

부산물사료 주원료 사일리지 (Biosilage[®]) 급여가 거세 육성 한우의 행동양식에 미치는 영향

김영일¹ · 이상무² · 박근규³ · 곽완섭^{1*}

¹건국대학교 의료생명과학대학 식품생명과학부, ²경북대학교 축산학과,

³건국대학교 동물생명과학대학 동물자원연구센터

Effect of Feeding a By-product Feeds-based Silage (Biosilage[®]) on Behavior Pattern of Growing Hanwoo Steers

Young Il Kim¹, Sang Moo Lee², Keun Kyu Park³ and Wan Sup Kwak^{1*}

¹Food Bio-science Division, College of Medical Life Sciences, Konkuk University, Chung-Ju, Chung-Buk, 380-701, Korea,

²Department of Animal Science, Kyung-Pook National University, Sangju, 743-711, Korea,

³Animal Resource Research Center, College of Animal Life Science, Konkuk University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of a by-product feed-based silage (BF silage) feeding on behavior patterns of growing Hanwoo steers. A total of 10 Hanwoo steers (11 months old, 302kg of body weight) were assigned to 2 dietary treatments: the control (concentrate mix + free access to rice straw), and the treatment (concentrate mix + free access to BF silage). The behavior patterns were observed for 48 hours. The intakes of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) of the treatment group were higher than those of the control group. Eating time, ruminating time and resting time were not different between the control and treatment. But, the intake time per kg DM was higher for the control than treatment. The number of bolus, total chewing frequency, number of ruminating per bolus and number of bolus per minute were not different between the control and treatment. But the chewing frequency per bolus was higher in the treatment than control ($p < 0.05$), and feed value index was lower in treatment than control ($p < 0.05$). Frequencies of drinking and defecating were not different between the two groups, but the frequency of urinating was higher for the treatment ($p < 0.05$) than control. Eating rate, ruminating efficiency and chewing efficiency were much higher in the treatment group than control ($p < 0.05$). These results indicate that the replacement of conventional rice straws with the BF silage (physically effective NDF, about 25%) did not affect the ruminating behaviors of Hanwoo steers significantly.

(**Key words** : Ruminating, Behavior, By-product feed, Spent mushroom substrate, Hanwoo steer)

I. 서 론

최근 한우 사육두수가 증가하고 조사료 가격이 상승함에 따라 부족한 조사료 원과 저렴한 가격으로 대처할 수 있는 국내 부존자원의 개발에 대한 요구가 급증하여 왔다. 그리고 한우 육성기에 양질조사료를 충분히 급여하는 것은 고 급육 생산에 중요한 요인으로 고려되어져 왔다.

최근에 부산물사료(버섯재배부산물, 재활용양계갈래, 미 강 등)를 주원료로 하여 양질의 발효부산물 조사료 제조에

대한 연구가 행하여졌다(Kim et al., 2014). 이의 주원료의 하나로 이용되는 고섬유성 버섯재배부산물(spent mushroom substrate, SMS)은 연간 약 97만 톤이 발생되며, 이를 이용해 SMS 주원료의 사일리지를 제조하면 연간 약 194만 톤의 부산물 조사료 생산이 가능하다고 하였다(Kim, 2007). Lee et al. (2010a)은 이 silage를 비육한우에게 급여 시 체 식량, 채식율, 반추효율 및 저작효율이 향상되기 때문에 벗 짚 대응으로 활용가치가 높다고 보고하였다. 그러나 SMS 는 입자도가 작아서 한우의 반추시간이 감소하고 이에 따

김영일, 이상무는 공동주저자이며, 본 연구에 똑같이 기여하였음

* Corresponding author: Professor Wan Sup Kwak (Ph.D.), Food Bio-science Division, College of Medical Life Sciences, Konkuk University, Chung-Ju, Chung-Buk, 380-701, Korea. Tel: +82-43-840-3521, Fax: +82-43- 851-8675, E-mail: wsk@kku.ac.kr

라 식피수가 떨어지기 때문에 반추위 활동이 위축되는 경향이 있다(Lee et al., 2008; Jeon et al., 1997). 이러한 결과는 미생물 소화에 의한 반추위 내 체류하는 시간이 적게 되어 조섬유 소화율의 감소를 가져 온다(Uden, 1987; Ki et al., 2003).

