

밤 가공 부산물의 반추가축용 사료 가치 평가: *in vitro* 반추위 배양

정신용¹ · 조현선² · 박기수² · 강길남² · 조남철¹ · 서성원^{1*}

¹충남대학교 동물바이오시스템과학과, ²충청남도 산림 환경 연구소

Evaluation of nutritive value of chestnut hull for ruminant animals using *in vitro* rumen fermentation

Sin-Yong Jeong¹, Hyeon-Seon Jo², Gi-Su Park², Gil-Nam Kang², Nam-Chul Jo¹, Seongwon Seo^{1*}

¹Department of Animal Biosystem Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Chungcheongnam-Do Forest Environment Research Institute, Sejong 314-992, Korea

Received on 4 June 2012, revised on 11 July 2012, accepted on 26 July 2012

Abstract : During the manufacturing process of chestnut, 50% of biomass is produced as chestnut shell (CS) or chestnut hull (CH), a forestry by-product. Due to its high fiber content and economic benefit, there is a possibility of using chestnut hull as a supplement for a ruminant diet. Few studies, however, have been conducted on evaluating nutritive value of chestnut hull for ruminant animals. The objective of this study were thus to analyze chemical composition of CS, a by-product after the first processing of chestnut, and CH, a by-product after the second processing, and access *in vitro* rumen fermentation characteristics of them. For the *in vitro* fermentation using strained rumen fluid obtained from a fistulated Hanwoo steer, commercial total mixed ration (TMR) for dairy goat was used as a basal diet and was replaced with different proportions of chestnut shell and hull. A total number of 13 treatments were carried out in this study: 100% TMR, 100% CS, 100% CH, a mix with 50% CS and 50% of CH (MIX), TMR replaced with 5%, 10%, or 15% of CS, CH, or MIX, respectively. For each treatment, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and pH after 48 hours of rumen fermentation were measured. Gas production at 6, 12, 24, 48 hours of incubation was also analyzed. Compared to CH, CS contains higher level of fiber (NDF, ADF, lignin) and consequently has a lower amount of non-fiber carbohydrate, but no difference was observed in the other nutrients (i.e. crude protein, crude fat, and ash). IVDMD was significantly ($p < 0.05$) the highest in 100% CH (71.97%) and the lowest in 100% CS (42.80%). Addition of CH by replacing TMR did not affect IVDMD, while an increase in the proportion of CS tended to decrease IVDMD. The total gas production after 48 hours of incubation and the rate of gas production were also the highest in 100% CH and the lowest in 100% CS ($P < 0.05$). Likewise, the pH after 48 hours of fermentation was significantly ($p < 0.05$) the lowest in 100% CH (6.33) and the highest in 100% CS (6.50), and no significant difference in gas production was observed when TMR was replaced with CS or CH up to 15% ($P > 0.05$). In conclusion, CH may successfully be used for a supplement in a ruminant diet. The nutritive value of CS is relative low, but can replace, if not 100%, low quality forage. This study provides valuable information about the nutritive value of CS and CH. An *in vivo* trials, however, is needed for conclusively accessing the nutritive value of CS and CH.

Key words : Chestnut hull, Forestry by-product, Feed, *In vitro* rumen fermentation

I. 서론

최근 국제 유가 및 곡물가의 상승과 함께 옥수수, 대두박 등 주요 사료원료들의 가격이 상승하여 축산 농가들의 어려움이 매우 크다. 국내 축산업은 생산비에서 사료비가 차

지하는 비중이 50% 내외이고(Statistics Korea, 2010) 사료 곡물의 90% 이상을 수입에 의존하고 있기 때문에 사료 원료 가격의 상승은 생산비 상승으로 직결되며, 최근 축산물 가격의 하락으로 축산 농가의 부담은 더 많이 가중되었다. 이에 따라 상대적으로 경제성이 뛰어난 각종 농업, 임업 등 산업 부산물들을 부존사료자원으로서 이용하기 위한 연구의 필요성이 꾸준히 대두되고 있다.

