

## 거정석 첨가 급여가 비육한우의 체중 증가량, 혈액 성분, 면역성 및 도체등급에 미치는 영향

김병기\* · 하재정\* · 이준구\* · 오동엽\* · 정대진\* · 황은경\*\* · †최성복\*\*\*

\*경상북도 축산기술연구소, \*\*경북전문대학교 호텔조리제빵과, \*\*\*국립축산과학원 한우연구소

### Effects of Dietary Addition of Pegmatite on Body Weight Gain, Blood Characteristics, and Immunity and Carcass Grade for Fattening Hanwoo

Byung Ki Kim\*, Jae Jung Ha\*, Jun Koo YI\*, Don Yep Oh\*, Dae Jin Jung\*, Eun Gyeong Hwang\*\*  
and †Seong Bok Choi\*\*\*

\*Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea

\*\*Dept. of Hotel Cooking & Baking, Kyungbuk College, Yeongju 36133, Korea

\*\*\*Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, R.D.A, Gangwon-do 25340, Korea

#### Abstract

This study analyzed the effect on weight and average daily gain, carcass grade, and blood characteristics and immunity in case of dietary addition of pegmatite to Hanwoo steers. Relative to Hanwoo steers, initial body weight was 257.3±11.74 kg (8-months old after birth). Forty-eight Hanwoo steers were fed for 24 months using random arrangement (4 treatment plots×4 heads×3 repeat). The treatment plot (498.75~500.82 kg) had higher weight during the early fattening stage compared with that of the control plot (474.37 kg) ( $p<0.05$ ). Regarding total cholesterol of the blood, the value was similar to one during initiation of testing, but the value increased gradually based on the progress of fattening. In addition, the triglyceride was considerably low in T2~T3 plots with high addition of pegmatite during the late fattening stage compared with other treatment plots ( $p<0.05$ ). This study revealed a tendency in the IgG content that represented immunity as the addition of pegmatite became higher ( $p>0.05$ ). This study found that the treatment plot (441.55~452.10 kg) had higher carcass weight compared with the control plot (436.30 kg). However, this study revealed that the treatment plot (2.30~2.55 points) had higher carcass quantity grade compared with the control plot (2.11 points). This study found that the control plot (3.55 points) had higher carcass quality grade compared with the treatment plot (2.67~3.09 points) ( $p>0.05$ ).

With studies combined, it was determined that dietary addition of pegmatite to the feed as clay minerals in fattening Hanwoo steers would improve feed intake, body weight gain and carcass quantity grade.

Key words: blood characteristics, carcass grade, Hanwoo steer, immunity, pegmatite

#### 서론

2016년 제정된 ‘청탁 및 금품 등 수수의 금지에 관한 법률’ 등의 원인 때문에 한우 고기 소비가 부진하여 산지 가격이 하락하여 한우 농가는 어려움에 처하여 있는데, 소비자

의 구매인식도 다변화하여 타개책으로는 쇠고기의 품질 고급화가 필요하다. 쇠고기의 품질 고급화 방안으로 사료용 첨가제(Hwang GA 2013)를 사용하면 쇠고기 품질이 향상되고 (Morgavi 등 2000), 사료 효율이 4~18% 증가한다고 한다. Kim 등(2008)은 고효율 사료를 사용하면 사료 섭취량이 감소

† Corresponding author: Seong-Bok Choi, Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, R.D.A, Gangwon-do 25340, Korea. Tel: +82-33-330-0654, Fax: +82-33-330-0660, E-mail: csb3452@korea.kr

하므로, 사료첨가제로 보완해야 한다고 하였다. 사료첨가제는 부족한 영양소를 공급하기 위하여 사용하여 왔는데, 생산량과 고품질의 안전한 식육의 생산을 위해 수요가 증가하고 있다(Ha 등 2005). 첨가제는 여러 가지가 있지만, 점토 광물질(claymineral)이 많이 사용된다(Son 등 1998). 제올라이트는 가축분의 탈취, 수분 조절, 질소 배출 감소 작용을 하고(Nishimura T 1973), 돼지와 닭의 근육과 지방 조성에 영향을 미치며(Kovar 등 1990), 가축의 장내 과잉 수분을 흡수하여 연변을 방지하고, 사료의 통과시간을 지연시켜서 소화율을 향상시킨다고 한다(Harms & Damron 1973). 그래서 사료에 점토광물질을 첨가하면 가축의 사료 섭취량을 향상시켜서 체중이 증가한다고 한다. 그러나 육질에 대하여서는 연구자에 따라 결과가 일치하지 않고 있다.

