

# 섬유질배합사료 급여가 비육후기 거세한우의 반추위 발효성상, 소화율 및 산육성에 미치는 영향

김경훈\*·김기수\*\*·이상철\*·오영균\*·정찬성\*·김건중\*\*

농촌진흥청 축산기술연구소\*, 공주대학교 산업과학대학 동물자원학과\*\*

## Effects of Total Mixed Rations on Ruminal Characteristics, Digestibility and Beef Production of Hanwoo Steers

K. H. Kim\*, K. S. Kim\*\*, S. C. Lee\*, Y. G. Oh\*, C. S. Chung\* and K. J. Kim\*\*

National Livestock Research Institute, RDA\*,

Department of Animal Resources Science, Kongju University\*\*

### ABSTRACT

This experiment was carried out to compare the effects of feeding commercial formula feed and rice straw separately (control) versus a total mixed ration (TMR) on productivity of Hanwoo steers in late stage of fattening and on ruminal fermentation characteristics and digestibilities. Ruminal digesta from the cannulated cattle were sampled at 0, 1, 2, 3, 5, 8 hour after feeding.

The steers fed TMR consumed 7.4kg per day and there was no difference between feeding systems. Daily weight gain was not significantly ( $P>0.05$ ) between feeding systems, however, TMR group showed lower daily gain than control group. The amount of feed consumption per kg weight gain was higher in TMR group than control group (10.5kg and 9.7kg, respectively), resulting in a greater efficiency of feed utilization for gain. In the result of appearance rates of quality grade A were 33% higher for TMR group than those in control group. Appearance rates of grade 1 showed 56% and 75% when fed the control and TMR, respectively.

Digestibilities of dry matter, crude protein, crude fiber and gross energy for TMR treatment were significantly higher ( $P<0.01$ ) than those of control. Prior to feeding (0 h) and each subsequent hour, the TMR resulted in higher rumen pH ( $P<0.05$ ) when compared with control ration. The concentration of  $\text{NH}_3\text{-N}$  for TMR treatment maintained at higher level up to 8hr after feeding, especially increased up to 28.2mg/dl during 1~2 hour which was two times ( $P<0.05$ ) more than control. The amount of total VFA showed same trends between feeding systems. However, the ratios of branched chained fatty acid such as iso-butyric acid and iso-valeric acid for TMR treatment were significantly ( $P<0.01$ ) higher than control for 3~5hr. Results showed that TMR in these trials is effective feeding system for fattening Hanwoo steers in the respect of ruminal characteristics, total tract digestibility and productivities.

(Key words : Beef production, Digestibility, Hanwoo, Ruminal characteristics, TMR)

---

Corresponding author : K. J. Kim, Department of Animal Resources Science, Kongju University, Korea  
Tel: 041-330-1243, E-mail: joongkim@kongju.ac.kr

## I. 서 론

섬유질배합사료는 반추위 pH의 항상성을 유지할 수 있어 사료의 건물섭취량을 증가시키거나, 이용성을 높이면서 대사성 질병의 감소와 유생산을 증대시킬 수 있다는 장점들이 젖소를 이용한 실험들(Nocek 등, 1986; Harrison 등, 1989; Kellems 등, 1991)에서 이미 확인된 바 있다.

최근 한우비육에 있어서도 섬유질배합사료(TMR) 급여에 대한 관심이 높아지고 있다. 한우 비육형태가 대부분 군사이기 때문에 개체간 사료섭취량의 차이가 발생하기 쉽고, 발육의 균일성이 저하될 뿐만 아니라 경쟁에 의한 사료섭취량 증가로 사료요구율이 증가될 우려를 안고 있어 (농림수산성, 육우편 2000), 장기비육이 불가피한 고급육 사양체계에서 문제점으로 지적되고 있다.

한우비육에 섬유질배합사료 급여방식을 도입하면 위에서 언급되고 있는 문제를 부분적으로 해결할 수도 있고 유용 사료자원인 식품제조 부산물, 농산부산물 및 기호성이 나쁘지만 영양가치가 있는 유기성 폐자원들을 효과적으로 이용할 수 있으며 운용에 따라서 사료비 절감은 물론 산육성도 개선할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

그러나, 아직까지 한우비육에서 섬유질배합사료를 활용하는 농가 수가 아주 적은데, 이러한 이유는 섬유질배합사료 조제를 위해서 필수적인 혼합기 구입비용과 인건비 투입이 고려되어야 하고, 섬유질배합사료의 효과를 증명해주는 연구결과와 제조기술이 아직 미흡한 수준에 있기 때문이라고 사료된다.