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5787

E-mail address: swseo@cnu.kr

현재 사료자원으로서 많이 이용되는 농산업 부산물로는 벚짖, 왕겨 등과 같은 곡류 부산물이 주를 이루고 있으며, 이외에도 야초류 등의 입엽 부산물과 비지 등의 가공 부산물 등이 있다. 농산업 부산물을 동물사료로 이용함에 있어 고려해야 할 사항은 1) 부산물 자체의 영양적 가치, 2) 수분 함량 등에 따른 저장성 및 유통성, 3) 생산량 등이 있는데, 많은 부산물 사료자원이 영양적 가치가 낮거나 추가의 저장, 가공 및 유통 비용으로 인해 생산비 절감에 큰 영향을 주지 못해 이용성이 낮기 때문에 이를 보완하기 위한 추가적인 연구와 함께 새로운 사료자원을 찾는 노력이 필요하다.

입엽 부산물로 밤의 가공과정에서 생산되는 울피(밤껍질)는 여러 측면을 고려할 때 반추동물의 사료원으로서 이용 가능성이 높다. 한국은 중국, 터키, 이탈리아와 함께 세계 밤 생산량의 약 87%를 생산하는 주요 밤 생산국이며(Korea Rural Economics Institute, 2010), 2010년 국내 밤 생산량은 약 6만 8천 톤에 달한다(Korea Forest Service, 2010). 생산된 밤의 50%는 식품으로 이용되지 않는 부분인 울피인데, 생산된 울피의 대부분은 폐기되고 있는 것으로 보고되고 있다(Jeon, 1998). 울피 중 밤을 가공하여 생울을 생산하는 과정에서 발생하는 울피는 회수가 가능하며, 사료자원으로 이용이 가능하다. 울피는 부산물로 생산되는 시점에 따라 1차, 2차, 3차 울피로 구분할 수 있으며, 기계 작업을 통해 1, 2차 울피가 생산되고, 3차 울피는 수작업을 통해 생산된다. 1차 울피(chestnut shell)는 50% 이상이 외피로 구성되어 있고, 나머지는 내피와 소량의 원과(생울)이 포함되어 있다. 2차 울피(chestnut hull)는 내피가 가장 큰 부분을 차지하며, 외피와 원과가 섞여 있는 상태이다.

울피는 탄닌의 함량이 높아, 약 25%정도의 탄닌 성분이 함유되어 있는 것으로 보고된 바가 있다(Jeon, 1998). 탄닌은 사람과 동물의 지사제로서 전통적으로 이용되어 왔으며(Deaville et al., 2010), 탄닌의 과다 섭취는 치사에 이를 수 있다. 다만, 반추동물의 경우 반추위 미생물에 의해 탄닌의 독성이 중화될 수 있으므로 적절한 적응기간이 주어지면 탄닌 함량이 높은 사료도 충분히 이용할 수 있다(Zimmer and Cordesse, 1996). 반추위에서 탄닌은 단백질과 결합하여 사료 단백질의 반추위 분해율을 감소시키고 반추위 미분해단백질의 함량을 증가시키고(Mueller-Harvey, 2006). 일부 미생물의 성장을 억제하며(McLeod, 1974), 탄닌에 함유된 폴리페놀은 동물 체내로 흡수되어 항산화 효과 또한 기대할 수 있다. 탄닌은 다량을 섭취할 경우 생산

성에 부정적인 효과를 주며, 영양소 이용률이 감소한다(Frutos et al., 2004). 방목시킨 반추 동물이 두과 목초를 다량 섭취하면서 고창증을 유발시키게 되는데, 탄닌을 함유한 두과 목초(e.g., *Onobrychis viciifolia*)를 섭취한 경우에는 발생하지 않았다(McMahon et al., 2000). Roth 등(2001)은 울피의 탄닌을 추출하여 *in vitro* 반추위 소화율 실험을 통해 메탄 발생량과 소화율을 측정하였고, 그 결과 소화율에는 영향이 없으나 메탄 발생량은 감소한 결과를 얻었다. 하지만, 울피에 관한 연구는 울피에서 추출한 탄닌 성분에 대한 연구로 한정되어 있으며, 특히 울피를 반추동물용 사료로 이용하기 위해 울피의 영양적 가치 및 반추위 발효 특성을 분석한 연구 결과는 거의 전무하다.