따라서 신뢰성 있는 결과가 필요하므로, 본 연구는 TMR (Total Mixed Ration / 또는 Complete Mixed Ration) 사료에 고령토(kaolin) 계통 알칼리성인 거정석(巨晶石, pegmatite)을 가하여 거세한우의 생산성 및 도체의 육량과 육량등급에 미치는 영향을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 사양관리

개시 체중  $257.3 \pm 11.74$  kg(생후 8개월령)의 거세 한우 48 두를 임의 배치(4처리 $\times$ 4두 $\times$ 3반복)하여 경상북도축산기술연구소 동물실험윤리위원회의 승인(경북동윤위-39호)을 받아 문경축협 생축장에서 비육시험을 수행하였다. 시험구 배치는 대조구(거정석 무첨가), T1구(육성기 거정석 0.2%, 비육전기 0.1% 첨가, 비육후기 무첨가), T2구(육성기 0.3%, 비육전기 0.3% 첨가, 비육후기 0.15% 첨가), T3구(육성기 0.5%, 비육전기 0.5%, 비육후기 0.25% 첨가)로 나누어, 처리구는 TMR 사료를 급여하였다. 사료는 1일 2회씩 나누어 고급육 생산 프로그램에 따라 급여하였다. 사료성분은 AOAC법(2004)에 따라 분석하였다.

한편, 시험사료는 문경축협에서 생산한 TMR사료로서, 이때 배합비와 사료성분표는 Table 1과 같다.

### 2. 체중 및 사료섭취량

체중은 3개월마다 1회씩 측정하였고, 사료 섭취량은 매일 08:00와 17:00시 2회 급여 후 익일 오전 사료 잔량을 달아서 1일 섭취량으로 계산하였다. 사료 요구율은 사료 섭취량에 총 체중 증가량을 나누어 환산하였다.

### 3. 혈액 및 혈청화학 검사

시험개시 후 2개월 간격으로 시험축의 경정맥에서 혈액을 8 mL씩 채취하여 EDTA가 함유된 진공튜브에 3 mL, 혈액을

고제가 들어있지 않은 진공튜브에 5 mL를 담았다. EDTA가 든 진공튜브는  $1,000 \times g$ 으로 15분간 원심분리하여 상정액을 호르몬 분석기(Cytation3 Imaging Microplate Reader, BioTek, USA)로 IgG(Immunoglobulin G)는 Bovine IgG ELISA Kit (Neobiolab, USA)로 혈중의 globulin과 IgG를 분석하였다. 그리고 4°C에서 8시간 방치한 후 2,500 rpm으로 10분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 초저온냉동고(-70°C)에 보관하였다가 후지필름의 드라이 케미스트리 자동혈액분석기(Fujifilm

**Table 1. The formula and chemical composition of TMR Hanwoo steers** (as-fed%)

Items	Timothy	Growing	Early fattening	Finish fattening
Formula				
Corn		31	42	45
Corn germ meal		8	6	5
Rice bran		5	4	4
Lupin		3	3	3
Molasses		2	2	2
Whole cottonseed		5	5	5
Wheat bran		7	5	5
Soybean hull		5		
Rapeseed meal		1		
Brewers grain		10	5	5
Mushroom residue		12	7	10
Alfalfa cube		13		
Rice straw		15	8	5
Supplements		4	4	5
Water		15	9	7
Chemical composition				
Moisture	7.67	26.00	31.10	27.80
Crude protein	9.68	9.71	11.35	11.80
Crude fat	2.00	4.21	5.70	5.80
Crude fiber	31.95	12.56	12.56	12.38
Crude ash	5.48	6.31	5.86	5.29
NDF <sup>1)</sup>	51.30	26.45	22.53	16.65
ADF <sup>2)</sup>	27.10	11.95	9.22	6.06
Ca <sup>3)</sup>	0.32	0.19	0.13	0.13
P <sup>4)</sup>	0.52	0.39	0.20	0.21
TDN <sup>5)</sup>	58.97	57.63	56.13	60.07

<sup>1)</sup> NDF: Neutral detergent fiber.

<sup>2)</sup> ADF: Acid detergent fiber.

<sup>3)</sup> Ca: Calcium.

<sup>4)</sup> P: Phosphorus.

