



점토 광물질의 급여가 비거세 우육의 저온저장 중 품질에 미치는 영향

이성기* · 김용선¹ · 양성운² · 주명규 · 박연수³

강원대학교 축산식품과학과, ¹강원대학교 동물자원공동연구소, ²연변대학교 농학원, ³강원도 축산기술연구센터

Effect of Dietary Clay Mineral on Meat Quality of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during Refrigerated Storage

Sung Ki Lee*, Yong Sun Kim¹, Cheng Yun Liang², Myung Kyu Ju, and Yeon Soo Park³

Department of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University

¹Institute of Animal Resources, Kangwon National University

²College of Agriculture, Yanbian University, China

³Gangwon Provincial Livestock Research Center

Abstract

The effect of dietary clay mineral on meat quality in *M. longissimus* of Hanwoo (Korean cattle) bull beef during refrigerated storage (4°C) was investigated. Experimental groups were divided into control (basal diet) and CT-1.25% (basal diet + 1.25% clay mineral) groups. There was no significant differences in proximate and fatty acid compositions between control and CT-1.25% groups. The pH of control group was significantly ($p<0.05$) changed during storage, but CT-1.25% group was little affected by storage time. CIE a* (redness), chroma (C*) values and R630-R580 were significantly ($p<0.05$) decreased during storage for both groups. In particular, those values decreased more rapidly in the control group. The rate of metmyoglobin accumulation during storage increased more rapidly in the control group. Therefore, discoloration in the control group was more accelerated compared to the CT-1.25% group. TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) which represents lipid rancidity were significantly ($p<0.05$) lower in CT-1.25% group than in the control. Water-holding capacity (WHC) was significantly ($p<0.05$) increased during storage for both groups, and CT-1.25% group had significantly ($p<0.05$) higher WHC than control group. Consequently, feeding of clay mineral (1.25%) was effective in increasing meat color stability and WHC, and retarding lipid oxidation than did control group.

Key words : clay mineral, color, metmyoglobin, TBARS, water-holding capacity, Hanwoo bull

서 론

점토 광물(clay mineral)은 토양의 생성과정에서 재합성된 2차 광물로 입경이 0.002 mm 이하인 소립자 광물로 규산염 광물질이라고도 한다. 점토 광물은 작은 입자와 구조상의 특성으로 활성 표면적이 매우 커서 각종 성분의 흡착, 방출, 고

정, 완충능, 통기성, 통수성 등 물리화학적 성질을 좌우하는데 커다란 효과를 발휘하고 있으며(문, 1996), 또한 이온교환 용량(ion exchange capacity)이 높아 동물에게 급여시 미량 무기물을 비롯한 영양소의 이용성을 개선하며 장내 유해가스의 흡착 및 연변 방지 등의 효과가 있는 것으로 알려져 왔다(Han, 1976).

가축영양에서 미량 광물질의 첨가가 가축의 생산성 향상에 필수적인 것으로 알려져 있으며 이러한 역할을 할 수 있는 규산염 점토 광물질은 전 세계적으로 약 40여종이 존재하며 국내에서 생산되는 주요 점토 광물은 국내 사료관리법상 보조사료로서 인정되고 있는 zeolite, kaolin, bentonite, illite 등

* Corresponding author : Sung Ki Lee, Department of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-244-2198, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