따라서 본 연구에서는 밤의 가공 부산물인 1, 2차 울피의 반추동물용 사료로서의 영양적 가치와 반추위 발효 특성을 분석하기 하기 위해 1, 2차 울피의 영양소를 분석하고, *in vitro* 반추위 발효 실험을 실시하여 울피의 첨가 수준에 따른 *in vitro* 반추위 건물 소화율 및 가스 발생량을 측정하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 시료 및 처리구

본 연구에서는 부여 밤 영농조합에서 밤 가공 작업 중에 발생한 1, 2차 울피를 공시시료로 이용하였다. *In vitro* 실험의 기본 사료로는 시중에서 판매되는 유산양용 반추동물용 섞음질배합사료(Total Mixed Ration, TMR)를 사용하였으며(Table 1), 기본 사료와 1차 울피 및 2차 울피의 비율을 달

Table 1. Chemical composition of basal feed, a total mixed ration for dairy goat.

Items	%
Dry matter (% AF)	89.52
Crude protein (% DM)	12.32
Ether extract (% DM)	2.66
Crude fiber (% DM)	23.64
Ash (% DM)	7.98
NDF (% DM)	48.47
ADF (% DM)	30.50
Lignin (% DM)	4.03
Ca (% DM)	0.73
P (% DM)	0.34

리하여 처리구를 나누었다. 처리구는 총 13개로 처리구마다 총 3 반복을 실시하였다. 처리구는 1차 울피 100%(T1), 2차 울피 100%(T2), 1차 울피와 2차 울피의 1:1혼합구(T3), TMR 100%(T4), TMR을 1차 울피로 각각 5%(T5), 10%(T6), 15%(T7) 대체한 처리구, 2차 울피로 각각 5%(T8), 10%(T9), 15%(T10) 대체한 처리구와 1차 울피와 2차 울피의 혼합 처리구(T3)로 TMR을 각각 5%(T11), 10%(T12), 15%(T13) 대체한 처리구이다.

2. *In vitro* 배양

배지 조성은 Goering과 Van Soest(1970)를 따르고 *in vitro* 배양은 Pell과 Schofield(1993)와 Goering과 Van Soest(1970)의 방법에 따라 실시하되, 처리구마다 총 3 반복으로 각각 0.5 g씩의 처리구에 따른 시료와 50 mL의 혐기 배양액(buffer:strained ruminal fluid=4:1)을 125 mL serum bottle에 넣고 *in vitro* 배양을 실시하였다. *In vitro* 배양에 이용될 위액은 국립 축산 과학원(수원)에서 벧짚과 일반 배합사료(건물 중 조단백질 20.70%, 조지방 3.71%, 조회분 13.29%, 중성세제섬유소(aNDF) 39.71%, 산성세제섬유소 47.19%)를 50:50으로 섞취한 누관(cannula)이 설치된 300 kg의 비육 전기 한우 거세우로부터 채취하여 얼음 이 담긴 보온통에 담아 실험실까지 운반하였다. 위액은 혐기상태(CO₂ flushing)를 유지하면서 8점의 가제와 유리섬유로 거르고, 여과된 위액은 39°C 배양기에서 2시간 정치시켜 안정화 시켰다. 안정화된 위액과 *in vitro* 배지를 1:4의 비율로 처리구별 시료가 담긴 serum bottle에 50 mL씩 분주하고, 39°C에서 총 48시간 동안 배양을 실시하였다.

3. 분석항목 및 분석방법

가. 화학 성분 분석

화학 성분 분석은 AOAC(2011)의 방법에 따라 일반성분 중 건물(934.01), 조회분(942.95), 조단백(2001.11), 조지방(920.39)을 분석하고, Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 NDF(aNDF), ADF와 ADL을 분석하였다. 총 에너지 함량은 Parr oxygen bomb calorimeter(PARR 1261; Parr Instrument Co., Moline, IL, USA)를 이용해 분석하였다.

나. *In vitro* 반추위 건물 소화율

In vitro 48시간 배양이 끝난 직후 배양액은 pH Meter

(Istek Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 pH를 측정 후, 무게를 알고 있는 여과지(Whatman No. 541 whatman, Inc., Clifton, NJ, USA)를 이용해 여과하였다. 여과물과 여과지는 105°C에서 12시간 건조시켜 각 처리구별 기질의 배양 전후의 무게 차이로 *in vitro* 반추위 건물 소화율을 계산하였다.