본 연구는 비육후기 거세한우에 대한 섬유질배합사료 급여 효과를 구명하기 위해 사양시험을 수행하였고 사양시험 결과의 해석을 위해 반추위 발효성상과 소화율 시험을 함께 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

## 시험 1. 섬유질배합사료 급여가 비육후기 거세한우의 산육성에 미치는 영향

본 시험은 한우 거세우 21두(평균개시 체중:  $480.9 \pm 24.7$ kg)를 대조구(시판 비육후기 배합사료와 볏짚의 분리급여구)와 섬유질배합사료 단독급여구의 2처리에 각각 9두와 12두를 공시하여 6개월간 수행하였다. 대조구의 급여사료는 볏짚을 1일 1.0kg 급여하면서 비육후기 배합사료를 무제한 급여하였고, 섬유질배합사료구는 섬유질배합사료(Table 1)만을 무제한 급여하였다. 급여사료는 1일 2회 균등 분할급여하였고, 우방은 두당 약 6.5m<sup>2</sup>의 면적이었다.

Table 1. Formula of total mixed ration(TMR)

Ingredient	% of fed basis
Ground corn	42.0
Corn flake	8.0
Wheat bran	5.0
Corn gluten feed	17.0
Brewer's grain	19.8
Rice straw	4.0
Molasses	3.0
Limestone	0.6
Salt	0.3
Vitamin, mineral complex	0.3

시험사료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 칼슘은 AOAC(1990) 방법에 의해, 그리고 NDF와 ADF는 Van Soest법(1982)에 의해 분석하였다. 칼로리는 bomb calorimeter(Parr, 1563)를 사용하여 측정하였다. 분석결과는 시험 2의 결과와 함께, 전체 결과에 대해 고찰하기 위해 Table 4에 나타내었다.

사료섭취량은 주당 3일간만 잔량을 매일 측정하여 구하였으며, 체중은 매월 1회 측정하였다. 실험 종료 후 출하된 실험축의 도체 등급표를 분석하여 육량 및 육질 평가, 그리고 등급출현율을 분석하였다.

## 시험 2. 섬유질배합사료 사료 급여가 반추위의 발효 성상 및 소화율에 미치는 영향

반추위 케놀라가 장착된 평균체중 470kg인 한우 4두를 공시하여 대조구 2두(시판 비육후기 사료 원물 6.9kg + 볏짚 원물 1.0kg)와 섬유질배합사료 단독급여구 2두(원물 10.3kg)의 duplicate 2×2 Latin square법으로 수행되었으며, 급여 사료는 실험 1과 동일하였다.

시험사료의 적응기간은 6일간으로 하였고, 7일째 반추위 발효성상을 조사하였다. 또한 8일째부터 10일째까지 3일간 전분을 채취하여 전장 소화율을 측정하였다. 사료 급여시간은 오전 6시, 오후 5시에 2회로 균등 분할 급여하였고, 물과 미네랄블록은 자유 섭취하게 하였다.

반추위 케놀라를 통하여 사료 급여 직전(0시간)과 사료 급여후 1시간, 2시간, 3시간, 5시간, 8시간에 반추위액을 채취한 후 pH meter(Orion Model 920A)를 이용하여 즉시 pH를 측정하였으며, 8겹의 거즈로 여과하여 사료 입자를 제거한 후 위액 5ml에 HgCl<sub>2</sub> 0.1ml를 넣고 잘 섞은 후 3,500rpm에서 15분간 원심분리 하여 상층액을 취하고 Chaney와 Marbach(1962) 방법에 의해 암모니아 농도를 측정하였다. 휘발성 지방산 함량은 반추위액 5ml 당 HgCl<sub>2</sub> 0.05ml를 첨가하여 미생물 활성을 억제시키고 Gas chromatography를 사용하여 분석하였다.

분(糞)은 본 시험 3일 동안 매일 배설량을 칭량한 후 모두 모아서 혼합기에서 15~20분간

교반하여 1/10을 채취, -15℃ 냉동실에 보관하였다. 본 시험이 끝난 후, 분 시료를 해동, 교반하여 1/10을 채취, 건조시켜 건물, 조단백질, 조지방, 조섬유, 칼로리를 시험 1과 같은 방법으로 분석하였다.