이 있으며 농업, 수산, 환경정화 등에 널리 사용되어 왔다 (Um et al., 1993). 일반적으로 규산염 점토 광물질은 탈취제, 이온교환제 및 토성개량제 등으로 사용되어 왔으나(대한광업진흥공사, 1988) 최근에는 송아지 및 육성우에게 점토 광물을 급여시 증체율, 사료이용율 등이 개선되고 설사 방지 및 배설물의 냄새를 감소시키는 것으로 알려져 왔다(Abdullah et al., 1995; Britton et al., 1978; Cho et al., 2000; Jacques et al., 1986). 또한 육질면에서도 전단력 및 관능검사의 다즙성, 연도 및 향미가 개선되는 것으로 보고되고 있다(Kang et al., 2002). 한편 축산업이 대규모화되면서 야기되는 환경오염과 가축질병을 예방 치료하기 위해 사용되는 항생제의 잔류 등에 대해 관심이 고조되면서 항생제 대체물질 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이며 게르마늄 흑운모(biotite)는 가축에서 면역강화작용(Suzuki et al., 1986)을 가지는 것으로 알려져 있어 점토 광물이 고급육 생산을 위한 보조사료로서 가치가 클 것으로 사료되어진다.

그러나 국내에서는 점토 광물을 한우에 급여하여 한우 육질을 체계적으로 분석한 연구가 아직 미미한 실정이므로 본 연구에서는 국내에 매장량이 풍부한 천연 점토 광물질을 비거세 한우에 첨가 급여시 육질에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 설계

강원도 축산기술연구센터에서 비거세우(12두)를 대조구(무급여구), 1.25% 점토 광물질 급여구(CT-1.25%)로 나누어, 대조구는 기본 배합사료(Table 1)를 26개월 동안 급여하였으며, 1.25% 점토 광물질 급여구는 출하 전 70일간 천연 규소성 점토 광물질(Biotite V, (주)서봉바이오테스텍, Korea)을 1.25% 첨가 급여하였다. 실험에 사용된 천연 점토광물질의 화학적 조성은 SiO₂ 76%, Al₂O₃ 10%, Fe₂O₃ 2%, CaO 0.15%, MgO 0.45%, K₂O 1.6%, Na₂O 0.8%, TiO₂ 0.5%, P₂O₅ 0.11%, Ge 36 ppm을 함유한 것으로 분석되었다.

실험시료는 사육 후 도축된 비거세우(26개월령)의 등심(*M. longissimus*) 부위를 사용하였다. 도축 후 48시간에 시료를 1.5 cm로 두께로 절단하여 polyethylene wrap film(oxygen transmission rate 35,273 cc/m²·24hr·atm, thickness 0.01 mm, 3M Co., Korea)으로 포장한 후 8일 동안 저온저장(4℃)하면서 실험하였다.

실험방법

1) 일반성분과 pH

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	Composition (%)
Alfalfa cube	7.48
Whole cotton seed	8.98
Corn	39.94
Corn bran	11.50
Soybean hull	3.04
Beet pulp	12.46
Ground limestone	0.30
Tall fescue	2.57
Ipomea batatas pellet	7.50
Sudan glass	0.91
Salt	0.24
Molasses	4.99
Mixed of Aram ¹⁾	0.09

¹⁾ Composition of vitamin and mineral mixture based on kg mixture : Vitamin A 6300,000 IU, Vitamin D₃ 400,000 IU, Vitamin E 3,000 IU, NaCl 150,000 mg, Mg 50,000 mg, Zn 2,500 mg, S 25,000 mg, Se 10 mg, Co 60 mg, Cu 1,200 mg, I 400 mg.

일반성분 분석은 AOAC(1995) 방법에 준하여 수분함량은 oven 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료 10 g에 100 mL의 증류수를 가하여 1분간 균질화(8,000 rpm)한 후 pH meter(F-12, Horiba, Japan)로 측정하였다.

2) 표면 육색 측정

육색 측정은 색차계(CR-310, Minolta Co., Japan)를 사용하여 CIE L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)값 및 chroma value($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$), hue angle($h^{\circ} = \tan^{-1}[b^*/a^*]$)을 측정하였으며 이때 표준 백색판의 색도값은 L*=97.22, a*=-0.22, b*=2.37이었다.