따라서 본 연구는 SMS, RPB, 미강, ryegrass straw 등으로 구성되는 부산물사료(by-product feeds, BF) 주원료 사일리지(이하 BF 사일리지로 명명)를 거세 육성한우에게 급여하여 채식량, 반추행동, 배설행동 및 저작효율 등에 미치는 영향을 비교 검토함과 동시에 이의 볏짚 대체 이용성에 대하여 채식행동학적 평가를 실시하였다. 본 연구의 가설은 ‘입자도가 큰 straw를 physically effective NDF (peNDF)를 충족시키는 최소량을 혼합하여 silage를 제조, 급여하였을 때 육성거세한우의 반추행동은 차이가 없을 것이다’ 이었다.

II. 재료 및 방법

1. 사료 제조, 실험동물 및 처리구

본 연구는 건국대학교 실험동물관리위원회의 승인을 받아 실시하였다. 본 실험에 이용된 BF silage는 Kim et al. (2014)의 보고에 구체적으로 기술된 방법으로 제조 하였으며, 원물기준으로 느타리버섯재배부산물 50%, 재활용가금 깔개 21%, ryegrass straw 15%, 미강 10.8%, 당밀 2%, bentonite 0.6%, 생균제 0.6%를 혼합한 다음 2주 이상 혐기 발효 시켰다. 시험구 설정에 있어서 일반적인 한우 육성기 사양형태인 배합사료 제한급여(두당 4.7 kg/day)와 볏짚을 자유채식 시킨 것을 대조구(control)로 하고 배합사료 제한 급여(두당 4.7 kg/day)와 BF silage를 자유채식 시킨 것을 처리구(treatment)로 하여 2처리로 실시 하였다. 실험동물로 육성기 거세한우(11개월령, 평균체중 301.7 ± 20.1 kg) 10두를 공시하여 처리구별로 각각 5두씩 배치하였다. 시험구 당 면적은 50 m² (5 × 10 m)로서 우리나라에서 일반적으로 사용하는 공간이었다. 제한 급여 하는 배합사료는 1일 2회 (06:30, 17:00)로 나누어 동량 급여하고 자유, 볏짚과 BF silage는 자유채식 시키며 1일 2회 급여하였다. 그리고 음수 및 미네랄 블럭은 자유 섭취 하도록 하였다. 또한 공시 가축이 BF 사일리지 채식에 잘 적응할 수 있도록 시험 전 4개월 동안 BF silage를 급여하여 적응시켰으며, 시험 10일 전부터는 외적 요인에 의한 자극을 방지하기 위하여 전깃불을 야간에 점등하였다. 그리고 시험 1주일 전부터는 실험 중 스트레스를 방지하기 위하여 시험 전에 수시로 시험

요원이 공시축에 접촉하여 순치하였다.

2. 급여사료의 물리 화학적 성분

시험사료로 사용한 볏짚, BF silage 및 배합사료의 화학 성분은 Table 1에 제시하였다. 곧포볏짚은 수분 함량이 33.1%로서 일반 사각 bale에 비하여 높은 편이었고, NDF 및 ADF 함량은 각각 71.1%, 44.3% 이었다. 그리고 BF 사일리지의 화학성분은 볏짚에 비하여 조단백질 및 조지방 함량이 높고, NDF 및 ADF 함량은 낮은 편이었다.

