

거정석 첨가급여가 거세한우육의 품질 특성에 미치는 영향

[†]김병기 · 하재정 · 이준구 · 오동엽 · 정대진 · 김대현 · 황은경*

경상북도축산기술연구소, 경북전문대학교 호텔조리제빵과*

Effects of Dietary Addition of Pegmatite on the Meat Quality Characteristics of Hanwoo Steers

[†]Byung Ki Kim, Jae Jung Ha, Jun Koo Lee, Dong Yeop Oh, Dae Jin Jung,

Dae Hyun Kim and Eun Gyeong Hwang*

Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea

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

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dietary addition of pegmatite for Hanwoo steers on the carcass characteristics. Based upon the findings yielded by the research referenced above, the results may be summed up as follows : Oleic acid was for the most part, higher as T2 plots (45.40%) and T3 plots (44.20%) compared with Con. plots (42.50%). As well, this study has shown that the treatment plots in unsaturated fatty acid (UFA), monounsaturated fatty acid (MUFA) and polyunsaturated fatty acid (PUFA) were largely higher than that of Con. plots, and of them all, T2 plots were highest. As for the melting point of fat, T2 plots (29°C) were largely lower than that of Con. plots (31.9°C). This study has shown that the treatment plots were significant higher as the content of total essential amino acid and total amino acid and inosine monophosphate in the nucleotide compound for the Hanwoo beef was treatment plots when compared with Con. plots.

Key words: Hanwoo beef quality, fatty acid, free amino acid, sensory evaluation

서 론

FTA 체결 및 처음 도입된 부정청탁금지법으로 국내의 소비경기의 저하는 쇠고기 소비의 악화로 이어져 한우고기 시장은 최악의 상황을 맞고 있다. 이러한 결과로 산지 소값도 급격히 떨어지고, 한우 농가들의 시름은 더욱 깊어지는 어려움에 직면하게 되었다(Chuk-San Newspaper 2017b). 반면에 상대적으로 값싼 미국산 쇠고기 수입량은 예전에 비해 2~3배 증가할 만큼 수입육이 밀려들어와 저가 판매로 축산물 소비를 주도하고 있다(Chuk-San Newspaper 2017a).

어려운 시기일수록 한우 농가들의 생산비 절감과 품질 고급화 소비자의 요구 증가(Ha 등 2005)로 농가들은 자구책을 마련하는데 더욱 노력해야 할 시점이다. 이에 따라 차별화된 축산물을 생산하여 고품질 한우육 생산 및 육질 개선 등 높

은 생산성을 달성하기 위한 방안으로는 종축 개량을 비롯하여 다양한 고품질육의 개선 방법 중의 하나가 사료 첨가제(Hwang GA 2013)를 급여하는 방법이며, 사료 첨가제 중에서도 가축에게 점토광물질(clay mineral)을 약간 첨가해주는 방법이다(Kim 등 2008). 점토광물질은 가축의 발육 촉진, 소화율과 사료효율 개선, 축분의 수분 조절 및 악취 제거와 육질 향상에 활용할 수 있다는 다양한 연구결과가 발표되고 있는 실정이다(Morgavi 등 2000; Kim 등 2008).

또한, 장기간 고효율 사료를 사용하면 사료 섭취량이 감소하게 되는데(Kim 등 2008), 사료 섭취량의 유지 및 떨어진 사료 섭취량의 향상을 위해서도 널리 이용되고 있는 것이 바로 점토광물질(clay mineral)이다(Son 등 1998). 점토광물질 중에서 특히 제올라이트는 가축분의 탈취, 수분 조절, 질소 배출 감소 작용을 하고(Nishimura T 1973), 근육과 지방 조성에 영

[†] Corresponding author: Byung-Ki Kim, Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea. Tel: +82-54-630-4540, Fax: +82-54-638-6013, E-mail: bkkim017@korea.kr

향을 미치며(Kovar 등 1990), 가축의 장내 과잉 수분을 흡수하여 연변을 방지하고, 사료의 통과시간을 지연시켜서 소화율을 향상시킨다고 한다(Harms & Damron 1973). 이처럼 점토광물질을 첨가하면 가축의 사료섭취량을 향상시켜서 체중이 증가하지만, 육질변화에 대한 결과는 연구자에 따라 다소 엇갈린 결과를 보고하였다(Son 등 1998). 따라서, 본 연구의 시험재료는 문경지역에서 생산되는 고평토(kaolin) 계통의 거정석(pegmatite)인 점토 광물질을 이용하여 거세한우에 대하여 TMR 사료를 0.2~0.5%까지 첨가 급여하였을 때 생산되는 거세한우육의 품질 특성을 알아보려고 실시하였다.