3) 육표면의 metmyoglobin 함량

육표면의 metmyoglobin의 상대적인 함량은 525, 572, 730 nm에서의 반사율을 reflectance attachment가 장착된 spectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu, Japan)를 사용하여 측정하였으며(Krzywicki, 1979), 반사율을 2-log(% reflectance)로 전환하여 아래의 식에 의해 상대적인 함량(%)을 산출하였다(Demos et al., 1996). 또한 적색의 지표로서 630과 580 nm의 반사율을 측정하여 R630-R580의 값을 산출하였다(Strange et al., 1974).

$$\text{Metmyoglobin}(\%) = \{1.395 - [(A_{572} - A_{730}) / (A_{525} - A_{730})]\} \times 100$$

4) 지방산패도와 보수력(water-holding capacity) 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법에 의해 실험을 실시한 후 532 nm에서 시료 kg당 malonaldehyde mg으로 산출하였다. 보수력은 Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 측정하였다.

5) 지방산 조성 측정

지방산 조성은 지질을 Folch 등(1957)의 방법으로 추출 정제하고 Sukhija와 Palmquist(1988)의 방법에 따라 methylation 시킨 후 gas chromatography(ACME 6000, Young Lin Instrument Co. Ltd., Korea)로 분석하였다. 이때의 분석조건은 FFAP capillary column(30 m×0.25 mm×0.25 μm, Hewlett-Packard, USA)을 사용하였으며, column의 초기온도는 180℃에서 시작하여 0.5℃/min의 속도로 250℃까지 온도를 상승시켰으며 이때 injector와 detector(FID)의 온도는 250℃이었으며 carrier gas(N₂)의 flow rate는 2 mL/min이었다.

6) 통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS(1995) program을 이용하였으며, 유의성 검증을 위해 분산분석을 한 후 Duncan's multiple range test로 유의성 차이를 검증하였으며 처리구와 저장기간 사이의 교호작용은 유의하지 않았다. 한편 일반성분과 지방산조성은 Student's t-test로 2처리구간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분과 pH의 변화

점토광물질 급여에 따른 비거세 한우육의 일반성분 결과는 Table 2에 나타내었다. 즉, 수분, 조단백, 조지방, 조회분 함량의 경우 대조구와 1.25% 점토 광물질 급여구간에는 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 거세 한우에게 점토 광물을 급여시 관행 사육구에 비해 지방함량은 유의적으로 높고, 단백질 및 회분함량은 유의적으로 낮

Table 2. Effect of dietary clay mineral on proximate composition of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef (unit : %)

Composi-tions Diets	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Control	70.75±0.93 ¹⁾	23.67±0.49	4.59±0.68	0.99±0.32
CT-1.25% ²⁾	70.73±1.33	23.20±1.07	5.20±1.87	0.89±0.15
Probability	0.9775	0.1902	0.3071	0.3537

¹⁾ Means ± S.D.

²⁾ CT-1.25% : Dietary 1.25% clay minerals.

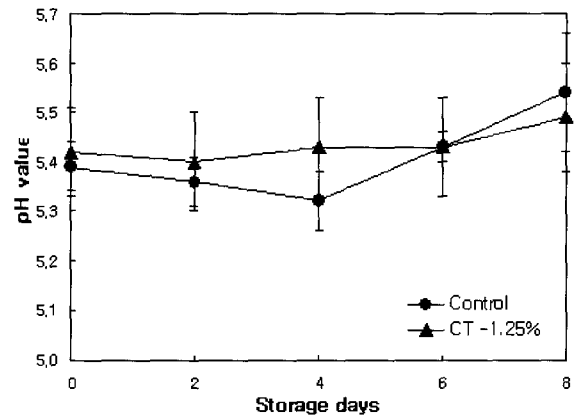


Fig. 1. Effects of dietary clay mineral on pH value of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4℃).

았다고 보고한 Kang 등(2002)의 결과와 다소 차이를 보였다.