<sup>5)</sup> TDN: Calculated from composition of Korea feedstuffs (National Livestock Research Institute 2002).

DRI-Chem. 3500S, Japan)를 이용하여 동일회사 슬라이드판으로 총콜레스테롤(Slide Tcho-O III), triglyceride(TG-P), GOT (Slide GOT/AST-P III), GPT(Slide GPT/ALT-P III)를 측정하였다. 알부민과 글로블린은 혈청화학분석기(AU400, Olympus, Japan)로 각각 분석하였다.

4. 도체등급

한우는 사양시험 후 고령군 소재 NH 축산물공판장으로 운반하여 24시간 절식, 도축하여 24시간 냉각 후 축산물 등급 판정기준에 따라 육량 형질(도축 체중, 등지방 두께, 등심 면적)과 육질 형질(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 측정하여 등급 판정을 하였다.

5. 통계분석

사육 단계별 급여기간에 대한 사료첨가제의 효과 통계는 Statistical Analysis System(SAS release ver. 9.1, 2003)의 ANOVA(Analysis of Variance) procedure로 분산분석을 하였다. 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 검정하였고, 분석에 이용된 선형모형은 다음과 같다.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$ :  $i$  번째 사료첨가제의  $j$  번째 개체에 대한 측정치

$\mu$ : 전체평균

$F_i$ :  $i$  번째 사료첨가제의 효과( $i=1, 2, 3, 4$ )

$e_{ij}$ : 임의오차

결과 및 고찰

1. 체중 및 사료섭취량

Table 2는 육성기부터 비육후기까지의 사료 섭취량과 체중 증가량이다. 개시 체중은 255~259.5 kg으로 비슷하지만, 종료 체중은 대조구가 733.50 kg, T1~T3구는 754.5~758.25 kg으로 처리구가 대조구보다 높았다. 그러나 개체간 오차가 커서 처리구간별 유의차는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 총 체중 증가량은 대조구가 474.37 kg, T1~T3구가 498.75~500.82 kg으로 처리구가 대조구보다 높아서 통계적 유의차가 나타났다( $p<0.05$ ). 일당의 체중 증가량은 대조구가 0.72 kg, T1~T3구가 0.76 kg으로 처리구가 대조구보다 높았다.

평균 사료섭취량 대비 1일당 체중 증가량을 나누어 환산한 사료요구율의 경우, 거정석 무첨가 대조구(18.29 kg)가 처리구(17.44~17.64 kg)보다 더 낮게 나타나, 사료효율적인 면에서는 더 좋은 것으로 사료된다.

White & Ohlrogge(1971)는 점토광물질이 반추위 미생물을 정상으로 유지시키고, Son 등(1998)은 반추위의 급격한 pH 저하를 방지하여 사료섭취량 및 체중 증가율을 향상시킨다

Table 2. Effect of feed additives on feed intake and growth performance on Hanwoo steers

Items	Con. <sup>1)</sup>	T1 <sup>2)</sup>	T2 <sup>3)</sup>	T3 <sup>4)</sup>	Pr >  t
Initial day (month)	244.5(8.15) ±9.96	246.00(8.2) ±18.72	237.00(7.9) ±15.07	236.4(7.88) ±3.20	0.7239
Final fattening day (month)	904.5(30.15) ±18.40	906.00(30.2) ±18.07	897.00(29.9) ±24.59	896.4(29.88) ±20.23	0.9732
Initial weight (kg/head)	259.13±9.96	255.43±18.72	255.00±15.07	259.50±3.20	0.5952
Final weight (kg/head)	733.50±33.72	756.25±37.90	754.50±34.22	758.25±32.91	0.5384
Total weight gain (kg/head)	474.37±21.69 <sup>b</sup>	500.82±27.03 <sup>a</sup>	499.50±20.83 <sup>a</sup>	498.75±23.11 <sup>a</sup>	0.0449
Daily gain (kg/head)	0.72±0.28	0.76±0.25	0.76±0.28	0.76±0.28	0.2573
TMR total ADM intake (kg/head)	13.17±3.80	13.26±2.79	13.34±3.05	13.41±3.14	0.4330
TMR feed conversion rate	18.29±3.86	17.44±3.29	17.55±3.01	17.64±3.38	0.3192

Means±S.D.

<sup>a,b</sup> Means with the different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> Con.: TMR feeds of pegmatite non-additives: growing → early fattening → finish fattening.