재료 및 방법

1. 사양관리

개시 체중 258.2 ± 14.39 kg(생후 8개월령)의 거세 한우 64두를 임의 배치(4처리×4두×3반복)하여 본 연구소의 동물실험윤리위원회(경북동윤위-39호) 승인을 받아 농가에서 비육 사양시험 후 도축하였다. 이때 처리구별 시험재료인 거정석의 사료 내 첨가비율로 대조구(Con구; 거정석 무첨가), 시험1구(T1구; 육성기 0.2% 첨가, 비육전기 0.1% 첨가, 비육후기 무첨가), 시험2구(T2구; 육성기 0.3% 첨가, 비육전기 0.3% 첨가, 비육후기 0.15% 첨가), 시험3구(T3구; 육성기 0.5% 첨가, 비육전기 0.5% 첨가, 비육후기 0.25% 첨가)된 주문형 total mixed ration(TMR) 사료를 1일 2회씩 나누어 급여하였다. 이때 배합비와 사료성분은 Table 1과 같이 비육전기, 비육중기 및 비육후기의 수분함량은 26.00, 31.10 및 27.80%이었고, 단백질함량은 9.71%, 11.35% 및 11.80%이었으며, total digestible nutrients(TDN) 함량은 57.63%, 56.13% 및 60.07%이었다. 사료분석은 AOAC법(1980)에 따라 분석하였고, 물과 미네랄 블럭은 자유채식기록 하였다.

2. 시료채취 및 숙성

도축된 도체로 부터 12번 늑골과 13번째 늑골사이의 채취한 등심 2 kg 내 지방조직을 제거하고, Feidt 등(1996)의 방법에 따라 채취한 시료를 광목 천으로 싼 뒤, 온도 1~2℃, 습도 75±5%에서 최소 숙성기간인 10일 동안 건식 숙성시킨 후, 분석용 시료와 관능평가 시료로 구분하여 보관하였다.

3. pH

숙성 전, 후 한우육의 pH를 비교하기 위하여 도축 후 채취된 등심시료 5 g을 이용하여 pH를 측정하였고, 그 이후 숙성된 시료 5 g을 채취하여 시료에 45 mL의 증류수를 첨가한 후, 균질기(Homogenizer(CH-6014) Polytron PT-MR-2100. Swtzerland; 11,000 rpm)로 분쇄하여 Whatman paper(No 2, 1.2 μm,

UK)로 여과하였다. 여과 추출한 육즙을 pH 미터(Mettler-Toledo, Model 340, Schwarzenbach, Switzerland)로 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

4. 지방 융점

등심부위의 지방 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 추출하였다. 추출된 지방은 capillary tube(100 mm pyrex, Corning inc., NY, NY, USA)의 하단 1 cm까지 유입시킨 후, -20℃에 24시간 냉동 보관하였다. 그 후 14~15℃ 증류수를 hot plate상에서 2분에 1℃씩 온도가 상승하도록 하였다. 수은 온도계에 부착된 capillary tube를 증류수에 담고, 지방이 1 cm 상승될 때 온도(상승 융점)를 측정하였다.

5. 지방산

Folch 등(1957)의 방법에 따라 추출한 지방은 냉동보관 중이던 분쇄한 등심시료 4 g에 클로로포름: 메탄올(2:1) 용액 40 mL를 첨가한 후, polytron homogenizer(KINEMATICA Inc., USA)를 이용해 약 11,000 rpm에서 5분간 균질화하였다. 30분간 방치한 후, aspirator(Tokyo Rikaikai Co., Ltd., Japan)를 이용하여 감압여과기에 Whatman 47 mm diameter(CAT No. 1822-047, UK)로 감압 여과한 뒤, 0.74% 염화칼륨 용액을 8 mL 첨가하고, 층 분리를 유도하기 위해 4℃에서 24 시간 정치하였다. 층 분리가 완료되면 상층액을 제거하고, 하층액만을 유리병에 담은 뒤, 70℃ 항온수조에서 질소를 이용하여 유기용매를 제거하였다. 또한, 지방산의 에스테르화는 Lepage & Roy(1986)의 방법에 따라 수행하였다. 추출된 지방을 유리병에 200 μL씩 취한 후, 메탄올 : 벤젠(4:1) 용액을 2 mL 첨가한 뒤, 아세틸 클로라이드 200 μL를 천천히 첨가하고, 열판(10 0℃)에서 40분간 가열한 후, 10분간 방냉하였다. 그 후 isoctane 1 mL와 6% potassium carbonate 8 mL를 첨가하고, 1,500 rpm에서 10 분간 원심분리하였다. 이 후 상층액만을 유리병에 옮겨 담아 gas chromatography(Clarus 500, Perkin Elmer, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 다음과 같다. Column은 SP-2560 capillary column(100 m×0.25 mm×0.2 μm), detector는 flame ionization detector(FID), detector temperature는 250℃, oven temperature는 210℃(initial temp. 60℃ hold for 5 min; increase rate 15℃/min; final temp. 210℃ hold for 5 min), injection temperature는 220℃, injection volume은 10 μL, carrier gas는 N₂(flow rate 2.0 mL/min)를 사용하여 분석하였다.