점토 광물질 급여에 따른 거세 한우육의 저온저장시 pH 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 즉, 저장 전(0일) 대조구의 pH는 5.39, 1.25% 점토 광물질 급여구는 5.42로 대조구가 다소 낮았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 저장기간에 따른 차이를 살펴보면 대조구에서는 저장 4일까지는 pH가 감소하다가 그 이후로는 pH가 유의적으로 서서히 증가하는 경향을 보였으나(p<0.05), 1.25% 점토 광물질 급여구는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않고 저장기간 내내 안정적인 pH를 유지하는 것으로 나타났다.

육색의 변화

점토 광물질 급여에 따른 표면 육색의 변화를 살펴보면 (Table 3), 소비자의 육색인지와 상관성이 가장 높은 L*값(명도)은 저장 2, 4일을 제외하고는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장 2, 4일에는 대조구보다 1.25% 점토 광물질 급여구가 유의적으로 높은 L*값을 나타내었다(p<0.05). 또한 1.25% 점토 광물질 급여구는 저장기간에 따른 차이를 보이지 않았으나, 대조구는 저장 4일까지는 유의적으로 감소하다가 그 후에 다시 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 육색을 결정하는데 중요한 역할을 하는 a*값(적색도)를 살펴보면, 저장 전(0일)에는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 저장 2일과 6일 이후부터는 1.25% 점토 광물질 급여구가 유의적으로 높은 적색도를 나타내었다(p<0.05). 또한 대조구는 1.25% 점토광물질 급여구에 비해 저장기간이 경과함에 따라 감소 경향이 급격하게 가속화되는 것을 알 수 있었다. 또한 b*값(황색도)를 살펴보면 저장 2일 이후부터는 1.25% 점토 광물질 급여구가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며(p<0.05), 저장기간에 따른 차이를 보이지 않았다. Chroma값(C*)은 클수록 붉은색이 더 강함을 나타내는 지표로서,

저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며($p<0.05$) 특히 저장 2일 이후부터 대조구가 현저하게 감소하여 유의적으로 낮게 나타났다가($p<0.05$). Hue angle(h^0)은 그 값이 클수록 갈색을 나타내는 지표로서 저장기간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 특히 저장 6일 이후부터는 대조구가 유의적으로 높게 나타나($p<0.05$) 다른 처리구에 비해 저장기간에 따른 갈색 축적이 가속화됨을 알 수 있었다. 한편 소비자의 한우 구매 결정요인 중 하나인 육색을 안정화하여 갈색 축적을 지연시키려는 연구들이 많이 진행되고 있는 시점에서 점토 광물질의 급여가 냉장육 육색 품질을 향상시켜 저장기간을 연장시킬 수 있으리라 사료된다.

Metmyoglobin(%) 함량과 R630-R580

점토 광물질 급여에 따른 육표면의 metmyoglobin의 상대적인 함량(%)은 Fig. 2와 같다. 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며($p<0.05$), 저장기간이 경과함으로써 대조구의 metmyoglobin 형성이 현저하게 증가하여 1.25% 점토 광물질 급여구에 비해 갈색축적이 급속하게 진행되는 경향을 볼 수 있었다. 한편 metmyoglobin이 신선육 표면 총색소의 30~40%에 도달되면 소비자들이 구매하지 않는 것으로 알려져 있는데(Greene et al., 1971), 본 실험결과 대조구는 8일 저장시 metmyoglobin이 52.25% 형성되는 것에 비해 1.25% 점토 광물질 급여구는 저장 6일까지는 30% 이하 그리고 저장 8일에도 33.20%로 갈색

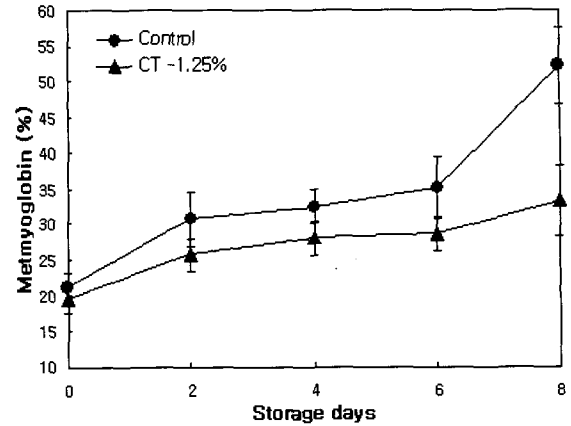


Fig. 2. Effect of dietary clay mineral on metmyoglobin (%) of Hanwoo(Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4°C).

