminal disappearance rate of investigated roughage sources

| Incubating time, hr | Rice, straw | Alfalfa, pelleted | Timothy, hay | Klein glass, hay | Tall fescue, straw | SEM | P-value |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|---------|
| Dry matter disappearance rate, % | | | | | | | |
| 6 | 22.74 ^c | 33.05 ^a | 31.87 ^a | 27.30 ^b | 26.22 ^b | 0.6780 | < 0.001 |
| 12 | 28.20 ^b | 38.14 ^a | 38.42 ^a | 35.97 ^a | 29.12 ^b | 2.1153 | < 0.001 |
| 24 | 36.53 ^d | 50.08 ^{ab} | 51.46 ^a | 45.48 ^{bc} | 41.48 ^{cd} | 1.2471 | < 0.001 |
| 48 | 46.53 ^e | 59.03 ^c | 63.73 ^b | 67.53 ^a | 51.58 ^d | 1.0461 | < 0.001 |
| Crude Protein disappearance rate, % | | | | | | | |
| 6 | 35.25 ^d | 53.68 ^a | 44.80 ^c | 48.76 ^b | 50.72 ^b | 0.5769 | < 0.001 |
| 12 | 40.40 ^d | 61.09 ^a | 54.45 ^{bc} | 57.44 ^{ab} | 51.77 ^c | 1.4864 | < 0.001 |
| 24 | 49.03 ^c | 71.68 ^a | 66.25 ^{ab} | 64.56 ^b | 53.78 ^c | 1.6430 | < 0.001 |
| 48 | 53.73 ^c | 85.72 ^a | 77.67 ^{ab} | 84.13 ^{ab} | 70.60 ^b | 3.6420 | < 0.001 |

a, b, c, d : Within a row, means without a common superscript letter differ (p < 0.05).

초기 6시간 건물 소실율은 알팔파펠렛과 티모시가 각각 33.05%와 31.87%로 가장 높았으며 톨페스큐와 클라인글라스가 각각 27.30%와 26.22%로 높은 소실율을 보였으며 22.74%로 볏짚이 가장 낮은 건물 소실율을 나타내었다 (p<0.001). 12시간의 건물 소실율은 티모시, 알팔파펠렛과 클라인 글라스가 각각 38.42%, 38.14%와 35.97%로 가장 높았으며 톨페스큐와 볏짚은 29.12%와 28.20%의 소실율을 나타내었다 (p<0.001). 24시간의 건물 소실율은 51.46%로 티모시가 가장 높았으며 알팔파펠렛이 50.08%, 클라인글라스는 45.48%, 톨페스큐는 41.48% 그리고 볏짚은 36.53% 순서대로 건물 소실율을 나타내었다 (p<0.001). 48시간의 건물 소실율은 67.53%로 클라인글라스가 가장 높았으며 티모시가 63.73%, 알팔파펠렛은 59.03%, 톨페스큐는 51.58% 그리고 볏짚은 46.53% 순서대로 건물 소실율을 나타내었다 (p<0.001).

초기 6시간 조단백질 소실율은 53.68%로 알팔파펠렛이 가장 높았으며 톨페스큐와 클라인글라스가 각각 50.72%와 48.73%로 높았으며 티모시가 44.80% 그리고 볏짚은 35.25%의 소실율을 나타내었다 (p<0.001).

12시간의 조단백질 소실율은 62.23%로 알팔파펠렛이 가장 높았으며 클라인글라스가 58.15%, 티모시는 57.15%, 톨페스큐가 53.46% 그리고 볏짚 47.43% 순서대로 조단백 소실율을 나타내었다 (p<0.001). 24시간의 조단백 소실율은 73.40%로 알팔파펠렛이 가장 높았으며 티모시가 69.42%, 클라인글라스는 65.82%, 톨페스큐는 56.47% 그리고 볏짚은 48.56% 순서대로 조단백질 소실율을 나타내었다 (p<0.001). 48시간의 조단백질 소실율은 86.15%로 알팔파펠렛이 가장

높았으며 클라인글라스가 84.63%, 티모시는 79.32%, 톨페스큐는 72.20% 그리고 볏짚은 62.83% 순서대로 조단백 소실율을 나타내었다 (p<0.001).

두과 목초인 알팔파펠렛에서 초기 건물 소실율이 높게 나타났지만 48시간대에는 티모시와 클라인 글라스에 비하여 낮은 수치를 보였다. 티모시는 6, 12 및 24시간대 건물 소실율이 가장 높았지만 48시간대의 건물 소실율은 클라인 글라스가 더 높았다. 볏짚은 모든 시간대의 건물 및 조단백질 소실율에서 낮은 수치를 보였다. 두과 목초에 비해 화본과 목초인 티모시와 클라인 글라스가 전체적인 건물 소실율이 더 높았지만 화본과임에도 불구하고 고간류인 볏짚에서는 건물 소실율이 낮게 나타났다. 볏짚은 다른 화본과 목초에 비해 알곡을 생산하고 남은 부분을 이용하는 조사료원으로 가소화 영양소 성분이 낮고 실리카의 함량이 높아 소화율이 낮은 특징이 있어 (Van soest et al., 2006) 이와 같은 결과를 보인 것으로 사료된다. 조단백질 소실율은 알팔파펠렛이 모든 시간대에서 가장 높았으며 클라인 글라스와 티모시가 이어서 높았다. 건물 소실율과 마찬가지로 볏짚과 톨페스큐가 낮은 조단백질 소실율을 보였는데 이는 알팔파펠렛, 티모시와 클라인 글라스에 비해 사료 내에 반추위에서 용해 되기 쉬운 조단백질의 함량이 낮은 이유로 보여진다. 앞의 영양소 성분 평가 실험에서는 neutral detergent insoluble crude protein (NDICP)과 acid detergent insoluble crude protein (ADICP)을 평가하였다. NDF 내 질소화합물인 NDICP는 헤미셀룰로오스 내 탄수화물의 공유 결합을 유지시키는 역할을 하며 (Fry, 1988), 이러한 NDICP는 소화가 가능하지만 느리게 분해되는 조단백질이다