6. 유리아미노산 함량

유리 아미노산의 추출은 Lee JY(1965)의 방법에 따라 수행하였다. 분쇄한 등심시료 5 g에 80% 에탄올 용액 200 mL를 첨가하고, 잘 섞어준 다음 24시간 정치하였다. Whatman paper

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

Items	TMR ⁶⁾			Roughage
	Growing	Early fattening	Finish fattening	Timothy
Formula				
Corn	31.00	42.00	45.00	
Corn germ meal	8.00	6.00	5.00	
Rice bran	5.00	4.00	4.00	
Lupin	3.00	3.00	3.00	
Molasses	2.00	2.00	2.00	
Whole cotton seed	5.00	5.00	5.00	
Wheat bran	7.00	5.00	5.00	
Soybean hull	5.00	-	-	
Rapeseed meal	1.00	-	-	
Brewers grain	10.00	5.00	5.00	
Mushroom residue	12.00	7.00	10.00	
Alfalfa cube	13.00	-		
Rice straw	15.00	8.00	5.00	
Supplements	4.00	4.00	5.00	
Water	15.00	9.00	7.00	
Chemical composition				
Moisture	26.00	31.10	27.80	7.67
Crude protein	9.71	11.35	11.80	9.68
Crude fat	4.21	5.70	5.80	2.00
Crude fiber	12.56	12.56	12.38	31.95
Crude ash	6.31	5.86	5.29	5.48
NDF ¹⁾	26.45	22.53	16.65	51.30
ADF ²⁾	11.95	9.22	6.06	27.10
CA ³⁾	0.19	0.13	0.13	0.32
P ⁴⁾	0.39	0.20	0.21	0.52
TDN ⁵⁾	57.63	56.13	60.07	58.97

¹⁾ NDF: Neutral detergent fiber, ²⁾ ADF: Acid detergent fiber, ³⁾ Ca: Calcium, ⁴⁾ P: Phosphorus.

⁵⁾ TDN: Total digestible nutrient – Calculated from composition of Korea feedstuffs (National Livestock Research Institute 2002).

⁶⁾ TMR: Total mixed ration feed.

(No. 2, 1.2 μ m, UK)로 여과한 후, 감압 농축기(Evaporator: EYELA SB-1100, N-1100, 41271961 A-3S)를 이용하여 농축, 감압, 증발 및 건조하였으며, 감압 농축 조건은 Water bath 온도: 45~50°C, Speed: 8~9, 용매량: 1회에 100 mL 정도를 농축전용 battle에 넣고, 용매가 완전히 제거될 때까지 농축시켰다. 농축된 시료에 증류수 40 mL와 에테르 20 mL를 첨가하고, 분액 깔대기로 층을 분리하여 하층액만을 따로 수집하였다. 다시 감압 농축기를 이용하여 농축, 감압, 증발 및 건조 후, 0.2 M 구연산 완충액 20 mL를 첨가하고, 0.45 μ m syringe filter (CHMLAB, C1.SR45.15, Spain)로 여과한 후, 아미노산

분석기(L8800, HITACHI, Ltd., Japan)로 분석하였다. 이때 분석조건은 다음과 같다. Column은 cation exchange resin 4.6 mm \times 60 mm, column temperature는 135°C, column pressure는 5~9 MPa, mobile phase는 lithium citrate buffer solution(0.35 mL/min)과 ninhydrin reagents(0.3mL/min), ion-exchange resin은 2622SC (PF), analysis time은 115 min, buffer flow rate는 0.35 mL/min, ninhydrine flow rate는 0.3 mL/min, buffer change steps는 5 steps, injection volume은 10 μ L, detection limit는 10 pmol, N₂ pressure는 40 kpa, detector는 UV detector(channel 1 : 570 nm, channel 2 : 440 nm)를 사용하여 분석하였다.