<sup>2)</sup> T1: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.2%) → early fattening with additives (0.1%) → finish fattening with pegmatite non-additives.

<sup>3)</sup> T2: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.3%) → early fattening with additives (0.3%) → finish fattening with pegmatite additives(0.15%).

<sup>4)</sup> T3: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.5%) → early fattening with additives (0.5%) → finish fattening with pegmatite additives(0.25%).

고 하였는데, 본 결과와 거의 일치하는 결과이다.

이상은 거정석 첨가로 사료섭취량과 체중 증가량 및 사료 효율이 개선된 결과로, 1일 사료급여량 대비 거정석 첨가량은 비육 시 0.25% 이하가 적합한 것으로 나타난다.

## 2. 혈액 성상 변화

Table 3은 비육기간의 혈청 성분 변화이다. 혈중 총콜레스테롤은 육성기에는 평균 126.38 mg/dL이었으나, 비육전기에는 135.29 mg/dL로 크게 낮아졌고, 후기에는 평균 213.25 mg/dL로 증가하였다. 비육단계별로는 비육후기가 더 높았으나, 처리구간 별 유의차는 나타나지 않았다.

혈중 콜레스테롤은 육질의 근내 지방도와 관계가 있다. 도체 육질 중의 지방 함량이 높으면 혈중 콜레스테롤 농도가 높고(Wheeler 등 1987), 성장 및 사료에너지 섭취량 증가에 따라서도 높아진다(Arave 등 1975). 트리글리세리드는 육

성기에 평균 19.25 mg/dL, 비육전기에 19.55 mg/dL, 후기에 14.58 mg/dL로 감소하였고, 후기에 처리 구간별 유의차가 컸다( $p<0.05$ ). 혈중 트리글리세리드는 유리 지방산으로 가수분해되어 세포로 들어가서 지방조직에서 트리글리세리드로 합성되어 저장된다(Jeon GJ 2003). 간 기능을 나타내는 GOT (Glutamate Oxaloacetate Transpeptidase)와 GPT(Glutamic Pyruvate Transpeptidase)는 간세포의 염증과 파괴로 혈중으로 유출되므로(Hwangbo 등 2012), 혈중 함량이 낮을수록 간장 질환이 적다. GOT는 육성기(56.56 U/L)에서 비육전기(58.37 U/L)에 이르며, 점차 증가하다가 비육후기(69.22 U/L)에 매우 높아졌다. 비육전기를 제외하고 모든 처리구가 대조구보다 상대적으로 낮았다.

그러나 GPT(23.21~25.61 U/L)와 알부민(3.93~4.09 g/dL)은 처리구간 및 비육단계별로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 알부민은 간장에서 합성되는 단백질로 지방간 등 간기능

Table 3. Serum parameters in the fattening period of Hanwoo steers

Items	T-Cho (mg/dL)	TG (mg/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	ALB (g/dL)	
Growing	Con. <sup>1)</sup>	130.75±26.35	27.25±7.67	61.50±12.15	25.65±4.81	4.03±0.13
	T1 <sup>2)</sup>	121.75±24.19	14.13±7.97	60.25±15.60	24.63±3.50	4.08±0.24
	T2 <sup>3)</sup>	127.25±16.73	21.50±16.54	53.50±3.21	27.67±3.24	4.08±0.17
	T3 <sup>4)</sup>	125.75±27.22	14.13±9.75	51.00±5.04	24.50±4.41	4.18±0.10
	AVG	126.38±23.62	19.25±10.48	56.56±9.00	25.61±3.99	4.09±0.16
	Pr >  t	0.0997	0.8154	0.3314	0.6767	0.1995
Earlier fattening	Con. <sup>1)</sup>	145.63±33.73	18.50±7.69	57.88±7.04	22.13±2.30	3.93±0.15
	T1 <sup>2)</sup>	130.00±16.67	20.88±8.04	60.88±23.15	23.88±6.36	3.98±0.21
	T2 <sup>3)</sup>	130.13±22.92	16.75±5.25	56.08±6.89	22.70±5.91	4.08±0.22
	T3 <sup>4)</sup>	135.38±32.86	22.08±6.51	58.63±7.35	24.13±3.00	4.08±0.10
	AVG	135.29±26.55	19.55±6.87	58.37±11.11	23.21±4.39	4.02±0.17
	Pr >  t	0.1649	0.7007	0.5439	0.2843	0.2775
Finish fattening	Con. <sup>1)</sup>	215.75±37.22	17.80±8.07 <sup>a</sup>	70.38±9.77	25.25±5.20	3.98±0.05
	T1 <sup>2)</sup>	207.88±18.21	16.75±6.63 <sup>a</sup>	69.63±8.81	23.88±5.33	3.90±0.22
	T2 <sup>3)</sup>	214.38±27.46	10.88±4.67 <sup>b</sup>	67.75±6.50	25.00±4.21	3.75±0.44
	T3 <sup>4)</sup>	215.00±32.17	12.88±5.28 <sup>ab</sup>	69.13±7.92	24.25±2.31	4.10±0.12
	AVG	213.25±28.77	14.58±6.16	69.22±8.25	24.59±4.26	3.93±0.21
	Pr >  t	0.6032	<0.0001	0.7175	0.3791	0.3122