다. 가스발생량 측정

In vitro 48시간 배양 동안에 각 배양시간별(6, 12, 24, 48시간)로 serum bottle을 배양기에서 꺼내어 serum bottle내의 head space에 측정된 가스는 pressure sensor(Sun Bee Instrument, Inc., Seoul, Korea)와 pressure meter(Laurel Electronics, Inc., Costa Mesa, CA, USA)를 이용해 가스압력의 변화를 측정하고, 이를 부피로 환산하여 분석하였다.

라. 통계 분석

SAS package(SAS Institute, Cary, NC)의 General Linear Model(GLM) procedure에 따라 분석하였으며, Tukey 방법을 이용하여 각 처리구 평균을 비교하였다. 통계적 유의 수준은 5%로 설정하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. 화학 성분 분석

울피가 반추동물용 부존사료자원으로써 적합한 사료가치를 지니고 있는지를 확인하기 위하여 1, 2차 울피의 화학성분을 분석하였다(Table 2). 건물 함량은 1차 울피가 49.63%,

Table 2. Chemical composition of chestnut by-products¹⁾.

Items	Chestnut by-product	
	Chestnut Shell	Chestnut Hull
Dry matter (% AF)	49.63 (±0.11)	39.10 (±0.13)
Crude protein (% DM)	10.08 (±0.11)	11.08 (±0.11)
Ether extract (% DM)	0.59 (±0.01)	0.48 (±0.01)
Ash (% DM)	2.18 (±0.12)	2.46 (±0.02)
NDF (% DM)	75.32 (±2.91)	56.02 (±3.83)
ADF (% DM)	59.24 (±0.55)	26.41 (±1.94)
Lignin (% DM)	19.14 (±0.46)	6.40 (±0.58)
Gross Energy (cal/g)	4,379.13 (±65.57)	4,216.40 (±13.14)

¹⁾Chestnut shell and chestnut hull

2차 율피는 39.10%였고, 1, 2차 율피 모두에서 조회분 함량은 건물 중 약 2%로 유기물 함량이 높은 편이었다. 조단백질 함량은 1, 2차 율피에서 각각 건물 중 10%와 11%였고, 조지방은 1, 2차 율피 모두에서 거의 존재 하지 않은 것으로 나타났다. 조단백질 함량은 단백질 공급원으로서 이용되는 대두박, 채종박 등 다른 단백질 원료 사료에 비해 낮기 때문에 단백질 공급원으로 율피를 이용하기에는 적절치 못한 것으로 나타났다. NDF 함량은 1, 2차 율피에서 각각 건물 중 75%, 56%로 반추동물에 있어 섬유질 공급원으로 이용이 가능하나, 1차 율피의 경우 ADF 함량이 건물 중 59%, Lignin 함량은 건물 중 19% 정도로 높아서 이용 가능한 NDF 함량이 낮기 때문에 섬유소의 이용성이 떨어지는 것으로 판단된다.

2. *In vitro* 반추위 건물 소화율 및 pH

In vitro 48시간 배양 후 건물 소화율 및 pH를 측정하였고, 그 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 율피를 단독배양하지 않고, TMR을 일부 대체한 경우, *in vitro* 반추위

Table 3. *In vitro* dry matter digestibility and pH after 48 hours of ruminal fermentation.

Treatment ¹⁾	Dry matter digestibility	pH
T1	42.80 (±1.61) ^c	6.50 (±0.01) ^c
T2	71.97 (±5.42) ^a	6.33 (±0.06) ^a
T3	51.80 (±1.36) ^d	6.43 (±0.03) ^b
T4	60.39 (±1.11) ^{bc}	6.46 (±0.02) ^{bc}
T5	61.29 (±2.88) ^{bc}	6.46 (±0.01) ^{bc}
T6	58.98 (±1.38) ^{bc}	6.47 (±0.01) ^{bc}
T7	57.64 (±1.58) ^{bc}	6.47 (±0.01) ^{bc}
T8	62.80 (±1.53) ^b	6.44 (±0.01) ^{bc}
T9	61.19 (±0.60) ^{bc}	6.44 (±0.01) ^{bc}
T10	61.18 (±0.92) ^{bc}	6.44 (±0.03) ^{bc}
T11	60.10 (±2.19) ^{bc}	6.46 (±0.00) ^{bc}
T12	56.59 (±1.90) ^{cd}	6.44 (±0.02) ^{bc}
T13	56.48 (±0.47) ^{cd}	6.44 (±0.01) ^{bc}