7. 핵산화합물 함량

핵산화합물은 Koga 등(1987)의 방법에 따라 수행하였다. 냉동 보관된 등심조직 5 g에 10% perchloric acid 용액 25 mL를 첨가한 후, polytron homogenizer(Kinematica AG., Switzerland)를 이용해 약 11,000 rpm에서 3분간 균질화한 뒤, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 수집하였으며, 5 N 수산화칼륨을 첨가하여 pH 6.5로 조정하였다. 상온에서 3분간 방치한 후, 상층액을 수집한 뒤 0.45 µm syringe filter (CHMLAB, C1. SR 45.15, Spain)로 여과하여 HPLC(LC-10AD, Shimadzu, Ltd., Japan)로 분석하였다. 이때의 분석조건은 다음과 같다. Column은 zorbax eclipse XDB C18 5 µm 4.6×150 mm, column temperature는 40°C, detector는 UV detector(254 nm), flow rate는 1 mL/min, injection volume은 40 µL, total running time은 100 min, mobile phase는 1% triethylamine/phosphoric acid(pH 6.5)를 사용하였고, standard를 hypoxanthine, IMP, inosine, AMP, ADP, ATP를 0.001 M로 조제하여 희석하고, standard curve를 그려 sample 측정 area 값을 곡선에 대입하여 농도를 구한 다음, 함량 값을 환산하여 µmol/g으로 계산하였다.

8. 관능평가

10일간 건조 숙성시킨 등심시료 500 g을 두께 1 cm×가로 4 cm×세로 5 cm의 크기로 정형하여 220°C로 가열된 핫플레이트(조리용 철판)에서 앞면 60초, 뒷면 90초 동안 조리한 후, 두께 1 cm×가로 4 cm×세로 2.5 cm로 잘라 관능평가 요원 1인 분 시료로 제공하였다. 사전에 훈련된 관능평가요원 10명이 4가지의 항목을 평가하도록 하였다. 이때 평가항목은 연도, 다즙성, 감칠맛 및 종합기호도로서, 평가 방법은 각 항목별로

1점에서 5점까지 평가하도록 하였다. 또한, 관능평가 항목 외에 구수하다, 느끼하다, 싱겁다, 짜다, 자극적이다, 깔끔하다, 냄새가 좋다, 냄새가 나쁘다 및 기타 의견을 자유롭게 서술하도록 하였다.

9. 통계분석

본 시험에서 급여기간에 대한 사료첨가제의 효과를 보기 위해서 얻어진 모든 결과들의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver. 9.1, 2003)의 ANOVA(analysis of variance) procedure로 분산분석을 실시하였다. 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 한우육의 pH

Table 2는 거정석의 첨가 급여시 거세한우육의 숙성 전후의 pH 변화를 나타낸 것이다. 숙성 전 대조구의 pH는 대조구가 5.56이었으나, 시험구는 5.7~5.9 범위로서 다소 높았고, 10일 동안 건조숙성 후 pH 변화에서는 대조구가 5.50이었으나, 시험1~시험3구는 5.6~5.8까지 다소 낮아져 통계적인 유의차를 나타내었다($p<0.05$).

따라서 거정석 첨가 급여한 한우육의 pH 변화는 대조구(5.50~5.56)에 비하여 시험구(5.58~5.90)가 약간 더 높은 pH를 유지하고 있어, 한우육의 산패도 저감 및 저장성 유지에도 다소 도움이 될 것으로 유추된다.

2. 한우육의 지방산 조성과의 연관성

Table 2. Changes of the pH of *M. longissims dorsi* of Hanwoo steers

Treatment	pH of the aging		p-value
	Before	After	
Con ¹⁾	5.56±0.10 ^a	5.50±0.10 ^a	0.0294
T1 ²⁾	5.70±0.10 ^b	5.58±0.10 ^{ab}	0.0363
T2 ³⁾	5.90±0.10 ^d	5.70±0.10 ^c	0.0463
T3 ⁴⁾	5.58±0.10 ^c	5.60±0.00 ^{bc}	0.0382

Means±S.D.

^{a,d} Means with the different superscripts in the same column are significantly different by Duncan's multiple rang test ($p<0.05$).

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

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

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

⁴⁾ 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 3은 거세한우육의 지방산 조성을 나타낸 것이다. 거정석의 첨가로 인하여 포화지방산인 C_{14:0}(myristic acid)과 C_{16:0}(palmitic acid)의 조성에는 큰 변화가 없었으나, C_{18:0}(stearic acid)은 감소하는 경향이었으며, 특히 시험2구(10.2%)는 대조구(15.3%)에 비하여 다른 처리구보다 낮은 경향을 보였다. Monounsaturated fatty acid(MUFA)중 C_{14:1,cis-9}(myristoleic acid)과 C_{16:1n7}(palmitoleic acid)은 시험구가 대조구에 비하여 다소 증가하였지만, 통계적인 유의차는 없었다. 또한, 쇠고기의 맛을 좋게 하고, 혈중 중성지방과 콜레스테롤을 저하시키는 효과가 있다고 알려진(Oh 등 2012) C_{18:1}(oleic acid)은 시험2구(45.4%)와 시험3구(44.2%)가 대조구(42.5%)에 비하여 각각 6.8%와 4% 정도 높아졌다($p<0.05$).