Means±S.D.

<sup>a,b</sup> Means with the different superscripts in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> Con.: TMR feeds of pegmatite non-additives: growing → early fattening → finish fattening

<sup>2)</sup> T1: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.2%) → early fattening with additives (0.1%) → finish fattening with pegmatite non-additives.

<sup>3)</sup> T2: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.3%) → early fattening with additives (0.3%) → finish fattening with pegmatite additives(0.15%).

<sup>4)</sup> T3: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.5%) → early fattening with additives (0.5%) → finish fattening with pegmatite additives(0.25%).

장애 이외 설사 시에는 낮은 값을 나타내고(Myung 등 2007), 지방산과 결합하여 심장근과 골격근에 지방산을 공급하고(Davis 등 1995; Agenas 등 2006), 한우 혈중 알부민은 2.7~3.8 mg/dL 정도가 정상(Na 등 1999)이라고 하였다. 이러한 결과는 거정석 첨가급여가 비육우의 체내대사에 부정적인 영향을 미치지 않았다는 것을 의미한다.

3. 혈액 면역성 변화

Table 4는 비육시의 혈액 중의 면역성으로 globulin은 처리구간별 차이가 거의 없었다. 비육 육성기에는 평균 2.91 g/dL 이었고, 비육전기에는 3.16 g/dL, 후기에는 2.82 g/dL로 전기에 높아졌다가 후기에는 다시 낮아졌다. IgG은 처리구간별로 처리구가 대조구보다 크게 높았고, 비육 육성기에는 평균 622.75 mg/dL, 전기에는 764.25 mg/dL, 후기에는 688.31 mg/dL로 육성기에 낮았다가 점차 증가하여 전기에 크게 높고, 이후 다시 낮아졌다. 이것은 비육전기의 사료섭취량이 높은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

IgG는 고분자 당단백질로 혈액 중 면역글로블린의 대부분을 차지하며(Jeon 등 1995), 세균 및 바이러스 등의 병원성 미생물에 의한 질병의 감염을 억제한다(Butler JE 1973; Choi 등 2004). IgG는 거정석 첨가에 따라 유의적( $p < 0.05$ )으로 높았고, 거정석 첨가량이 높을수록 첨가구가 무첨가구보다 높아서 면역력 향상 작용을 하는 것으로 보인다.

따라서 사료에 거정석을 첨가하면 IgG와 같이 면역력을 향상시키고, 중성지방 및 GOT를 저하시켜서 생리대사 능력

을 개선시켜줄 것으로 생각된다.

4. 도체등급

Table 5는 시험 종료 후의 도체등급 판정 결과이다. 도체중은 436.30~452.10 kg으로 처리구가 대조구보다 높는데, T3구가 452.10 kg으로 유의적으로 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

등지방 두께는 평균 9.42~11.67 mm로 처리구가 대조구보다 얇고, 처리구 중 T2구가 9.42 mm로 다른 처리구보다 더 얇다. 이 결과는 거정석이 등지방의 축적을 억제하였기 때문으로 보이지만, 자세한 것은 연구가 더 필요하다. 배최장근 단면적은 평균 93.91~98.83 cm<sup>2</sup>로서 처리구가 대조구보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 도체의 육량 등급을 A등급: 3점, B등급: 2점, C등급: 1점으로 환산하여 비교하면 처리 T1구 2.55점, T2구 2.42점, T3구 2.30점, Con구 2.11점으로 나타나, 처리구가 대조구보다 높았으나, 통계적인 유의차는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

마블링 스코어는 Con구가 5.36으로 다른 처리구보다 높았고, 육질 등급을 1++등급: 5점, 1+등급: 4점, 1등급: 3점, 2등급: 2점, 3등급: 1점으로 환산하여 비교하면 Con구가 3.55점으로 가장 높고, T1~T3구는 3.09~2.67점으로 낮았으나, 개체별 차이가 커서 통계적인 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ).