축적이 상당히 지연되는 것을 알 수 있었다. R630-R580값 (Fig. 3)은 oxymyoglobin에 의한 적색의 정도를 나타내는 지표로서(Strange et al., 1974) 그 값이 클수록 적색을 나타낸다. 본 실험 결과, 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($p<0.05$), 저장기간이 경과함에 따라 대조구가 현저한 감소 현상을 보여 1.25% 점토 광물질 급여구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 이 결과는 a^* 값, $chroma$ 값의 경향과 유사하였다.

지방의 산패도 측정

Table 3. Effect of dietary clay mineral on surface color of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4°C)

Items	Diets	Storage days				
		0	2	4	6	8
L*	Control	36.55±1.24 ^a	35.21±1.39 ^{bcB}	34.66±1.80 ^{cB}	35.73±2.07 ^{ab}	36.17±1.83 ^{ab}
	CT-1.25% ¹⁾	37.11±2.78	36.44±2.51 ^A	36.72±3.10 ^A	37.11±2.92	37.31±2.90
a*	Control	19.05±0.91 ^a	17.05±1.58 ^{bb}	16.37±1.68 ^b	11.86±2.45 ^{cB}	7.93±0.33 ^{dB}
	CT-1.25%	18.57±2.08 ^a	18.30±1.83 ^{abA}	17.47±2.42 ^{ab}	17.07±2.40 ^{bcA}	15.93±2.86 ^{cA}
b*	Control	9.09±0.71 ^a	8.79±0.82 ^{ab}	8.32±0.88 ^{bb}	7.27±0.71 ^{cB}	6.85±0.57 ^{dB}
	CT-1.25%	9.11±1.57	9.52±1.37 ^A	9.32±1.55 ^A	9.08±1.77 ^A	8.85±1.85 ^A
C*	Control	21.11±1.10 ^a	19.18±1.74 ^{bb}	18.37±1.85 ^{bb}	13.97±2.20 ^{cB}	10.48±0.39 ^{dB}
	CT-1.25%	20.69±2.54 ^a	20.63±2.23 ^{abA}	19.80±2.82 ^{abA}	19.33±2.93 ^{abA}	18.23±3.36 ^{abA}
h ⁰	Control	25.39±0.99 ^d	27.23±1.17 ^c	26.88±1.33 ^{cdB}	32.11±5.56 ^{bA}	40.73±2.98 ^{AA}
	CT-1.25%	25.90±1.70 ^c	27.33±1.39 ^b	27.95±1.62 ^{bA}	27.77±1.62 ^{bb}	28.96±1.72 ^{abB}

^{a-d} Means±standard deviation in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A-B} Means±standard deviation in the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾ CT-1.25% : Dietary 1.25% clay minerals.

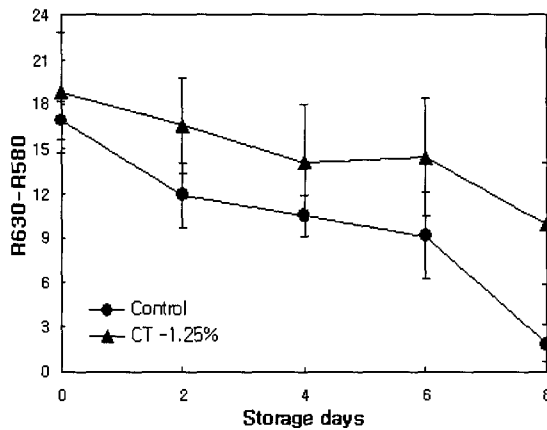


Fig. 3. Effects of dietary clay mineral on R630-R580 of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4°C).