그러나 polyunsaturated fatty acid(PUFA)인 C_{18:2n6}(linoleic acid), C_{18:3n3}(linolenic acid) 및 C_{18:2,9-cis,11-trans}(conjugated linoleic acid 9,11)의 조성은 거정석의 첨가로 인하여 다소 차이를 보였다. 거정석의 첨가에 따른 거세한 우육의 지방산에서 Total saturated fatty acid(T-SFA)을 감소시켰고, 그 중 특히 시험2구는 대조구에 비하여 7.9% 감소하였다($p<0.05$). 반면에 Total

unsaturated fatty acid(T-UFA)는 더 높아졌는데, 시험1구, 시험2구 및 시험3구가 대조구에 비하여 각각 1.2, 3.7, 2.6%씩 다소 증가하였다($p<0.05$). 또한, MUFA는 시험2구와 시험3구가 53.10~53.90%로 다른 처리구보다 더 높게 나타났고, PUFA는 시험2구가 3.00으로 다른 처리구보다 더 높았다($p=0.05$).

Kim 등(1995)은 한우 거세우의 근내지방도가 증가할수록 myristic acid(C_{14:0}), palmitoleic acid(C_{16:1}) 및 oleic acid(C_{18:1})의 함량은 점차 증가하며, 특히 올레인산 함량이 증가할 때 쇠고기의 깊은 맛이 증가한다고 보고하였다(Melton 등 1982). 또한, 지방산은 근내지방도가 높은 화우에서 MUFA / SFA 비율이 높았으며(Sturdivant 등 1992), 한우의 경우도 유사하게 상(上)등급 한우육일수록 SFA 함량은 낮고, MUFA / SFA의 비율이 높았으며(Moon 등 2001), MUFA 농도가 높아졌다고 보고하였다(Cameron & Enser 1991).

한편, 지방산 조성 및 쇠고기의 맛(저작성 및 식감)과 관련이 있는 지방의 융점은 시험2구(29°C)가 대조구(31.9°C)보다 더 낮았다($p<0.05$). 본 시험의 융점에 대한 이러한 결과는 한우육의 등심지방의 융점의 경우, 근내지방도 8의 경우에

Table 3. Fatty acids composition and melting point of *M. longissims dorsi* of Hanwoo steers

(Unit: %)

Items	Con ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	p-value
C _{14:0} (Myristic acid)	3.30±0.10	3.70±0.20	3.20±0.20	3.50±0.50	0.6432
C _{14:1, cis-9} (Myristoleic acid)	0.90±0.10	1.20±0.10	0.90±0.10	0.90±0.20	0.8324
C _{16:0} (Palmitic acid)	28.10±0.80	28.80±0.60	29.50±1.20	27.10±0.90	0.4635
C _{16:1n7} (Palmitoleic acid)	3.60±0.20	4.60±0.20	4.30±0.20	4.20±0.30	0.0843
C _{18:0} (Stearic acid)	15.30±0.80	13.00±1.00	10.20±2.90	13.60±0.40	0.0973
C _{18:1,trans-9} (Elaldic acid)	3.30±0.40	3.00±0.30	2.90±0.10	3.40±0.20	0.7231
C _{18:1} (Oleic acid)	42.50±0.80 ^c	42.60±1.30 ^a	45.40±1.00 ^c	44.20±1.30 ^b	0.0190
C _{18:1n7} (Vaccenic acid)	0.30±0.00	0.40±0.00	0.30±0.00	0.40±0.00	0.1382
C _{18:2n6} (Linoleic acid)	2.20±0.20	2.20±0.20	2.60±0.20	2.30±0.10	0.4358
C _{18:3n3} (Linolenic acid)	0.10±0.00	0.10±0.00	0.10±0.00	0.10±0.00	-
C _{18:2, 9-cis, 11-trans} (CLA* 9,11)	0.20±0.00	0.30±0.00	0.20±0.00	0.20±0.00	0.9381
SFA ⁵⁾	46.90±0.40 ^c	45.70±0.80 ^b	43.20±0.70 ^a	44.30±0.90 ^{ab}	0.0385
UFA ⁶⁾	53.10±0.50 ^a	54.30±0.82 ^b	56.80±0.70 ^d	55.70±0.88 ^c	0.0173
MUFA ⁷⁾	50.60±0.50 ^b	51.80±0.30 ^b	53.90±0.60 ^c	53.10±0.60 ^c	0.0234
PUFA ⁸⁾	2.50±0.30 ^a	2.60±0.20 ^a	3.00±0.20 ^c	2.70±0.10 ^{ab}	0.0500
U/S ⁹⁾	1.10±0.00	1.20±0.10	1.30±0.10	1.30±0.10	0.3442
M/S ¹⁰⁾	1.10±0.00	1.10±0.10	1.30±0.10	1.20±0.10	0.2384
M.P, °C	31.90±1.30 ^a	31.50±1.00 ^a	29.00±1.10 ^c	30.80±1.50 ^b	0.0358

Means±S.D.