시험 결과에 대한 통계분석은 SAS package (1996)의 분산분석 및 일반 선형모델(GLM)을 이용하였고, 각 처리구별 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의하여 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 시험 1. 섬유질배합사료 급여가 비육후기 거세한우의 산육성에 미치는 영향

비육후기 거세한우에 대한 섬유질배합사료 급여효과를 보면(Table 2), 섬유질배합사료 구의 건물 사료섭취량은 1일 7.4kg으로 대조구와 차이가 없었고, 일당 증체량에서는 섬유질배합사료구가 718g으로 대조구보다 낮았으나 유의성은 없었다. 따라서 1kg 증체에 필요한 사료섭취량은 섬유질배합사료구가 10.5kg으로 대조구보다 0.8kg 더 높았으나 역시 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

섬유질배합사료 급여가 도체등급에 미친 영향을 볼 때(Table 3), 대조구의 A 등급 출현율은 22%였으나 섬유질배합사료구는 33%로서 섬유질배합사료구가 약간 높은 경향이었고, 육질 등급에서도 1등급 출현율이 대조구와 섬유질배합사료구에서 각각 56%와 75%로 섬유질

Table 2. Effect of TMR feeding on fattening of Hanwoo steers

Item	Control (n=9)	TMR (n=12)
Initial body weight (kg)	464.3	493.3
Final body weight (kg)	607.0	625.3
Daily gain (g/d)	775.0	718.0
Feed intake (DM kg/d)	7.43	7.41
DM intake/kg wt. gain (kg)	9.70	10.50

Table 3. Effect of TMR feeding on carcass characteristics of Hanwoo steers

Item	Control (n=9)	TMR (n=12)
Back fat thickness (mm)	11.1	11.4
Loin area(cm <sup>2</sup> )	81.7	83.8
Marbling score	4.0	4.6
Beef color	4.7	4.3
Fat color	3.0	3.0
Texture	1.8	1.4
Appearance number of quantity grade (A:B:C)	2:7:0	4:7:1
Appearance number of quality grade (1:2:3)	5:4:0	9:3:0

배합사료구가 높게 나타났다. 대조구는 2000년도 전국 평균 거세 한우의 1등급 평균 출현율 52%와 비슷한 성적이었으나, 섬유질배합사료 급여구는 이 보다 양호한 성적이었고, 섬유질배합사료구의 A등급 평균 출현율은 전국평균 성적인 36%와 비슷한 결과였다. 통계적 유의성은 없었지만 등심 단면적, 근내지방도, 육색 등도 섬유질배합사료 급여로 개선된 결과를 보였다.

본 시험에서 섬유질배합사료 급여구의 사료 섭취량이 대조구와 비슷하였으나 일당증체량이 대조구에 비해 다소 낮았던 이유는 개시체중이 대조구에 비해 더 높았던 관계로 마무리 시기가 좀더 일찍 도달하면서 증체량이 둔화되는 현상을 보였기 때문이라 생각된다. 섬유질배합사료구에서 보여준 육량 및 육질 등급의 개선 효과에 대해서는 본 시험의 비육후기 6개월간 성적만 가지고 결론을 내리기는 어려울 듯하고, 육성기부터의 사양관리 자료를 기초로 보다 신중히 검토되어야 할 것으로 사료된다. 또한 시판배합사료의 원료 구성과 섬유질배합사료의 원료 구성이 완전히 동일하지 않았기 때문에 본 시험이 분리급여와 혼합급여 효과를 구명하기 위한 시험설계가 되지 못했다. 그러나 본 시험에 사용된 섬유질배합사료의 원료 구성(Table 1)을 보면, 맥주박이 사용된 점과 볶짚을 혼합 급여한 점의 두 가지 면에서만 대조구와의 차이를 찾을 수 있기 때문에, 육량과 육질 개선을 위한 섬유질배합사료의 이용가능

성을 보여주고 있고, 이용 확대를 위해서는 한우 섬유질배합사료에 대한 더 많은 연구가 필요하다라는 것도 시사하고 있다.

국내에서의 섬유질배합사료 급여효과에 대한 시험은 주로 유우에서만 이루어졌으며(진 등, 1993; 배 등, 1996), 한우의 산육성 및 육질에 대한 국내 시험결과는 찾아보기 어렵고, 고찰에 어려움이 있어서 시험 2에서는 사양시험에서 사용된 동일한 배합사료와 섬유질배합사료를 급여하여 반추위 발효성상 및 소화율의 차이를 조사하여 시험 1의 결과에 대해 좀 더 자세한 고찰을 해보고자 하였다.