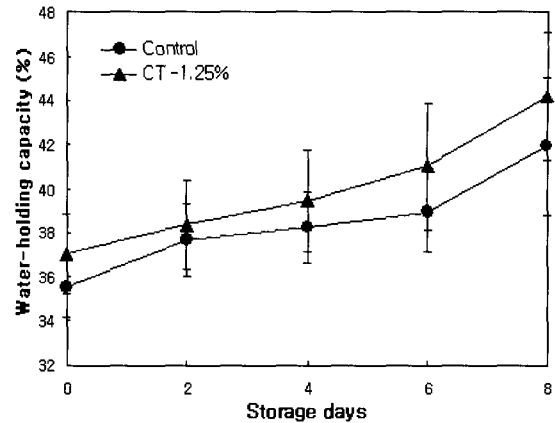


Fig. 5. Effect of dietary clay mineral on water-holding capacity(%) of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4°C).

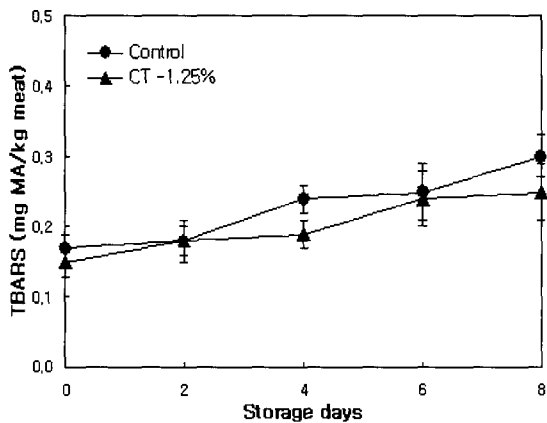


Fig. 4. Effect of dietary clay mineral on thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef during refrigerated storage (4°C).

점토광물질 급여에 따른 TBARS 분석결과는 Fig. 4에 나타내었다. TBARS는 지질산화의 여러 가지 생성물질 중 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 결합하여 생성되는 붉은 색의 강도를 측정 한 값으로 지질 산화가 많이 일어날수록 TBARS가 증가한다. 본 실험 결과, TBARS는 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으며 ($p < 0.05$), 저장 4일 및 8일에는 1.25% 점토 광물질 급여구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS값을 나타내어($p < 0.05$) 높은 지질 산화안정성을 보였다.

보수력

점토광물질 급여에 따른 보수력(water-holding capacity)의 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 즉, 본 실험 결과에서는 1.25% 점토 광물질 급여구가 저장 2일을 제외한 저장기간 내내 대조구에 비해 유의적으로 높은 보수력을 보였다($p < 0.05$). 또한

모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 보수력이 증가하는 경향을 나타내었으며($p < 0.05$) 이와 같은 결과는 저장기간의 경과에 따라 보수력이 서서히 증가했다고 보고한 박 등(1998)의 연구결과와 숙성 중에는 단백질의 구조 변화나 이온강도의 변화 등에 따라 보수력이 증가한다는 보고(Wu and Smith, 1987)와도 유사한 경향을 나타내었다. 한편 거세 한우에게 점토 광물을 급여시 보수력에는 영향을 미치지 못하지만 전단력은 점토 광물 급여구에서 유의적으로 우수한 것으로 보고되고 있다(Kang et al., 2002).