^{a-c} Means with the different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple rang test ($p<0.05$).

¹⁻⁴⁾ Treatments refer to Table 2.

⁵⁾ Saturated fatty acid, ⁶⁾ Unsaturated fatty acid, ⁷⁾ Monounsaturated fatty acid, ⁸⁾ Polyunsaturated fatty acid,

⁹⁾ Unsaturated fatty acid/saturated fatty acid, ¹⁰⁾ Monounsaturated fatty acid/saturated fatty acid.

CLA*: Conjugated linoleic acid.

26.55°C 정도(Jung SG 2010)라고 한 연구결과와, 또 다른 연구에서 한우육의 육질등급이 낮아질수록, 융점은 오히려 높아지는 경향을 보인다는 보고(Kim 등 2011)와 본 시험의 결과와 거의 일치하였다.

3. 한우육의 유리 아미노산 함량

Table 4는 거세한우육의 유리 아미노산 함량을 나타낸 것이다. 한우육의 glutamine은 감칠맛에 영향을 주는 주요 아미노산이며, 림프구와 대식세포의 대사의 기능유지, 항산화작용으로 인한 염증반응을 억제하는 것으로서(Flaring 등 2003; Sukhotnik 등 2007), 대조구, 시험1구, 시험2구 및 시험3구가

각각 2.1, 5.0, 5.6 및 6.1 mg/100 g으로 처리구가 대조구보다 크게 높았다($p<0.05$). 특히 glutamine은 감칠맛과 기호성(Yamaguchi & Ninomiya 2000)에 관여하고, cysteine은 ribose 및 glucose와 Maillard 반응을 통해 고기 향을 가지는 물질을 생성한다고 한 바(Mottram & Whitfield 1995; Tai & Ho 1997) 있다.

또한, alanine 함량은 31.50~35.70 mg/100 g 범위로 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며, 쓴맛에 영향을 미치는 것으로 알려진 arginine 함량은 6.90~9.30 mg/100 g으로 나타났다. Cystine 함량은 0.50~2.20 mg/100 g 범위로서 처리구가 대조구보다 더 높게 나타났다. 이외에도 glycine 함량은 4.70~6.00 mg/100 g, isoleucine 함량은 4.20~9.40 mg/100 g, leucine 함량

Table 4. Free amino acid composition of *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Items	Con ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	<i>p</i> -value
- mg/100 g -					
Alanine	35.70±1.00	34.70±1.50	31.50±2.10	32.40±2.70	0.5235
Arginine	7.80±0.20	6.90±1.40	8.80±1.50	9.30±0.80	0.6841
Asparagine	2.00±0.2 ^b	1.10±0.40 ^a	0.60±0.10 ^a	0.70±0.10 ^a	0.0382
Cystine	0.50±0.50	1.50±0.90	2.10±0.70	2.20±0.80	0.4352
Glutamine	2.10±0.30 ^b	5.00±1.50 ^a	5.60±0.80 ^a	6.10±1.10 ^a	<0.001
Glycine	4.70±0.20	5.50±0.50	5.70±0.50	6.00±0.60	0.3543
Histidine	3.30±0.20	3.90±0.30	4.00±0.20	3.60±0.40	0.2741
Isoleucine	4.20±0.40 ^a	7.70±1.50 ^b	8.40±0.90 ^b	9.40±0.80 ^b	<0.001
Leucine	6.90±0.70 ^a	13.10±2.40 ^b	13.80±1.50 ^b	15.80±1.40 ^b	<0.001
Lysine	6.00±0.30	7.70±0.80	7.50±0.70	7.80±1.00	0.6743
Methionine	3.60±0.30 ^a	7.40±1.50 ^b	7.60±0.90 ^b	8.70±0.60 ^b	<0.001
Phenylalanine	5.00±0.60 ^a	9.90±2.00 ^b	10.50±1.00 ^b	11.30±0.90 ^b	<0.001
Proline	2.50±0.20	2.60±0.10	2.90±0.20	2.90±0.30	0.6132
Serine	4.20±0.30 ^a	6.40±1.00 ^{ab}	6.60±0.70 ^{ab}	7.90±0.80 ^b	<0.001
Threonine	3.90±0.20	5.30±0.60	5.00±5.60	5.60±0.60	0.6952
Tyrosine	3.50±0.30 ^a	7.90±2.00 ^b	9.40±1.00 ^b	10.10±1.00 ^b	<0.001
Valine	5.80±0.30 ^a	9.20±1.30 ^b	9.30±0.90 ^b	10.40±0.90 ^b	<0.001
Citrulline	1.20±0.10	1.50±0.20	1.40±0.10	1.60±0.20	0.9431
Ornithine	5.00±1.10	4.90±1.80	2.50±0.20	2.50±0.30	0.1383
β-Aminoisobutyric acid	2.60±0.50	2.90±0.20	2.70±0.10	2.70±0.20	0.8532
γ-Aminoisobutyric acid	0.60±0.40 ^a	2.00±0.30 ^b	2.30±0.20 ^b	2.40±0.20 ^b	0.0249
Anserine	33.30±3.30 ^a	60.20±12.80 ^b	85.00±12.90 ^d	79.30±7.20 ^{bc}	<0.001
Carnosine	167.10±21.70 ^a	292.50±28.10 ^b	390.70±27.90 ^d	337.40±28.50 ^c	<0.001
Essential amino acid	38.50±2.70 ^a	64.10±10.10 ^b	66.00±6.50 ^b	72.50±6.60 ^c	<0.001
Non-essential amino acid	305.50±24.10 ^a	456.90±29.50 ^b	577.30±24.20 ^c	524.90±42.00 ^b	<0.001
Total amino acid	344.10±26.10 ^a	520.90±29.40 ^b	643.30±20.20 ^c	597.40±26.60 ^b	<0.001