## 시험 2. 섬유질배합사료 사료 급여가 반추위의 발효 성상 및 소화율에 미치는 영향

### (1) 시험사료의 일반성분 함량과 소화율

시험 1과 동일한 시험사료의 일반 조성분 함량은 Table 4와 같다. 본 시험에서의 건물, 조단백질, 총에너지 섭취량을 구한 결과, 건물섭취량의 경우 대조구는 배합사료 6.5kg, 볶짚 0.84kg를 섬유질배합사료구에서는 건물 7.1kg로 대조구의 1일 건물섭취량 보다 약 0.2kg 적었다. 그러나 섬유질배합사료 사료의 건물중 단백질 및 에너지 함량이 높았기 때문에 1일 단백질 섭취량은 섬유질배합사료구가 약 0.92kg로 대조구의 0.80kg 보다 높았고, 총에너지 섭취량은 두 구(區) 모두 30.3 Mcal를 섭취한 것

Table 4. Chemical composition of experimental diets

	Concentrate	Rice straw	TMR
Dry matter (%)	90.78	84.04	69.12
Crude protein (% DM)	11.94	4.04	12.94
Ether extract (% DM)	3.65	0.33	4.22
Crude fiber (% DM)	6.00	31.11	7.12
Crude ash (% DM)	5.01	10.92	5.76
NDF (% DM)	ND	69.24	49.21
ADF (% DM)	ND	34.79	12.03
Gross energy(cal/g DM)	4,197.5	3,464.0	4,281.3

ND : Not determined.

으로 나타났다.

섬유질배합사료 사료의 건물을 비롯한 조단백, 조지방, 그리고 총에너지의 소화율은 대조구에 비하여 약 1.2배, 조섬유 소화율은 1.6배 더 유의적으로 높았던 것으로 나타났다(Table 5).

(2) 반추위내 pH와 NH<sub>3</sub>-N의 변화

섬유질배합사료 급여에 의한 반추위내 pH 변화(Fig. 1)는 시판 배합사료와 볏짚을 분리 급여한 대조구보다 높은 6.0 이상의 수준에서 비교적 안정적으로 유지되었다.

시간별 pH 변화를 비교하면, 사료급여 후 2시간째에 대조구는 5.7로 급격히 감소하였고, 섬유질배합사료구는 약 6.0으로 대조구보다 높은 경향을 보였다. 그 후 대조구는 5시간째까지도 5.8의 수준을 유지하였으나 섬유질배합사료구는 6.2로 유의성있게(P<0.05) 높아졌다. 8

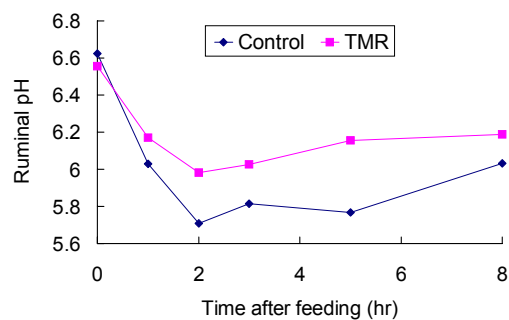


Fig. 1. Changes in ruminal pH of Hanwoo steers fed experimental diets.

시간 후에는 유의성은 없었으나 섬유질배합사료구의 pH가 높은 경향을 보였다.

조사료와 농후사료를 분리 급여하면 반추가축은 농후사료를 선택 채식하게 되고, 분해속도가 빠른 전분으로부터 휘발성 지방산이 빨리 생성되어 반추위내 pH가 2~3시간 내에 급격

Table 5. Nutrients digestibility of Hanwoo steers fed experimental diets

	Control (A)	TMR (B)	B/A
Dry matter (%)	60.69 <sup>b</sup>	74.26 <sup>a</sup>	1.22
Crude protein (%)	56.89 <sup>b</sup>	72.06 <sup>a</sup>	1.27
Ether extract (%)	76.66 <sup>b</sup>	86.00 <sup>a</sup>	1.12
Crude fiber (% DM)	39.08 <sup>b</sup>	61.40 <sup>a</sup>	1.57
Digestible energy (% GE)	64.97 <sup>b</sup>	78.63 <sup>a</sup>	1.21

<sup>ab</sup> : Means within the same row with different superscripts differ(P<0.01).

히 낮아진다. 김 등(1999)은 조사료와 농후사료의 비율이 7:3에서 3:7로 다른 사료를 *in vitro* 에서 발효시켰을 때, 농후사료의 비율이 70%인 조건에서는 pH가 5.5까지 낮아지는 것을 확인하였다. 이와 같은 조건에서는 섬유소 분해균의 활력이 떨어져서 섬유소 소화율이 감소하기 때문에(Khalili와 Huhtanen, 1991) 조사료를 혼합하여 급여하는 섬유질배합사료의 중요성이 제시되는 것이다. 즉, 섬유질배합사료 급여는 농후사료의 선택채식을 방지하고, 조사료와 농후사료를 함께 섭취할 수 있기 때문에 조사료의 채식과 저작과정에서 타액의 분비를 촉진하게 되고, 타액중의 중탄산염이 휘발성 지방산을 중화시켜서 반추위내 pH 환경을 분리급여 방식보다 중성역에 가깝고, 또 안정적으로 유지할 수 있게 돕는 것이다. 본 시험에서 대조구의 pH는 사료섭취후 2~5시간 동안 6.0이하를 유지하였지만 섬유질배합사료 급여구는 시험조사 8시간 동안 6.0~6.2의 비교적 안정적인 pH를 유지하였다.