지방산 조성

점토 광물질 급여에 따른 지방산 조성은 Table 4에 나타내었다. 대조구와 1.25% 점토 광물질 급여구에서 주요 지방산은 oleic acid(C18:1)가 각각 45.79%, 45.96로 가장 많은 부분을 차지하였으며 그 다음으로는 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), linoleic acid(C18:2)순으로 나타났으나 모든 구성 지방산은 처리구에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 특히 대조구의 경우 불포화지방산(UFA)과 다가불포화지방산(PUFA)의 함량이 1.25% 점토 광물질 급여구에 비해 다소 높게 나타났는데 일반적으로 불포화지방산이 많을수록 산화에 민감하고 자동 산화의 비율이 높다는 연구 결과(Gokalp et al., 1983)와 비추어 볼 때 TBARS 결과와도 일맥상통하는 결과를 얻을 수 있었다. 한편, oleic acid의 함량과 MUFA/SFA의 비율이 높을수록 기호성이 좋은 것으로 알려져 있는데(Sturdivant et al., 1992), 본 실험에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않아 지방산 함량의 비율이 점토 광물의 급여에 따른 뚜렷한 차이가 없는 것으로 보고된 Kang 등(2002)의 결과와도 일치하였다.

Table 4. Effect of dietary clay mineral on fatty acid of Hanwoo (Korean Cattle) Bull Beef (unit : %)

Fatty acids	Diets		Probability
	Control	CT-1.25% ¹⁾	
Myristic acid (C14:0)	3.24±0.50	3.67±0.38	0.1224
Palmitic acid (C16:0)	25.40±0.74	25.91±0.94	0.3253
Palmitoleic acid (C16:1)	5.23±0.56	4.97±0.76	0.5285
Stearic acid (C18:0)	11.96±1.59	13.49±2.13	0.1895
Oleic acid (C18:1)	45.79±0.88	45.96±2.24	0.8688
Linoleic acid (C18:2)	6.34±1.80	4.65±0.84	0.0638
Linolenic acid (C18:3)	0.30±0.08	0.27±0.06	0.4548
Arachidonic acid (C20:4)	1.74±0.64	1.08±0.50	0.0754
SFA ²⁾	40.60±2.13	43.06±2.24	0.0790
MUFA ³⁾	51.02±0.86	50.93±2.80	0.9446
PUFA ⁴⁾	8.38±2.36	6.01±1.37	0.0578
UFA ⁵⁾	59.40±2.13	56.94±2.24	0.0790
MUFA/SFA	1.26±0.07	1.19±0.12	0.2588

¹⁾ CT-1.25% : Dietary 1.25% clay minerals.

²⁾ Saturated fatty acid; ³⁾ Monounsaturated fatty acid;

⁴⁾ Polyunsaturated fatty acid; ⁵⁾ Unsaturated fatty acid.

요 약

점토 광물질을 비거세 한우에 1.25% 첨가 급여시 육질에 미치는 영향을 조사하였다. 실험처리구는 대조구(무첨가구)와 1.25% 점토 광물질 급여구(CT-1.25%)로 나누어 실험하였다. 일반성분과 지방산 조성은 처리구간의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, pH는 저장기간에 따라 유의적으로 변화하는 대조구와 달리 1.25% 점토 광물질 급여구의 pH는 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않고 안정적이었다. CIE a* 값, chroma 값 및 R630-R580 값은 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며(p<0.05), 특히 대조구가 저장기간이 경과함에 따라 현저한 감소 현상을 보였다. Metmyoglobin(%)의 함량은 저장기간이 경과함으로써 대조구의 metmyoglobin 형성율이 현저하게 증가하여 1.25% 점토 광물질 급여구에 비해 갈색 축적 현상이 급속하게 진행됨을 알 수 있었다. 지질의 산패 정도를 나타내는 TBARS는 1.25% 점토 광물질 급여구가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내어 산화 안정성을 보였다. 보수력은 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며(p<0.05) 1.25% 점토 광물질 급여구가 대조구에 비해 높은 보수력을 보였다. 결과적으로 1.25% 점토 광물질 급여구(CT-1.25%)의 경우 대조구에 비해 육색, 지질 산화 및 보수력에 대해 안정성을 가지는 것으로 나타났다.