Means±S.D.

^{a-c} Means with the different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple rang test ($p<0.05$).

¹⁻⁴⁾ Treatments refer to Table 2.

은 6.90~15.80 mg/100 g, lysine 함량은 6.00~7.80 mg/100 g, methionine 함량은 3.60~8.70 mg/100 g, phenylalanine 함량은 5.00~11.30 mg/100 g으로 처리구가 대조구보다 더 높은 경향을 나타내었다. Jung YS(2010)는 거세한우 등심 내 유리 아미노산 중에는 alanine의 비율이 가장 높으며, 육질등급이 높아질수록 isoleucine, leucine, lysine, arginine 및 cysteine 함량이 증가하였다(Lee KH 2009)는 보고로 유추해 볼 때, 본 연구에서 개별 유리아미노산의 차이는 있지만, 대조구보다 거정석 첨가구가 대체로 더 높은 경향을 나타내었다. 한편, γ -aminoisobutyric acid 함량은 대조구, 시험1구, 시험2구 및 시험3구가 각각 0.6, 2.0, 2.3 및 2.4 mg/100 g을 나타내어 ($p<0.05$), 거정석을 첨가한 급여구가 대조구에 비하여 최소 3.3배 증가하였다. 그리고 운동 시에 생성된 젖산을 중화하고 (Brown DL 1981), 저분자 펩타이드 항산화능과 금속이온 제거작용(Wu 등 2003)을 하는 anserine 함량은 대조구, 시험1구, 시험2구 및 시험3구가 각각 33.30, 60.20, 85.00 및 79.30 mg/100 g으로 거정석 첨가구가 대조구보다 2.0~2.5배 이상 높게 나타났고($p<0.05$), 강력한 항산화제로 활성산소와 과산화 라디칼 제거 작용(Boldyrev 등 2013) 및 저산소증과 허혈성 뇌신경 손상억제 작용(Budzen & Rymaszewska 2013)을 하는 carnosine 함량은 대조구, 시험1구, 시험2구 및 시험3구가 각각 167.10, 292.50, 390.70 및 337.40 mg/100 g으로 거정석 첨가구가 대조구보다 2.0~2.5배 이상 더 높게 나타나($p<0.001$), 거정석 첨가급여는 질병에 대한 면역성이 크게 높아진 것으로 판단된다. 한편 등심 내 필수아미노산을 비롯한 총 아미노산 함량은 거정석 첨가구가 대조구보다 매우 유의하게($p<0.05$) 증가하였다.

또한, carnosine과 anserine 함량과 필수아미노산 함량은 거정석 첨가한 시험구가 대조구보다 더 높았으며, 거정석 첨가 비율이 증가할수록 점차 높아지는 경향으로 처리구 중에서

는 시험2구가 가장 높게 나타났($p<0.05$). Kim 등(1995)은 가열온도 및 시간이 증가할수록 유리아미노산 함량이 높아지며, Perera-Lima 등(2000)은 carnosine 및 anserine 함량이 많을수록 고기를 가열하는 동안 맛을 높여주고, 항산화 활성 및 좋은 색과 맛의 유지에도 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다(Hsieh 등 2002).