Back JH(1999)와 Cho 등(2000)은 사료에 점토광물질을 소량 첨가하면 체중 증가율과 사료효율이 개선된다고 하였고, Son 등(1998)은 가축의 발육을 촉진하고, 소화율을 향상시킨다고 하였다. 이들 결과에 따르면 성장에는 긍정적인 영향

Table 4. Immunity in the fattening period of Hanwoo steers

Items	Growing		Earlier fattening		Finish fattening	
	Globulin (g/dL)	Immunoglobulin G (mg/dL)	Globulin (g/dL)	Immunoglobulin G (mg/dL)	Globulin (g/dL)	Immunoglobulin G (mg/dL)
Con. <sup>1)</sup>	2.85±0.13	586.25±28.61 <sup>bc</sup>	3.08±0.37	738.75±39.44	2.85±0.33	646.25±58.83
T1 <sup>2)</sup>	2.68±0.05	594.00±18.17 <sup>b</sup>	3.08±0.22	752.50±28.55	2.75±0.10	668.75±12.45
T2 <sup>3)</sup>	3.13±0.32	639.25±17.33 <sup>ab</sup>	3.30±0.18	773.25±16.82	2.78±0.13	694.25±18.12
T3 <sup>4)</sup>	2.98±0.15	671.50±18.91 <sup>a</sup>	3.18±0.15	792.50±24.85	2.88±0.49	744.00±18.57
AVG	2.91±0.16	622.75±20.76	3.16±0.23	764.25±27.42	2.82±0.26	688.31±26.99
Pr >  t	0.3869	<0.0001	0.7239	0.2589	0.5865	0.3135

Means±S.D.

<sup>a-c</sup> Means with the different superscripts in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> Con.: TMR feeds of pegmatite non-additives: growing → early fattening → finish fattening.

<sup>2)</sup> T1: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.2%) → early fattening with additives (0.1%) → finish fattening with pegmatite non-additives.

<sup>3)</sup> T2: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.3%) → early fattening with additives (0.3%) → finish fattening with pegmatite additives (0.15%).

<sup>4)</sup> T3: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.5%) → early fattening with additives (0.5%) → finish fattening with pegmatite additives (0.25%).

Table 5. Carcass grade and characteristics of Hanwoo steers

Items	Con. <sup>1)</sup>	T1 <sup>2)</sup>	T2 <sup>3)</sup>	T3 <sup>4)</sup>	Pr >  t
Carcass weight (kg)	436.30±10.80 <sup>b</sup>	445.22±14.64 <sup>ab</sup>	441.55±11.21 <sup>ab</sup>	452.10±13.13 <sup>a</sup>	0.0488
Back fat thickness (mm)	11.67±1.46 <sup>a</sup>	10.27±1.83 <sup>ab</sup>	9.42±1.94 <sup>b</sup>	10.67±1.28 <sup>ab</sup>	<0.001
Longissimus muscle area (cm <sup>2</sup> )	93.91±2.55 <sup>b</sup>	97.09±3.19 <sup>ab</sup>	95.00±2.26 <sup>ab</sup>	98.83±3.04 <sup>a</sup>	0.0420
Yield index	65.86±4.44	66.93±2.55	67.28±2.32	66.68±2.88	0.6170
Yield grade <sup>5)</sup>	2.11±0.78	2.55±0.52	2.42±0.51	2.30±0.67	0.1517
Marbling score <sup>6)</sup>	5.36±0.96 <sup>a</sup>	4.73±1.20 <sup>ab</sup>	4.17±1.34 <sup>ab</sup>	3.67±0.97 <sup>b</sup>	0.0367
Meat color <sup>7)</sup>	5.00±0.00	4.86±0.38	5.13±0.35	5.00±0.00	0.5113
Fat color <sup>8)</sup>	3.00±0.32	3.00±0.00	3.00±0.32	3.00±0.00	-
Texture <sup>9)</sup>	0.43±0.22	0.43±0.25	0.63±0.38	0.63±0.44	0.4888
Maturity <sup>10)</sup>	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	-
Quality grade <sup>11)</sup>	3.55±0.93	3.09±1.08	3.00±0.55	2.67±1.07	0.1934

Means±S.D.