반추위내 NH<sub>3</sub>-N 농도는 Fig. 2에서와 같이 섬유질배합사료구가 사료급여 후 8시간 후까지 높은 수준에서 유지되었다. 특히 사료급여 1시간 후에 섬유질배합사료구는 28.2mg/dl 까지 급격히 증가한 후 2시간까지 최고 농도(P<0.05)를 보인 후 시간이 경과하면서 서서히 5시간 후에는 12.3mg/dl을 나타내었다. 그러나 대조구는 최고 농도를 보였던 1~2시간 후에도 섬유질배합사료구의 50%미만의 농도였고, 3시간 이후에도 10mg/dl이하의 수준을 유지하였다.

NH<sub>3</sub>-N는 미생물의 단백질 합성에 필요한 가장 중요한 질소원이며, 사료내 단백질 함량이나 용해도 및 그 밖의 물리·화학적 특성에 따라 반추위내의 NH<sub>3</sub>-N 수치는 크게 영향을 받는다. 반추위 미생물은 사료단백질을 분해한 후, 생성된 peptide나 amino acid 그리고 NH<sub>3</sub>-N을 이용하여 미생물체 단백질을 합성한다. 따라서 미생물에 의한 단백질 합성시 필요한 에너지가 충분한 경우, 제 1위 내에서의 사료의 소화와 발효를 최대로 높이기 위하여 조단백질 함량은 건물의 11% 혹은 그 이상 필요하다고 하고 있고, 사양시험 등의 성적으로부터 육우

에서는 사료의 섭취량과 사료에너지의 이용효율을 최대로 하기 위하여 사료중 조단백질 함량을 12% 전후로 하는 것이 좋다고 보고하고 있다(Brannan 등, 1973; Eck 등, 1988). 그러나 본시험에서 대조구의 섭취사료중 조단백질 함량은 11% 미만이었으며, 섬유질배합사료구의 13% 보다는 낮은 수준이었다. 또한 대조구의 반추위내 NH<sub>3</sub>-N 농도는 7.1~13.0mg/dl로 미생물 단백질 합성을 위한 최소 농도인 6.0mg/dl 이상(Henning 등, 1993)은 유지하였지만, 미생물 단백질 합성을 위해서 충분한 양이 공급되지 않았다. 그러나, 섬유질배합사료급여구는 사료 급여 전 15.7mg/dl이었고, 점차 증가하여 3시간 후 까지 22.9mg/dl 이상의 농도를 유지한 것으로 보아 대조구보다 미생물 단백질 합성을 위한 NH<sub>3</sub>-N 공급이 충분하였을 것으로 판단된다.

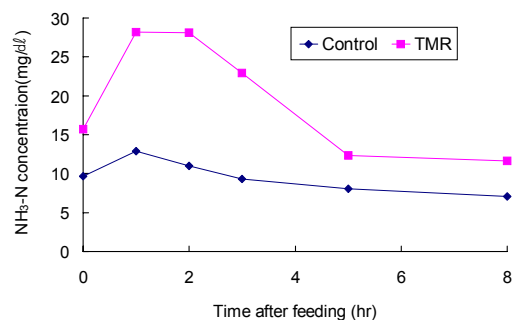


Fig. 2. Changes in ruminal NH<sub>3</sub>-N concentration(mg/dl) of Hanwoo steers fed experimental diets.