로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제(KRF-03-005-F00004)로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Abdullah, N., Hanita, H., Ho, Y. W., Kudo, H., Jalaludin, S., and Ivan, M. (1995) The effects of bentonite on rumen protozoal population and rumen fluid characteristics of sheep fed palm kernel cake. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **8**(3), 249-254.
2. AOAC (1995) Official methods of analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
3. Britton, R. A., Colling, D. P., and Klopfenstein, T. J. (1978) Effect of complexing sodium bentonite with soybean meal or urea *in vitro* ruminal ammonia release and nitrogen utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* **46**, 1738-1747.
4. Cho, W. M., Choi, S. B., Paek, B. H., Ahn, B. S., Kim, J. S., Kang, W. S., Lee, S. K., and Song, M. K. (2000) Effects of dietary supplements of clay mineral on the growth performance and immunity in Hanwoo calves. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **42**(6), 871-880.
5. Demos, B. P., Gerrard, D. E., Mandigo, R. W., Gao, X., and Tan, J. (1996) Mechanically recovered neck bone lean and ascorbic acid improve color stability of ground beef patties. *J. Food Sci.* **61**, 656-659.
6. Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. A. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.* **226**, 479-509.
7. Gokalp, H. T., Ockerman, H. W., Plimpton, R. F., and Harper, W. J. (1983). Fatty acid of neutral and phospholipid, rancidity scores and TBA values as influenced by packing and storage. *J. Food Sci.* **48**, 829-834.
8. Grau, R. and Hamm, R. (1953) Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften* **40**, 29-30.
9. Greene, B. E., Hsin, I., and Zipser, M. W. (1971) Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J. Food Sci.* **36**, 940-942.

10. Jacques, K. A., Axe., D. E., Harris, T. R., Harmon, D. L., Bolsen, K. K., and Johnson, D. E. (1986) Effect of sodium bicarbonate and sodium bentonite on digestion solid and liquid flow and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *J. Anim. Sci.* **63**, 923-932.
11. Kang, S. W., Kim, J. S., Cho, W. M., Ahn, B. S., Ki, K. S., and Son, Y. S. (2002) Effect of domestic clay minerals on growth performance and carcass characteristics in growing-fattening Hanwoo steers. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **44(3)**, 327-340.
12. Krzywicki, K. (1979) Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Sci.* **3**, 1-10.
13. Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Cho, S. H., Lee, J. M., and Kim, Y. G. (1998) Effect of refrigerated storage on meat quality of Hanwoo beef in vacuum packaged. *Rural Development Administration Research Paper* **40(2)**, 135-139.
14. SAS (1995) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
15. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
16. Strange, E. E., Benedicts, R. C., Gugger, R. E., Metzger, V. G., and Swift, C. E. (1974) Simplified methodology for measuring meat color. *J. Food Sci.* **39**, 988-992.
17. Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Smith, G. C., and Smith, S. B. (1992) Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci.* **32**, 449-458.
18. Sukhija, P. S. and Palmquist, D. L. (1988) Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 1202-1206.
19. Suzuki, F., Brutkiewicz, R. R., and Pollard, R. B. (1986) Cooperation of lymphokines and varcrophages in expression of antitumor activity of carboxyethylgermanium (Ge-132). *Antitumor Res.* **62**, 177-182.
20. Um, M. H., Jung, P. K., Um, K. T., and Lim, H. S. (1993) Clay mineralogy of the soils derived from gray shale. *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* **26**, 1-9.
21. Wu, F. Y. and Smith, S. B. (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J. Anim. Sci.* **65**, 597-608.
22. 대한광업진흥공사 (1988) 한국의 광산. 제11호, 비금속편.
23. 문희수 (1996) 점토광물학. 민음사, 서울. pp. 122.
24. 한인규 (1976) 사료자원핸드북. 한국사료협회, pp. 420.

(2004. 7. 7. 접수 ; 2004. 9. 13. 채택)