^{a-c} Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾ T1 is 100% chestnut shell (CS), T2 is 100% chestnut hull (CH), T3 is a mix with 50% CS and 50% CH (MIX), T4 is TMR, T5 is 5% CS and 95% TMR, T6 is 10% CS and 90% TMR, T7 is 15% CS and 85% TMR, T8 is 5% CH and 95% TMR, T9 is 10% CH and 90% TMR, T10 is 15% CH and 85% TMR, T11 is 5% MIX and 95% TMR, T12 is 10% MIX and 90% TMR, T13 is 15% MIX and 85% TMR.

시간 건물 소화율(48시간 배양)은 첨가 수준에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 그러나 1차 율피와 2차 율피만 처리한 처리구에서는 1차 율피는 *in vitro* 반추위 건물 소화율(48시간)이 약 43%로 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 2차 율피의 경우에는 약 72%로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 또한 1차 율피와 2차 율피를 50:50으로 혼합한 처리구는 1차 율피보다는 높고 다른 처리구보다는 낮은 건물소화율을 보였다($p < 0.05$). 1차 율피의 첨가 수준이 증가됨에 따라 건물 소화율이 감소하는 경향을 보였으나, 2차 율피의 경우 첨가 수준이 증가됨에 따라 건물 소화율에 변화는 없었다. Roth 등(2001)은 밤에 있는 탄닌을 이용한 *in vitro* 건물 소화율 측정에서 율피의 탄닌은 소화율에 영향을 주지 않는 것으로 보고하였다. 따라서 100% 1차 율피 처리구와 50% 1차 율피, 50% 2차 율피를 혼합한 처리구에서 *in vitro* 반추위 건물 소화율이 낮은 것은 탄닌에 의한 효과보다는 1차 율피에 가용 섬유소 및 탄수화물의 함량이 낮은 것에 기인한 것으로 보인다.

In vitro 반추위 건물소화율의 결과와 마찬가지로 48시간 배양이 끝난 후 배양액의 pH는 1차 율피 처리구에서 6.50으로 가장 높았고($p < 0.05$), 2차 율피 처리구에서 6.33으로 가장 낮았으며($p < 0.05$), 그 밖의 처리구에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 건물 소화율이 높은 경우 휘발성 지방산과 젖산의 축적으로 인해 pH가 낮아지기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다(Van Soest, 1994).

3. 가스 발생량

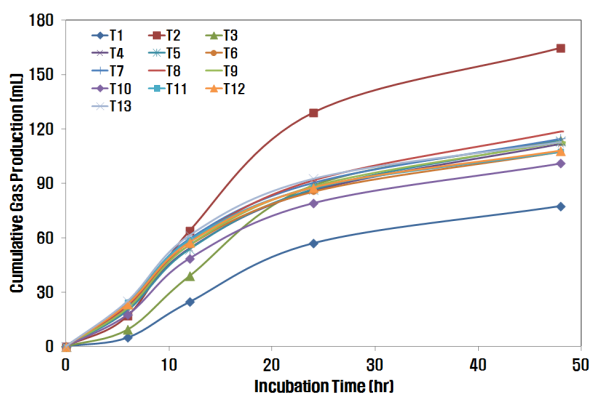
In vitro 반추위 발효 중 발생된 누적 가스량을 배양 시간(6, 12, 24, 48 시간)별로 측정된 결과는 Table 4와 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 1차 율피 처리구의 48시간 누적 가스 발생량은 약 77 mL로 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 반면 2차 율피 처리구의 48시간 누적 가스 발생량은 약 165 mL로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 1, 2차 율피를 첨가한 TMR 처리구를 TMR 처리구와 비교했을 때 *in vitro* 반추위 배양에 따른 시간별 누적 가스 발생량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. *In vitro* 반추위 건물 소화율 결과와 마찬가지로 소화율이 낮은 1차 율피는 누적 가스 발생량이 유의적으로 낮았고($p < 0.05$), 소화 속도도 낮은 것으로 나타났다(Fig. 1).

Table 4. Cumulative gas production at 6, 12, 24, 48 hours of *in vitro* rumen fermentation.