반추가축이 필요로 하는 대사단백질 요구량의 약 60%가 미생물단백질에 의해 공급하기 때문에 미생물 단백질합성량을 증가시키기 위한 연구들이 많이 수행되었다. 특히 최근 연구 결과들(Kim 등, 1999; Kim 등, 2000)은 단백질과 탄수화물의 반추위내 분해속도의 동기화(synchronization)가 미생물 단백질 합성량을 증가시킬 수 있다고 하였는데, 본 연구에서 사용된 섬유질배합사료 원료 중 밀기울과 corn gluten feed는 단백질의 약 75%가 분해성 단백질로 구성되어 있고, 그 중 용해성단백질은 각

Table 6. Ruminal VFA concentration of Hanwoo steers fed experimental diets

	Time (hr)	Control	TMR
Total VFA (mM)	0	64.93	72.01
	1	90.14	96.25
	2	104.90	101.20
	3	81.22	90.68
	5	81.94	85.33
	8	78.78	64.44
Acetic acid (% Total VFA)	0	59.74	61.82
	1	57.91	62.30
	2	57.93	61.35
	3	59.31	61.50
	5	59.64	60.82
	8	59.00	61.41
Propionic acid (% Total VFA)	0	18.12	19.19
	1	19.70	19.27
	2	19.99	19.17
	3	19.77	19.27
	5	19.52	18.51
	8	19.17	18.63
Iso-butyric acid (% Total VFA)	0	0.89 <sup>b</sup>	1.20 <sup>a</sup>
	1	0.64 <sup>b</sup>	0.97 <sup>a</sup>
	2	0.60 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>
	3	0.60 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>
	5	0.59 <sup>b</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	8	0.63	0.57
Butyric acid (% Total VFA)	0	16.62	14.50
	1	17.35 <sup>a</sup>	12.80 <sup>b</sup>
	2	16.69	13.34
	3	15.85	13.29
	5	15.70	14.94
	8	16.58	12.38
Iso-valeric acid (% Total VFA)	0	2.71	3.30
	1	2.15	3.06
	2	2.09 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>
	3	2.07 <sup>b</sup>	3.12 <sup>a</sup>
	5	2.22	2.92
	8	2.44	2.73
Valeric acid (% Total VFA)	0	ND	ND
	1	2.40	2.09
	2	2.86	2.37
	3	2.71	2.41
	5	2.63	2.00
	8	2.33	2.06

<sup>ab</sup> : Means within the same row with different superscripts differ (P<0.01). ND : Not determined.

각 35%와 60%를 차지한다(농림수산성, 육우편 2000). 따라서 NH<sub>3</sub>-N의 생성량이 사료급여 후 2시간 후 비교적 빠른 시간에 28mg/dl까지 도달했던 것으로 판단된다. 또한 섬유질배합사료 원료 중 맥주박은 발효속도가 빨라 단백질 분해속도의 동기화에 기여했을 것으로 추정되며, 이러한 조건에서 미생물체 단백질 합성을 위한 NH<sub>3</sub>-N의 이용효율은 향상되었을 것이다.

### (3) 휘발성 지방산 함량

섬유질배합사료와 배합사료를 급여하여 발효 시간에 따른 반추위액의 VFA 함량 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 대조구와 섬유질배합사료구의 총 VFA 함량은 사료급여 후 2시간까지 증가하였다가 그 후 감소하는 경향이 비슷하였으며, 유의적 차이도 없었다. 총 VFA 중 각 유기산이 차지하는 비율 중 섬유질배합사료구의 acetic acid, propionic acid는 대조구에 비하여 높은 비율을 보였고, butyric acid와 valeric acid는 낮은 비율을 보였으나 시간별 유의적 차이는 나타나지 않았다. 그러나 branched chained fatty acid(BCFA)인 iso-butyric acid와 iso-valeric acid의 비율에서는 섬유질배합사료와 대조구간에 차이가 있었고, 특히 사료급여 후 3~5시간 내에 섬유질배합사료구가 유의성있게 높았다.

반추위내에 VFA 생산량 및 생산 비율은 사료의 조성, 급여량, 급여 방법 등에 영향을 받으며(Casper 등, 1990; DePeters와 Taylor, 1985; McCarthy 등, 1989; Overton 등, 1995) 숙주인 반추가축의 제 1차 에너지원이다. Acetate와 butyrate는 지방합성을 위해 효율적으로 이용되지만, 포도당 신생을 위해서는 사용되지 않는다. Propionates는 포도당 신생을 위해 사용될 수 있고, acetate에 대한 상대비율이 높으면 유지방이 감소한다(Russell 등, 1992).