<sup>a,b</sup> Means with the different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> Con.: TMR feeds of pegmatite non-additives: growing → early fattening → finish fattening.

<sup>2)</sup> T1: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.2%) → early fattening with additives (0.1%) → finish fattening with pegmatite non-additives.

<sup>3)</sup> T2: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.3%) → early fattening with additives (0.3%) → finish fattening with pegmatite additives(0.15%).

<sup>4)</sup> T3: TMR feeds of pegmatite additives: growing with additives (0.5%) → early fattening with additives (0.5%) → finish fattening with pegmatite additives(0.25%).

<sup>5)</sup> Converted to a numeric grade: A = 3, B = 2, C = 1 point.

<sup>6)</sup> Marbling score: 9 = the most abundant, 1 = devoid.

<sup>7)</sup> Meat color: 7 = dark red, 1 = bright.

<sup>8)</sup> Fat color: 7 = yellowish, 1 = white.

<sup>9)</sup> Texture: 3 = coarse, 1 = fine.

<sup>10)</sup> Maturity: 9 = mature, 1 = youthful.

<sup>11)</sup> Converted to a numeric grade: 1<sup>++</sup> = 5, 1<sup>+</sup> = 4, 1 = 3, 2 = 2, 3 = 1 point.

을 미친다고 하였지만, 육질등급과 관련 내용은 없었다. 이에 본 결과에서 대조구가 육질등급이 더 좋게 나타난 것은 거정석 첨가시에 지방을 분해시켜 결과적으로 근내지방도 침착에 부정적인 영향을 미쳤던 것으로 추측된다. 이러한 결과를 바탕으로 현재까지 근내지방의 침착과 점토 광물질와의 관련 연구는 전무한 상태로서 향후 이와 관련하여 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

Kim 등(2003)과 Kim 등(2008)은 거세한우에게 TMR을 급여하면 반추위의 발효 안정화, 생산성과 육질등급을 높일 수 있다고 보고하였다.

따라서 본 연구의 연구결과를 종합해 보면 점토광물질인 거정석 첨가는 소화율 개선 등 육량등급 향상에 도움이 되지만, 근내지방도를 분해하거나 억제하여 마블링 육질등급을 떨어뜨릴 수 있을 것으로 사료되지만, 향후 이에 대한 원인 규명을 위한 연구개발이 계속되어야 할 것으로 판단된다.

## 요약 및 결론

거세 한우에게 거정석 첨가 급여시에 체중과 일당증체량, 도체등급, 혈액성상 및 면역성에 미치는 영향을 분석하였다. 공시축은 개시체중 257.3±11.74 kg(생후 8개월령)의 거세한우 48두를 임의배치(4처리×4두×3반복)하여 24개월간 비육하였다. 비육 전기간 동안 체중량은 처리구(498.75~500.82 kg)가 대조구(474.37 kg)보다 높았고( $p<0.05$ ), 혈액의 총콜레스테롤의 경우, 시험 개시시는 비슷하였으나, 비육 진행에 따라 점차 높아졌고, 트리글리세리드는 비육후기에는 거정석 첨가량이 높은 T2~T3구가 다른 처리구보다 매우 낮았다( $p<0.05$ ). 면역성을 나타내는 IgG 함량은 거정석의 첨가량이 많을수록 더 높은 경향을 보였다( $p>0.05$ ). 도체중은 처리구(441.55~452.10 kg)가 대조구(436.30 kg)보다 높았다( $p<0.05$ ). 그러나 육량등급은 처리구(2.30~2.55점)가 대조구(2.11점)보다 더 높은 경향이었으나, 육질등급은 대조구(3.55점)가 처리구(2.67~3.09점)보다 오히려 더 높은 경향이였다( $p>0.05$ ). 이상의 결과를 종합해 보면, 거세 한우 비육시에 점토광물질인 거정석의 첨가급여는 사료섭취량, 체중 증가량 및 육량등급

향상에 다소 도움이 될 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 경북 문경시 문경약돌한우 개발과제 및 농촌진흥청 2017년 기본연구과제(과제번호: PJ010291012017)지원으로 수행되었음.