Treatment ¹⁾	Gas production (ml)			
	6 hr	12 hr	24 hr	48 hr
T1	4.87 ^e	24.55 ^d	56.98 ^c	77.48 ^c
T2	16.91 ^c	63.78 ^a	128.99 ^a	164.67 ^a
T3	9.34 ^d	38.84 ^c	88.84 ^b	113.79 ^b
T4	20.84 ^{bc}	54.10 ^b	85.82 ^b	111.68 ^b
T5	19.90 ^{bc}	53.70 ^b	86.65 ^b	113.45 ^b
T6	22.72 ^{ab}	55.93 ^b	85.40 ^b	107.41 ^b
T7	23.63 ^a	59.46 ^{ab}	90.35 ^b	114.64 ^b
T8	22.35 ^{ab}	57.75 ^{ab}	91.75 ^b	118.71 ^b
T9	21.16 ^b	55.98 ^b	88.25 ^b	112.76 ^b
T10	17.54 ^c	48.58 ^b	79.10 ^b	100.97 ^b
T11	24.43 ^a	58.74 ^{ab}	87.73 ^b	107.52 ^b
T12	23.52 ^{ab}	57.46 ^{ab}	87.65 ^b	107.98 ^b
T13	25.14 ^a	61.36 ^{ab}	92.57 ^b	112.90 ^b

^{a-c}Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾T1 is 100% chestnut shell (CS), T2 is 100% chestnut hull (CH), T3 is a mix with 50% CS and 50% CH (MIX), T4 is TMR, T5 is 5% CS and 95% TMR, T6 is 10% CS and 90% TMR, T7 is 15% CS and 85% TMR, T8 is 5% CH and 95% TMR, T9 is 10% CH and 90% TMR, T10 is 15% CH and 85% TMR, T11 is 5% MIX and 95% TMR, T12 is 10% MIX and 90% TMR, T13 is 15% MIX and 85% TMR.

**Fig. 1.** Gas production during 48 hours of *in vitro* rumen fermentation.

T1 is 100% chestnut shell (CS), T2 is 100% chestnut hull (CH), T3 is a mix with 50% CS and 50% CH (MIX), T4 is TMR, T5 is 5% CS and 95% TMR, T6 is 10% CS and 90% TMR, T7 is 15% CS and 85% TMR, T8 is 5% CH and 95% TMR, T9 is 10% CH and 90% TMR, T10 is 15% CH and 85% TMR, T11 is 5% MIX and 95% TMR, T12 is 10% MIX and 90% TMR, T13 is 15% MIX and 85% TMR.

그와 반대로 2차 율피는 *in vitro* 반추위 건물 소화율이 높았고, 가스 발생량 또한 유의적으로 높았으며 소화 속도 또한 높은 것으로 나타났다. 1차 율피와 2차 율피를 혼합한 처리구에서는 이들의 중간 정도의 소화율과 가스 발생량 및 소화 속도를 보여주고 있다. Doane 등(1997)에서 조사료(알팔파, 브롬그라스, 옥수수 대, 밀짚)의 48시간 *in vitro* 반추위 발효 가스 발생량은 각각 약 97 mL, 128 mL, 105 mL, 87 mL로서 본 연구 결과와 비교해보면 1차 율피는 밀짚보다 낮은 소화속도를 나타내며, 2차 율피는 알팔파나 브롬그라스보다 총 가스 발생량이 높았다. 이를 통해 반추동물용 사료자원으로써 1차 율피는 단독 이용은 어려우나 저질 조사료를 일부 대체할 수 있을 것으로 보이며, 2차 율피는 이용가치가 매우 높은 것으로 판단된다.