시험사료의 입자도는 Table 2에 제시하였으며, 입자도는 Kononoff and Heinrichs (2003)의 방법에 따라 Penn state particle separator (PSPS)를 이용하여 측정하였다. PSPS는 3 종류의 체(1.18 mm, 8 mm, 19 mm)로 구성되어 사료를 입자도에 따라 4종류로 분류하였다. 물리적 유효 계수 (physical effectiveness factor)는 Lammers et al. (1996)의 방법에 따라 8 mm 이상의 입자도의 비율을 pef_{8.0}으로, Kononoff and Heinrichs (2003)의 방법에 따라 1.18 mm 이상의 입자도 비율을 pef_{1.18}으로 하였다. 그리고 pef_{8.0}과 pef_{1.18} 값에 NDF%를 곱하여 각각 peNDF_{8.0}, peNDF_{1.18}을 산출하였다.

3. 조사방법 및 조사항목

조사방법은 여러 번 행동 실험에 참여하여 훈련된 조사

Table 1. Chemical compositions of feeds fed to growing Hanwoo steers

Items	Rice straw	BF silage ¹⁾	Concentrate mix
 %, DM basis		
Dry matter	66.9	67.0	89.3
Crude protein	4.6	11.2	17.6
Ether extract	1.1	5.0	3.1
Crude ash	10.7	13.5	7.2
Neutral detergent fiber	71.1	50.6	26.7
Acid detergent fiber	44.3	35.4	12.4
Hemicellulose	26.7	15.3	14.3
Non-fibrous carbohydrate	12.5	19.7	45.4

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

Table 2. Particle size distribution, physical effectiveness factors (pef) and physically effective fiber (peNDF) content of feeds

Items	Rice straw	BF silage ¹⁾	Concentrate mix
% dry matter (DM) retained on sieves			
19.0 mm	97.5	17.1	—
8.0 mm	0.9	9.2	—
1.18 mm	1.3	42.8	50.1
Pan	0.3	30.9	49.9
pef _{8.0} ²⁾	0.984	0.263	—
pef _{1.18} ²⁾	0.997	0.691	0.501
peNDF _{8.0} , % of DM ²⁾	70.0	13.1	—
peNDF _{1.18} , % of DM ²⁾	70.9	35.0	13.4

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

요원을 총 24명으로 구성하여 처리구별로 12명을 배치하였다. 그리고 처리구 별 행동조사는 경험이 많은 요원 1명은 2두를 관찰하고 경험이 적은 요원 3명은 1두씩 관찰하였다. 조사시간은 2시간 간격으로 3교대하면서 48시간 연속 관찰하였다. 이때 개체행동은 연속적으로 육안 관찰하여 plotting paper에 기록하였다. 섭취량은 급여한 사료와 섭취 후 잔량과의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다. 각 개체의 체식, 반추 및 휴식시간, 식피수, 분뇨행동은 본 시험기간 동안 육안으로 기록 관찰하였다. 저작시간은 체식시간과 반추시간을 합하여 구하였으며, 사료가치 지수(Feed value index: FVI)는 체식 건물당 저작시간으로 계산하였다. 체식율, 반추율 및 저작율은 각각 건물 체식량을 체식시간, 반추시간, 저작시간으로 나누어 구하였다. 각 조사항목은 2일 평균치로 하였다.

4. 통계분석

통계분석은 General Linear Model을 이용한 analysis of variance를 이용하여 실시하였다(SAS, 2002). 평균간 비교는 studentized-t test를 이용하여 분석하였다(SAS, 2002). 유의성은 5% 수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 사료 및 NDF 채식량에 미치는 영향

BF 사일리지 급여에 따른 사료섭취량 및 NDF 섭취량은 Table 3에 제시하였다. 육성기 거세 한우의 처리별 배합사료는 급여량이 동일한 상태에서 조사료 건물채식량은 볏짚 자유채식 시와 비교해서 BF 사일리지 섭취량은 2.3배 증가하였다. 따라서 총 채식량은 대조구 보다 처리구가 더 높았다. Lee et al. (2008)의 육성기 한우 사양실험에서 모든 처리구의 배합사료를 제한급여하고, 조사료원으로 대조구에는 볏짚을, 처리구에는 볏짚과 버섯채배부산물 혼합물을 각각 자유채식 시킨 결과 처리구가 대조구에 비하여 조사료 채식량이 증가하였는데 이는 버섯채배부산물과 볏짚 혼합 급여가 볏짚 만 급여하는 것보다 기호성이 더 좋았기 때문으로 판단 되어진다. 또한 Campling and Freer (1966), Woodford et al. (1986)은 조사료를 분쇄 및 세절 함으로서 입자도를 작게 하면 채식속도가 빨라져 채식량이 증가된다고 보고하였다. 그리고 Hunt et al. (1984)과 Al-Saiady et al. (2010)은 면양에 있어서도 절단 길이가 짧은 목초가 원형 목초에 비하여 건물 섭취량이 증가하였다고 보고하였다. 따라서 본 실험에 사용한 BF 사일리지는 볏짚에 비하여