## References

- Agenas S, Heath M. FR, Nixon M, Wilkinson JM, Phillips CJC. 2006. Indicators of under nutrition in cattle. *Anim Welf* 15: 149-160
- AOAC(Association of Official Analytical Chemist). 2004. Official Methods at Analysis of the Association 13th Ed. Association of Official Analytical Chemists. pp.498. Washington
- Arave CW, Miller RH, Lamb RC. 1975. Genetic and environmental effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. *J Dairy Sci* 58:3-9
- Back JH. 1999. The economic benefits of clay minerals as feed. *Korea J Livestock Management* 15:392-413
- Butler JE. 1973. Synthesis and distribution of immunoglobulins. *Aimm. J Vet Med Assoc* 163:795-800
- Cho WM, Kim JS, Ahn BS, Song MK, Choi SB, Pack BH, Kang WS, Lee SK. 2000. Effects of dietary supplements of clay mineral on the growth performance and immunity in Hanwoo Calves. *J Anim Sci & Technol* 42:871-880
- Choi MA, Kim JH, Park MJ, Choi SM, Lee GS. 2004. Physiology. Hyun Moon Press. pp.124-167
- Davis ME, Bishop MD, Park NH, Simmen RCM. 1995. Divergent selection for blood serum insulin-like growth factor I concentration in beef cattle: I. Non-genetic effect. *J Anim Sci* 73:1927-1932
- Ha JK, Lee SS, Moon YS, Kim CH. 2005. Ruminant Nutrition and Physiology. Seoul National University Press. pp.78-524
- Harms RH, Damron BL 1973 The influence of various dietary fillers on the utilization of energy by poultry. *Poultry Sci* 52:2034-2037
- Hwang GA. 2013. Effects of citron probiotics on growth performance and meat quakity in Hanwo steers. MS Thesis, Graduate school of Suncheon National University
- Hwangbo S, Jo IK, Kim GW, Choi CW, Lee SH. 2012. Influences of feeding seleniferous whole crop barley on growth oerformance, blood and carcass characteristics and tissue selenium deposition on finishing barrows. *Korean J Food Sci An* 32:828-834
- Jeon GJ. 2003. Relationship between blood consitutes and economic traits their genetic parameter estimation in bulls and steers of Korean cattle. Ph.D. Thesis, Graduate school of Kangwon National University
- Jeon KH, Lee HA, Yoo IJ. 1995. Production of immunoglobulin from animal blood. *Kor J Food Sci Anim Res* 15:237-243
- Kim KH, Kim KS, Lee SC, Oh YG, Chung CS, Kim KJ. 2003. Effects of total mixed rations on ruminal characteristics, digestibility and beef production of Hanwoo steers. *J Anim Sci & Technol* 45:387-396
- Kim YY, Lee HW, Jang JS, Ha JK. 2008. Feed Science. Korea National Open University Press. pp.299-346
- Kovar SJ, Ingram DR, Hagedom TK, Achee VN, Barnes DG, Laurent SM. 1990. Broiler performance as influenced by sodium zeolite-A. *Poult Sci* 69(Suppl. 1): 174(Abstr)
- Morgavi DP, Newbold CJ, David ER, Wallace J. 2000. Stability and stabilization of potential feed additive enzymes in rumen fluid. *Enzyme Microl Technol* 26:171-177
- Myung YA, Park DS, Lee ID, Nan MS, Lee HS, Kim YK. 2007. Effect of antibiotic substrate(antacid-100) on performance of dairy calves. *CNU Jour Agri Sci* 34:143-150
- Na KJ, Choi IG, Jeung EB. 1999. The effect of fermented crude feed from Korean pine's foliage on the growth of Korean native bull. *Korean J Vet Clin Med* 16:257-264
- Nishimura T. 1973. Properties and utilization of zeolote. *J Clay Sci Japan* 13:23
- SAS. 2003. Software for PC. Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, US
- Son YS, Kim SH, Hong SH, Lee SH. 1998. Effect of feeding bentonite and granite porphyry on ruminal buffering activity and fermentation pattern. *Korean J Dairy Sci* 20: 21-32
- White JL, Ohlrogge AJ. 1971. Ion exchange materials to increase consumption of nonprotein nitrogen in ruminants. *Can Patent* 939:30-39
- Wheeler TL, Davis GW, Stoecker BJ, Harmon CJ. 1987. Cholesterol concentration on longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. *J Anim Sci* 65:1531-1538

Received 13 February, 2017

Revised 08 June, 2017

Accepted 24 June, 2017