(Licitra et al., 1996). ADICP는 소화가 거의 되지 않는 조단백질로서 (Thomas et al., 1982) 이같은 화학적 평가를 통한 불용성 질소화합물의 평가를 통해 조단백질 소화율을 예상해 볼 수 있다. 하지만 앞의 평가에서 NDICP의 함량이 클라인글라스, 벧짚, 톨페스큐, 티모시 그리고 알팔파 순서였던 것에 비해 *in situ* 조단백질 소실율에서 클라인글라스가 알팔파 다음으로 높은 조단백질 소실율을 나타내었으며 나머지는 NDICP의 함량과 일치하는 추세를 보였다.

IV. 요약

본 연구에서는 국내에서 반추가축에게 주로 이용되는 조사료원들의 영양소 함량 및 반추위 *in situ* 소실율을 평가하기 위해서 수행하였다. 착유우 30두 이상의 50여개 농가를 대상으로 조사한 결과를 토대로 선정된 12종류의 조사료를 다양한 수입원을 고려하여 확보한 다음, 주요 영양소 성분과 미네랄을 분석하였다. 또한 그 중 5개의 조사료원(티모시, 알팔파펠렛, 벧짚, 클라인글라스 및 톨페스큐)을 선정하여 반추위 cannula가 장착된 거세 한우 2두(평균체중 526 ± 14 kg)를 이용하여 반추위 *in-situ* 소실율을 평가하였다. 조사한 조사료원들의 영양소 함량은 한국표준조사료성분분석표에 비하여 전반적으로 낮은 함량을 나타내었다. 최종 반추위 *in-situ* 건물 소실율은 클라인글라스가 가장 높게 나타났으며 티모시, 알팔파 펠렛, 톨 페스큐, 벧짚 순으로 낮아졌다. 최종 조단백질 소실율은 알팔파 펠렛이 가장 높았으며 클라인 글라스, 티모시, 톨페스큐, 벧짚 순으로 낮게 나타났다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ006785062013)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- AOAC International, and Cunniff, P. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International, Arlington, VA.
- Dairy, N.R.C. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle : Seventh revised edition.
- David, R.M. 2002. Gravimetric Determination of Amylase-Treater Neutral Detergent Fiber in Feeds with Feflusing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. Journal of AOAC International vol. 85, No. 6. 1217-1240.
- Fox, D.G., Tylutki, T.P., Tedeschi, L.O., Van Amburgh, M.E., Chase, L.E., Pell, A.N., Overton, T.R. and Russell, J.B. 2003. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion: CNCPS version 5.0. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion: CNCPS version 5.0.
- Fry, S.C. 1988. The Growing Plant Cell Wall: Chemical and Metabolic Analysis, Wiley, pp. 352. Longman Scientific & Technical : New York, Wiley.
- Lee, H.S. and Lee, I.D. 2000. A comparative study of nutritive value of imported roughages, Korea Grassland Science. 20:303-308.
- Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 57: 347-358.
- Little, R.C., Henry, P.R. and Ammerman, C.B. 1997. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. Journal of Animal Science. 76:1216-1231.
- National Institute of Animal Science, RDA. 2012a. Korean feeding standard.
- National Institute of Animal Science, RDA. 2012b. Standard tables of feed composition in Korea.
- SAS. 2008. Statistical Analysis System ver., 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Thomas, J.W., Yu, Y., Middleton, T. and Stallings, C. 1982. Estimations of protein damage. pp. 81-98 in Protein Requirements for Cattle: Symposium. F. N. Owens, ed. Oklahoma State Univ. MP-109, Stillwater, OK.
- Van Soest, P.J. 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. Animal Feed Science and Technology. 130: 137-171.
- Van Soest, P., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.
- Van, S.W.M., Odiga, J.J. and Mostert, W. 1997. Digestion of feed amino acids in the rumen and small intestine of dairy cows measured with nylon-bag techniques. British Journal of Nutrition. 77:83-97.
- Van S.W.M. and Tamminga, S. 1990. Protein degradation of ruminant diets. In Feedstuff evaluation. 1. Livestock. Feedstuffs. Composition. Wiseman, J. and Cole, D.J.A. (Eds.) Butterworths, London, UK, pp. 55-72.
- Varvikko, T. and Lindberg, J.E. 1985. Estimation of microbial nitrogen in nylon-bag residues by feed 15N dilution. British Journal of Nutrition. 54:473-481.

(Received April 18, 2013/Revised November 15, 2013/Accepted November 20, 2013)