Table 3. Effects of a by-product feed-based silage feeding on feed and NDF intake of growing Hanwoo steers

Items	Diet with	
	Rice straw	BF silage
 kg/day, DM basis	
Intake of concentrate mix	4.2	4.2
Intake of roughage		
Rice straw	2.0	—
BF-based silage ¹⁾	—	4.6
Total dry matter intake (DMI ²⁾)	6.2	8.8
Intake of NDF	2.5	3.4
% of DMI	41.0	39.2
Intake of peNDF	2.0	2.2
% of DMI	31.9	24.7

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

기호성이 좋고 입자도가 작은 것에 기인하여 건물채식량이 증가한 것으로 사료된다. 총 NDF 채식량 또한 대조구보다 BF 사일리지 급여구가 0.9 kg 정도 높았다. 이와 같은 결과는 처리구가 대조구에 비하여 조사료 건물섭취량이 2.6 kg 더 많이 섭취하였기 때문에 NDF 섭취량이 높게 나타난 것으로 판단된다. 그러나, BF 사일리지의 NDF 함량이 볏짚보다 낮기 때문에 DMI 대비 NDF 섭취량은 처리구와 대조구가 비슷한 것으로 나타났다. NRC (2000)에서는 섬유소 소화율과 미생물 성장을 최대화 하기 위해 반추위 pH를 6.2 이상으로 유지하기 위하여 사료 내 eNDF 성분을 25% 이상으로 권장하였다. 본 연구에서 BF 사일리지를 급여한우는 NRC 권장량과 유사한 peNDF를 섭취하여 정상적인 반추위 환경을 유지했던 것으로 판단된다.

2. BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 채식 행동에 미치는 영향

BF 사일리지 급여가 채식행동에 미치는 영향은 Table 4에 제시하였다. 총 채식시간은 처리 간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Shaver et al.(1986)은 조사료 급여 시 세절 길이가 짧아지면 채식시간이 짧아진다고 하였으며, Ryu et al.(1998)은 조섬유 함량이 높으면 낮은 것에 비하여 채식시간이 길어진다고 보고하였다. 특히 Beauchemin (1991)

은 NDF 함량이 증가할수록 채식시간은 증가한다고 하였다. 이들의 연구 결과를 기초로 볼 때 처리구가 대조구에 비하여 채식량은 높았지만, 대조구에 비하여 처리구의 조사료 길이가 짧고 NDF 함량이 낮았기 때문에 비록 처리구가 높은 채식량을 보였지만 채식시간에서 차이가 보이지 않았던 것으로 판단된다. 총 반추시간은 처리 간 유의적인 차이를 보이지 않았다. Lee et al.(2008)은 입자도가 큰 사료는 입자도가 작은 사료에 비하여 반추위 내에 체류하는 시간이 길어지기 때문에 반추시간이 길어진다고 하였고, Allen (1997)은 조사료의 NDF 함량이 높을 경우 낮은 것에 비하여 반추시간이 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서 BF 사일리지는 볏짚과 비교해서 입자도가 작고 NDF 함량이 낮았으나 반추시간에 있어서 유의적 차이가 나지는 않았다. 총 휴식시간 또한 처리간 유의적 차이는 없었다. 그러나, 앉아서 휴식하는 시간은 처리구가 대조구에 비해 더 길었다(p<0.05). 채식시간과 반추시간을 합한 저작시간은 처리간 차이가 없었다.