본 시험에서는 섬유질배합사료구에서 유의성은 없었지만 propionate의 비율이 조금 감소했고, acetate의 비율은 조금 증가했던 점은 조사료와 농후사료를 함께 채식하게 되는 섬유질배합사료 급여에서 예상할 수 있는 특징일 것이다. 그러나, branched chain fatty acid (BCFA)인

iso-butyric acid와 iso-valeric acid의 비율에서 대조구와 섬유질배합사료구 간에 유의적인 차이(P<0.01)가 있었던 점은 특기할 만한 사항이다. BCFA의 탄소골격은 섬유소 분해박테리아의 성장에서 branched chain amino acid(BCAA)의 합성에 이용된다(Bryant, 1973). 따라서 반추위내 BCFA의 농도가 낮으면 미생물 성장을 제한할 것이라는 보고가 있었다(Cline 등, 1966; Bunn 등, 1968). 그러나 그 후에 이루어진 BCFA의 첨가가 섬유소 소화율에 미치는 효과에 대한 *in vivo* 시험결과(Hefner 등, 1985; Gunter 등, 1990)에서는 *in vitro* 결과(Cummins와 Papas, 1985)와는 다른 결론을 내리고 있다. 이들 시험은 조섬유 특히 저질 조사료를 다량 섭취한 소에게 BCFA를 첨가한 효과를 규명하고자 했으나, 섬유소 분해균의 증식이 활발해질 수 있는 조건보다는 전분이나 전분 가수분해물의 반추위 유입량이 증가하여 전분 분해균이 우점하게 되는 조건에서의 BCFA 첨가 효과를 규명해 보는 시험이 필요할 것으로 생각된다.

본 시험의 결과, 섬유질배합사료 급여는 한우의 반추위 발효를 안정화시키고 산육성 및 육질등급을 높이는 효과가 있었다. 그러나 본 실험이 TMR과 시판배합사료의 원료구성 및 배합비가 동일하지 않았기 때문에 분리급여와 혼합급여의 효과 비교가 아닌, 한우 비육에 있어서 섬유질배합사료의 이용 가능성을 제시한 시험 결과라 할 수 있겠다.

## IV. 요약

본 연구는 시판 비육후기용 사료와 볏짚을 급여한 관행적 비육후기 사료급여형태(대조구)와 특정 비육농가에서 급여하고 있는 섬유질배합사료의 단독급여 효과를 비교하기 위해 증체량, 사료효율, 도체등급 등을 조사하였고(시험 1), 결과 해석을 위해 시험 2에서 반추위 발효 성장에 미치는 영향과 소화율을 조사하였다.

비육후기의 섬유질배합사료 사료의 급여효과 시험에서는 섬유질배합사료의 건물 사료섭취량이 1일 7.4kg으로 대조구와 차이가 없었고, 일



당 증체량에서는 718 g 으로 대조구 775 g 보다 낮았으나 유의성은 없었다. 1kg 증체에 필요한 사료요구량에서는 섬유질배합사료구가 10.5kg 으로 대조구보다 약 0.8kg 더 높았다. 대조구의 A 등급 출현율은 22%였으나, 섬유질배합사료구는 33%로 섬유질배합사료구의 A등급 출현율이 높았고, 육질 등급에서도 1 등급 출현율이 대조구와 섬유질배합사료구에서 각각 56%와 75%로 섬유질배합사료구가 현저히 높았다.

섬유질배합사료 사료의 건물을 비롯한 조단백, 조지방, 그리고 총에너지의 전장소화율은 대조구와 비교하여 약 1.2~1.6배 더 유의적으로 높았던 것으로 나타났다.

반추위 내의 pH 변화는 섬유질배합사료구가 배합사료를 급여한 관행구보다 높은 pH 6.0 이상에서 비교적 안정적으로 유지되었다. 반추위 내 NH<sub>3</sub>-N 농도는 섬유질배합사료구가 사료급여 후 8시간 후까지 높은 수준에서 유지되었고, 특히 사료급여 2시간 후 까지 대조구의 2 배에 이르는 28.2mg/dl까지 급격히 증가하였다 (P<0.05).

대조구와 섬유질배합사료구의 총 VFA 함량은 사료급여 후 2시간까지 증가하였다가 그 후 감소하는 경향이 비슷하였으며, 유의적인 차이도 없었다. 그러나 branch chained fatty acid (BCFA)인 iso-butyric acid와 iso-valeric acid의 비율에서는 섬유질배합사료와 대조구간에 차이가 있었고, 특히 사료급여 후 3~5시간 내에 섬유질배합사료구가 유의성있게(P<0.01) 높았다. 본 시험의 결과, 섬유질배합사료 급여는 한우의 반추위 발효를 안정화시키고 비육후기 산육성 및 육질등급을 높이는 효과가 있었다.