IV. 요약

밤의 가공과정에서 입엽 부산물로 생산되는 율피(밤껍질)는 밤 생산량의 50%를 차지하며, 사료비 저감을 위한 반추동물의 사료원으로서 이용 가능성이 있으나 이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 밤의 가공 부산물인 1, 2차 율피의 반추동물용 사료로서의 영양적 가치와 반추위 발효 특성을 분석하기 하기 위해 1, 2차 율피의 영양소를 분석하고, 48시간 동안 *in vitro* 반추위 발효 실험을 실시하여 율피의 첨가 수준에 따른 *in vitro* 반추위 건물 소화율 및 가스 발생량을 측정하였다. *In vitro* 실험의 기본 사료로는 시중에서 판매되는 유산양 TMR을 이용했으며, 기본 사료와 1차 율피 및 2차 율피의 비율을 달리하여 13개의 처리구로 실험을 실시하였다. 처리구는 2차 율피 100%, 1차 율피 100%, 2차 율피와 1차 율피의 1:1 혼합구, TMR 100% 및 TMR을 2차 율피, 1차 율피 또는 1, 2차 율피 혼합으로 각각 5%, 10%, 15% 대체한 처리구이다. 율피의 일반 성분 분석에서 1차 율피는 2차 율피에 비해 섬유소(NDF, ADF, 리그닌) 함량이 전체적으로 높고 이에 따라 비섬유소탄수화물의 함량은 낮으나, 그 외의 영양소에서는 차이를 보이지 않았다. *In vitro* 반추위 건물 소화율은 유의적으로($p < 0.05$) 2차 율피(71.97%)가 가장 높았고, 1차 율피(42.80%)가 가장 낮았다. 2차 율피의 첨가 수준이 증가됨에 따라 건물 소화율은 변화가 없었으며, 1차 율피의 첨가에 따라서는 소화율이 감소하는 경향을 보였다. 가스 발생량은 2차 율피

처리구에서 48시간 가스 발생량 및 발생 속도가 가장 높았고, 1차 울피 처리구에서 가장 낮았으며, TMR을 울피로 15% 까지 대체하였을 때 가스 발생량의 차이는 유의하지 않았다. pH 또한 유의적으로($p < 0.05$) 2차 울피(6.33)에서 가장 낮았고, 1차 울피(6.50)에서 가장 높았다. 결론적으로 2차 울피는 반추동물의 사료 자원으로서 이용가치가 충분히 있으며, 1차 울피의 경우 상대적으로 사료가치가 떨어지나 조 사료를 일부 대체하는 것은 가능할 것으로 판단된다. 하지만, 울피의 사료 가치를 보다 올바르게 평가하기 위해서는 동물을 이용한 *in vivo* 대사, 소화, 성장 및 기호성 실험이 필요한 것으로 사료된다.

참고 문헌

- AOAC. 2011. Official Methods of Analysis. 18th ed., revision 4. AOAC International
- Deville ER, Givens DI, Mueller-Harvey I. 2010. Chestnut and mimosa tannin silages: Effects in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilisation and losses. *Animal Feed Science and Technology* 157: 129-138.
- Doane PH, Schofield P, Pell AN. 1997. Neutral detergent fiber disappearance and gas and volatile fatty acid production during the *in vitro* fermentation of six forages. *Journal of Animal Science* 75: 3342-3352.
- Frutos P, Raso M, Hervas G, Mantecon AR, Perez V, Giraldez FJ. 2004. Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs?. *Animal Research* 53: 127-136.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agriculture handbook no. 379*. ARS-USDA, Washington, DC.
- Jeon BG. 1998. A study on the production of chestnut powder in the inner shell (endo carp) of a chestnut from its treatment plant. *Journal of Korea Solid Wastes Engineering Society* 15: 57-65.
- Korea Forest Service. 2010. Forest production cost survey.
- KREI (Korea Rural Economics Institute). 2010. *Agriculture Outlook*.
- McLeod MN. 1974. Plant tannins-their role in forage quality. *Nutrition Abstracts and Reviews* 44: 803-815.
- McMahon LR, McAllister TA, Berg BP, Majak W, Acharya SN, Popp JD, Coulman BE, Wang Y, Cheng KJ. 2000. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science* 80: 469-485.
- Mueller-Harvey I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2010-2037.
- Pell AN, Schofield P. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *Journal of Dairy Science* 76: 1063-1073.
- Roth S, Steingass H, Drochner W. 2001. Wirkungen von tanninextrakten auf die parameter der pansenfermentation *in vitro*. In *Zadavec-Erjavec Days*. Radenci, Slowenien. pp.64-70.
- Statistics Korea. 2010. *Livestock production cost survey*.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Zimmer N, Cordesse R. 1996. Digestibility and ruminal digestion of non-nitrogenous compounds in adult sheep and goats: Effects of chestnut tannins. *Animal Feed Science and Technology* 61: 259-273.