건물 1 kg 채식에 소요되는 시간을 보면 처리구가 채식속도가 빠른 것으로 나타났다(p<0.001). 이는 Van et al.(2002) 이 보고한 조사료의 절단 크기가 클수록 사료 섭취에 소요되는 시간은 길어진다고 하는 보고와 같은 경향을 나타냈다. Sudweeks et al.(1981)은 반추위의 적정한 생리 상태를 유지하기 위한 건물 1 kg당 저작시간은 30분 이라

Table 4. Effect of a by-product feed-based silage feeding on chewing and resting behavior of growing Hanwoo steers¹⁾

Items	Diet with		SEM	P value
	Rice straw	BF silage		
 Min/day			
Eating time	272.0	237.9	27.7	0.254
Ruminating time	301.6	294.1	31.0	0.815
Standing	70.1	41.2	19.1	0.168
Lying	231.5	252.9	20.3	0.322
Resting time	866.4	908.0	38.4	0.311
Standing	482.3	446.7	26.5	0.216
Lying	384.1 ^b	461.3 ^a	32.1	0.043
Chewing time ²⁾	573.6	532.0	38.4	0.311
Per kg of DM	92.7 ^a	60.5 ^b	5.6	0.001
Per kg of NDF	226.0 ^a	156.5 ^b	13.9	0.001

¹⁾ Means of 5 observations; BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

²⁾ Chewing time = eating time + ruminating time.

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

고 보고하였다. 또한 NDF 1 kg 채식에 소요되는 시간 역시 처리구가 대조구에 비하여 69.5분 빨랐다($p<0.001$). 이와 같은 결과 역시 조사료 절단길이가 긴 것에 비하여 짧은 것이 채식속도가 빠르기 때문이다(Kim and Chung, 1995). Mertens (1997)은 장초 섭취 시 NDF kg당 저작시간은 150분이라고 보고하였다.

결과적으로, BF 사일리지를 급여함에 따라 건물 kg당 저작시간과 NDF kg당 저작시간은 모두 정상적인 범위에 속하는 것으로 나타났다. 따라서, 볏짚을 BF 사일리지로 전량 대체하는 것은 저작 시간적인 측면에서는 문제가 되지 않는 것으로 판단된다

3. BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 반추 행동에 미치는 영향

BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 반추행동에 미치는 영향은 Table 5에 제시하였다. 먼저 식피수를 보면 대조구와 처리구 사이에 유의적 차이가 없었다. 그리고 총 저작수와 식피당 반추시간 또한 차이는 없었다. 식피당 저작수는 대조구에 비하여 처리구가 높았다($p<0.05$). Lee et al. (2010b)은 배합사료와 볏짚을 급여한 관행구와 TMR 사료와 행동조사를 비교한 결과 NDF 채식량은 상호 비슷하였지만 입자도가 작고 건물 채식량이 높았던 TMR구가 배합사료와 볏짚을 급여한 구에 비하여 식피당 저작수가 높았다고 보고하였다. 그리고 Lee and Choi (2010), Jeon et al. (1997)도 식피당 저작수는 입자도가 작은 것이 식피당 저작수가 높게 나타났다고 한 결과와 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. 하지만, 분 당 식피수는 유의적 차이는 없었다. 사료가치지수(FVI)는 처리구가 대조구에 비하여 낮았

다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 처리구가 대조구에 비하여 채식량은 많고, 저작시간(채식시간+반추시간)은 다소 짧았던 것에 기인한 것으로 판단되었다.

4. BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 배설 행동에 미치는 영향

BF 사일리지 급여가 음수, 배변, 배뇨 행동에 미치는 영향은 Table 6에 제시하였다. 1일 음수회수는 대조구와 처리구 간에 차이가 없었다. Lee et al. (2010a)은 SMS 주원료 사일리지 원료 중 수분을 많이 흡수할 수 있는 재료인 재활용가금갈개와 bentonite가 첨가되면 음수회수가 증가한다고 보고하였다. Ryu et al. (1998)은 가을철 7개월령과 11개월령의 육성우의 평균 음수회수는 각각 7.2회 및 8.5회라고 보고하였으며, Cassida and Stockes (1986)는 사료의 종류, 수분 함량, 생리적 상태에 따라 타액 생성량이 다르기 때문에 생리적으로 타액을 많이 분비하게 되면 수분요구량 증가로 음수회수가 증가한다고 하였다. 배분회수도 처리간 차이는 없었다. 1일 배뇨 회수는 처리구가 대조구에 비하여 7.3회 더 배뇨를 많이 하였다($p<0.05$). Lee et al. (2010b)은 습식 TMR을 급여하면 배합사료와 볏짚을 급여한 구에 비하여 음수의 증가로, 배뇨회수가 유의적으로 증가한다고 보고한 결과와 유사하였다. 본 실험의 처리구 바닥은 대조구 바닥에 비하여 한우의 배뇨회수가 많은 결과 훨씬 습한 상태를 보였다. 결과적으로 함수율이 높은 BF 사일리지 급여는 배뇨회수를 증가시켰다. BF 사일리지를 볏짚 대용으로 급여 시 추가적인 바닥 갈개가 필요할 것으로 판단된다.

Table 5. Effects of a by-product feed-based silage feeding on ruminating behavior of growing Hanwoo steers¹⁾

Items	Diet with		SEM	P value
	Rice straw	BF silage		
No. of bolus	297.1	283.6	35.2	0.652
Total chewing frequency	14,439.1	15,059.2	1,770.5	0.498
Ruminating time/bolus (sec)	61.7	57.8	2.4	0.238
Chewing frequency/bolus	48.6 ^b	53.1 ^a	2.2	0.012
Bolus/min	0.97	1.04	0.0	0.253
FVI ²⁾ (min/kg, DM)	82.5 ^a	59.2 ^b	7.9	0.019

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

²⁾ FVI: feed value index (chewing time/intake of feed 1 kg).

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 6. Effects of a by-product feed-based silage feeding on defecating, urinating and drinking behavior of growing Hanwoo steers¹⁾

Items	Diet with		SEM	P value
	Rice straw	BF silage		
Drinking (frequency/day)	8.9	9.1	1.2	0.872
Defecating (frequency/day)	10.2	12.8	1.7	0.169
Urinating (frequency/day)	22.3 ^b	29.6 ^a	2.3	0.013

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

Table 7. Effect of a by-product feed-based silage on eating rate, ruminating efficiency and chewing efficiency of growing Hanwoo steers

Items	Diet with		SEM	P value
	Rice straw	BF silage		
Eating rate ²⁾	1,375.2 ^b	2,345.0 ^a	326.4	0.018
Ruminating efficiency ³⁾	1,256.3 ^b	1,836.4 ^a	176.2	0.011
Chewing efficiency ⁴⁾	654.9 ^b	997.1 ^a	57.6	0.001

¹⁾ BF silage was a by-product feed-based silage, which was composed of 50% spent mushroom substrate, 21% recycled poultry bedding, 15% ryegrass straw, 10.8% rice bran, 2% molasses, 0.6% bentonite, and 0.6% microbial additive, and ensiled for more than 2 wks.

²⁾ Voluntary intake (g, DM/day) / Eating time (hour/day).

³⁾ Voluntary intake (g, DM/day) / Ruminating time (hour/day).

⁴⁾ Voluntary intake (g, DM/day) / Chewing time (hour/day).

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different (p<0.05).