## V. 인 용 문 헌

1. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Brannan, W. L., Hatfield, E. E., Owens, F. N. and Lewis, J. M. 1973. Protein concentration and sources for finishing ruminants fed high-concentrate diets. J. Anim. Sci. 36:782.
3. Bryant, M. P. 1973. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. Fed. Proc., 32:1809.
4. Bunn, C. R., McNeil, J. J. and Matrone, G. 1968. Comparison of amino acid and alfalfa supplementation of purified diets for ruminants. J. Nutr. 94:47.
5. Casper, D. P., Schingoethe, D. J. and Eisenbeisz, W. A. 1990. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in sources of nonstructural carbohydrate and crude protein. J. Dairy Sci, 73:1039.
6. Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clinical chemistry 8:130.
7. Cline, T. R., Garrigus, U. S. and Hatfield, E. E. 1966. Addition of branched and straight chain volatile fatty acids to purified lamb diets and effects on utilization of certain dietary components. J. Anim. Sci. 25:734.
8. Cummins, K. A. and Papas, A. H. 1985. Effects of isocarbon-4 and isocarbon-5 volatile fatty acids on microbial protein synthesis and dry matter digestibility *in vitro*. J. Dairy Sci. 68:2588.
9. DePeters, E. J. and Taylor, S. J. 1985. Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. J. Dairy. Sci. 68:2027.
10. Eck, T. P., Bartle, S. J., Preston, R. L., Brandt, R. T. and Richardson, C. R. 1988. Protein source and level for incoming feed-lot cattle. J. Anim. Sci. 66:1871.
11. Gunter, S. A., Krysl, L. J., Judkins, M. B., Broesder J. T. and Barton, R. K. 1990. Influence of branched-chain fatty acid supplementation on voluntary intake, site and extent of digestion, ruminal fermentation, digesta kinetics and microbial protein synthesis in beef heifers consuming grass silage. J. Anim. Sci. 68:2885.
12. Harrison, J. H., Riley, R. E. and Long, K. A. 1989. Effect of type and amount of buffer addition to grass silage-based total mixed rations on milk production and composition. J. Dairy. Sci. 72:1824.
13. Hefner, D. L., Berger, L. L. and Fahey, G. C. Jr. 1985. Branched-chain fatty acid supplementation of corn crop residues diets. Journal of Animal

- Science. 61:1264.
14. Henning, P. H., Steyn, D. G. and Meissner, H. H. 1993. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J. Anim. Sci.* 71:2516.
  15. Kellems, R., Jones, O. R., Andrus, D. and Wallentine, M. V. 1991. Effect of moisture in total mixed rations on feed consumption and milk production and composition in Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 74:929.
  16. Khalili, H. and Huhtanen, P. 1991. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. 2. Digestion of cell wall carbohydrates. *Animal Feed Science and Technology.* 33:263.
  17. Kim, K. H., Choung, J. -J. and Chamberlain, D. G. 1999. Effects of varying the degree of synchrony of energy and nitrogen release in the rumen on the synthesis of microbial protein in lactating dairy cows consuming a diet of grass silage and a cereal-based concentrate. *Journal of the Science of food and Agriculture* 79:1441.
  18. Kim, K. H., Lee, S. S., Jeon, B. T. and Kang, C. W. 2000. Effects of the pattern of energy supply on the efficiency of nitrogen utilization for microbial protein synthesis in the non- lactating cows consuming grass silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 13:962.
  19. McCarthy, R. D., Klusmeyer, T. H., Vicini, J. L., Clark, J. H. and Nelson, D. R. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 72: 2002.
  20. Nocek, J. E., Steele, R. E. and Braund, D. G. 1986. Performance of dairy cows fed forage and grain separately versus a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 69:2140.
  21. Overton, T. R., Cameron, M. R., Elliott, J. P., Clark, J. H. and Nelson, D. R. 1995. Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. *J. Dairy. Sci.* 78:1981.
  22. Russell, J. B., O'Connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J. and Sniffen, C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3551.
  23. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
  24. Van Soest, P. J. 1982. Limitations of ruminant. In *Nutritional Ecology of the Ruminant.* p. 325-344. O & B Books. Inc., Corvallis, OR.
  25. 農林水産省 農林水産技術會議 事務局. 2000. 日本飼養標準(肉用牛). 中央畜産會, 東京.
  26. 김건중, 이상철, 오영균, 김진욱, 이현정, 은정식, 김용국. 1999. 조농비율 및 조사료의 종류가 한우 반추위내 발효성상 및 methane 생성에 미치는 영향. *한영사지.* 23:381.
  27. 백강기, 김동식, 맹원재. 1996. 낙농농가의 TMR 급여효과와 영양성분 균일도. *한영사지* 20:329.
  28. 진신흙, 현덕현, 김동철, 이왕식, 강태홍. 1993. 완전혼합사료 급여에 의한 젖소 산유량 향상 연구. *한축지* 15:159.
- (접수일자 : 2002. 11. 4 / 채택일자 : 2003. 5. 6)