5. BF 사일리지 급여가 육성기 거세한우의 채식율, 반추효율 및 저작효율에 미치는 영향

BF 사일리지 급여가 채식율, 반추효율 및 저작효율에 미치는 영향은 Table 7에 제시하였다

먼저 채식율을 보면, 처리구는 대조구에 비하여 채식율이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 채식율은 채식시간이 짧고 채식량이 많을 경우에 높게 나타나는 것으로서, 본 실험에서도 채식량은 많고 채식시간은 짧았기 때문에 채식율이 높게 나타난 것으로 판단된다. Lee et al. (2008)은 배합사료 5.3 kg, 볏짚 2.7 kg을 육성우(체중 357 kg)에게 급여한 결과 채식율이 1.7 kg으로서 본 연구결과 보다 약간 높은 것으로 보고하였으며, Lee and Choi (2010)는 비육후기(체중 691 kg) 거세 한우에게 배합사료 8.1 kg, 볏짚 1 kg을 급여한 결과 채식율이 3.6 kg으로서 본 연구결과 보다 훨씬 높았다고 보고하였다. 따라서 채식율은 조사료와 배합사료 급여 비율, 체중, 채식량, 채식시간에 따라 변화하는 것으로 보여 진다. 반추효율을 보면 처리구가 대조구에 비하여 높은 수치를 나타냈으며(p<0.05), 저작 효율 또한

처리구가 대조구에 비하여 52% 높았다(p<0.001). Kim et al. (1994), Lee et al. (2004) 및 Jeon et al. (1997)도 조사료의 입자도가 작으면 채식율, 반추효율, 저작효율이 높게 나타난다고 보고하여 본 실험에서의 결과와 유사함을 보였다.

V. 요 약

본 연구는 버섯재배부산물, 재활용가금갈래, 미강 및 straw로 구성되는 BF 사일리지 급여가 육성 거세한우의 행동양상에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다. 시험에 사용한 공시 한우는 11개월령 총 10두(평균 301.7 kg)를 2처리로 배치하였으며, 이 때 대조구(볏짚 자유채식)와 처리구(BF silage 자유채식)로 하여 48시간 행동관찰을 실시하였다. 대조구와 비교해서 BF 사일리지 급여구는 총 DM 섭취량과 NDF 섭취량이 각각 30% 및 36% 높았고, 채식시간, 반추시간 및 저작시간은 유의적인 차이가 없었다. 식피수, 식피당 반추시간에 있어서도 유의적 차이가 없었고, 식피당 저작수와 FVI는 낮게 나타났다(p<0.05). 또한

대조구와 비교해서 BF 사일리지 급여구는 배뇨 회수가 높고($p<0.05$), 음수 및 배분 회수에 있어서는 상호간에 차이가 없었고, 채식율, 반추효율 및 저작효율에 있어서는 더 높게 나타났다($p<0.05$). 이상의 결과로 볼 때, BF 사일리지 급여는 볏짚과 비교 시 육성거세한우의 반추행동 상 큰 차이가 없다는 결과로 미루어 볼 때 차후 볏짚 대용으로 활용하여도 좋을 것으로 사료되었다. 즉 입자도가 큰 straw를 peNDF를 충족시키는 최소량을 혼합하여 부산물사료 사일리지를 제조, 급여하였을 때 육성거세한우의 반추행동은 볏짚 급여 시와 차이가 없었다.

IV. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ00938201)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- Allen, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*. 80:1447-1462.
- Al-Saiady, M.Y., Abouhief, M.A., Makkaw, A.A., Ibrahim, H.A. and Al-Owaimer, A.N. 2010. Impact of particle length of alfalfa hay in the diet of growing lambs on performance, digestion and carcass characteristics. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 23:1013-1021.
- Beauchemin, K.A. 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing rumen function, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 74:3140-3151.
- Campling, R.C. and Freer, M. 1966. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. Experiments with ground, pelleted roughage. *British Journal of Nutrition*. 20:229.
- Cassida, K.A. and Stockes, M.R. 1986. Eating and resting salivation in early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 69:1282-1292.
- Hunt, C.W., Paterson, J.A., Zinn, G.M. and Williams, J.E. 1984. Effect of particle length and sodium hydroxide treatment of wheat straw on site and extent of digestion by lambs. *Journal of Animal Science*. 58:1454-1460.
- Jeon, B.T., Park, I.H., Lee, S.M., Moon, S.H., Kim, K.H., Kim, J.S. and Son, J.C. 1997. The effect of different fiber sources on chewing behavior of Korean native cattle. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 39:383-390.
- Ki, K.S., Kim, H.S., Jeong, H.Y., Lee, H.J., Ahn, B.S., Kwang, S.W., Kim Y.K. and Ha, J.K. 2003. The survey of particle size of total mixed ration in Korea. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 45:813-818.
- Kim, C.M. and Chung, T.Y. 1995. Studies on the eating and ruminating behavior of sheep. II. Effect of cutting length of ammoniated barley straw. *Korean Journal of Animal Nutrition and Feed*. 19:166-171.
- Kim, C.M., Lee, B.S. and Chung, T.Y. 1994. Influence of cutting length of ammoniated barley straw on the eating and ruminating behavior of Korean native cattle. *Korean Journal of Animal Science*. 36:487-493.
- Kim, Y.I., Bae, J.S., Jung, S.H., Ahn, M.H. and Kwak, W.S. 2007. Yield and physicochemical characteristics of spent mushroom (*Pleurotus ryngii*, *pleurotus osteratus* and *Annulina velutipes*) substrates according to mushroom species and cultivation types. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 49:79-88.
- Kim, Y.I., Oh, Y.K., Park, K.K., and Kwak, W.S. 2014. Ensiling characteristics and the *in situ* nutrient degradability of a by-product feed-based silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 27 (in press).
- Kononoff, P.J. and Heinrichs, A.J. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 86:1445-1457.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R. and Heinrichs, A.J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. 79:922-928.
- Lee, S.M. and Choi, Y.R. 2010. Effects of whole grain barley cracked feed on the eating behavior of Hanwoo steers during finish fattening period. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 52:149-156.
- Lee, S.M., Hwang, J.H., Yoon, Y.B., Kwak, W.S., Kim, Y.I., Moon, S.H. and Jeon, B.T. 2008. Effects of spent mushroom substrates addition on eating behavior of growing Hanwoo. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28:107-118.
- Lee, S.M., Kim, Y.I. and Kwak, W.S. 2010a. Effect of by-product mixing silage feeding on the eating and ruminating behavior of Hanwoo steer. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:159-168.
- Lee, S.M., Kim, Y.I. and Kwak, W.S. 2010b. Effects of feeding methods of total mixed ration on behavior patterns of growing Hanwoo steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 23:1469-1475.
- Lee, W.S., Lee, B.S., Lee, S.C., Lee, S.S., Lee, S.Y., Lee, D.Y. and Ha, J.K. 2004. Effects of rice straw and rice hull supplement on rumination and chewing behavior in Hanwoo steer. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 46:49-54.
- Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber

- requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.
- National Research Council. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Ryu, Y.W., Ko, Y.D. and Lee, S.M. 1998. Effects of mixing ratio of apple pomace, sesame oil meal and cage layer excreta on feed quality of rice straw silage. *Korean Journal of Animal Science and Technology*. 40:235-244.
- SAS. 2002. *SAS/STAT software for PC*. Release 9.1, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Shaver, R.D., Nytes, A.J., Satter, L.D. and Jorgensen, N.A. 1986. Influence of feed intake, forage physical form on digestion and passage of pre-bloom alfalfa hay in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 69:1545.
- Sudweeks, E.M., Ely, L.O., Mertens, D.R. and Sisk, L.R. 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: Roughage value index system. *Journal of Animal Science*. 53:1406-1415.
- Uden, P. 1987. The effect of grinding and pelleting hay on digestibility, fermentation rate, digest passage and rumen and faecal particle size in cows. *Animal Feed Science and Technology*. 19:145.
- Van, D.T.T., Ingel, L. and Nguyen, T.M. 2002. Feed intake and behavior of kids and lambs fed sugar cane as the sole roughage with or without concentrate. *Animal Feed Science and Technology*. 100:79-91.
- Woodford, J.A., Jorgensen, N.A. and Barrington, G.P. 1986. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 69:1035.

(Received October 8, 2013/Revised November 25, 2013/Accepted November 30, 2013)