4. 한우육의 핵산화합물 함량

Table 5는 거세한우육의 핵산화합물 함량을 나타낸 것이다. 등심육의 핵산화합물들은 도축 후 시간이 경과함에 따라 근육에서 에너지원으로 이용되던 adenosine triphosphate (ATP)가 분해되면서 생성되는 물질들인데, 특히 inosine monophosphate(IMP)와 inosine은 유리 아미노산인 글루타민과 같이 감칠맛과 관련이 있다고 알려져 있다(Jung SG 2010). 또한, IMP 함량은 거정석을 첨가급여한 시험1구, 시험2구 및 시험3구가 대조구(0.85)보다 각각 2.24, 4.11, 2.41 $\mu\text{mol/g}$ 으로 크게 높았다($p<0.05$). 그러나 쓴맛과 관련이 있다고 알려진 hypoxanthine(HX) 함량은 대조구, 시험1구, 시험2구 및 시험3구는 각각 1.93, 2.01, 1.72 및 2.11 $\mu\text{mol/g}$ 으로 처리구간에 유의차는 없었다. 핵산화합물 함량 중에서 IMP 함량은 축중에 따라 다르며, 이것은 사후 ATP 분해속도의 차이에 기인한 것으로 설명하였다(Koutsidis 등 2008). 냉장육은 숙성에 의해서 inosine과 hypoxanthine 함량이 증가하며(Kim CJ 1995), 냉장의 저장기간이 경과함에 따라 한우육의 IMP 농도는 사후 24시간에 가장 높았고, HX 농도는 24시간 이후부터 크게 높아진다고 제시하였다(Shin 등 1994). 또한, Nakatani 등(1986)은 쇠고기를 15일간 숙성시키면 IMP 함량은 점차 감소한 반면, HX는 오히려 서서히 증가하며, inosine은 숙성 6일째 최대치를 보이다가 그 이후 서서히 감소한다고 하였다. Jang YS (2010)는 IMP의 농도는 사후 24시간에 가장 높은 수치를 보

Table 5. Concentration of nucleotide-related compounds in *M. Longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Items	Con ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	p-value
			- $\mu\text{mol/g}$ -		
HX ⁵⁾	1.93±0.10	2.01±0.11	1.72±0.12	2.11±0.30	0.3591
IMP ⁶⁾	0.85±0.21 ^a	2.24±0.81 ^a	4.11±0.41 ^b	2.41±0.51 ^a	0.0292
Inosine	0.94±0.10 ^c	1.03±0.07 ^b	1.21±0.10 ^a	1.12±0.11 ^{ab}	0.0272
AMP ⁷⁾	0.43±0.00	0.41±0.10	0.42±0.10	0.31±0.00	0.6878
ADP ⁸⁾	0.22±0.00	0.11±0.10	0.11±0.00	0.11±0.00	0.2962
ATP ⁹⁾	0.09±0.10 ^b	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.0358

Means±S.D.

^{a-c} Means with the different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple rang test ($p<0.05$).

¹⁻⁴⁾ Treatments refer to Table 2.

⁵⁾ Hypoxanthine, ⁶⁾ Inosine monophosphate, ⁷⁾ Adenosine monophosphate, ⁸⁾ Adenosine diphosphate, ⁹⁾ Adenosine triphosphate.

였으며, HX 농도는 사후 48시간 이후 증가하여 숙성 7일에 유의적으로 가장 높은 수치를 보인다고 하였다. 그러나 저장 기간이 1~2개월까지 길어지면, IMP 함량이 없어지기 때문에, 고기 맛을 낮추는데 영향을 미친다고 보고되었다(Yano 등 1995). 한편 Jung SG(2010)는 한우 등심육 내 핵산 화합물 종류에 따른 함량은 근내지방도에 따른 유의한 차이가 없었고, ATP의 함량은 핵산 화합물 중에서 0.65~0.92 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮았다고 보고하였던 바, 본 시험에서도 핵산 화합물 중에서 0.09~0.01 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 작은 비율을 나타내어 유사한 결과를 보였다.

5. 한우육의 관능평가

Table 6은 거세 한우육에 대한 관능평가 결과를 나타낸 것이다. 거세 한우에게 거정석을 첨가 급여하였을 때, 관능평가 항목인 연도, 다즙성, 감칠맛 및 종합 기호도에서 대조구 대비 처리구에서 유의하게 높았으며($p<0.05$), 처리구 간의 종합평가 비교에서도 시험2구(3.9점)가 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 시험3구(3.7점)와 시험1구(3.4점)였으며, 그리고 대조구(2.70점)가 가장 낮게 나타나($p<0.05$), 거정석 첨가구가 대조구보다 더 높은 관능평가를 얻었다. Kim 등(2015)은 거세 한우에게 점토광물질인 맥섬석 첨가급여시 육의 관능평가 결과, 다즙성, 연도, 향미가 6점 만점 기준으로 무첨가 대조군은 4.75, 4.40, 4.13점였으나, 맥섬석 0.5% 첨가구는 각 5.13, 4.56, 4.75 점으로 크게 향상되었다는 보고와, 본 연구 결과는 거의 일치하였다.

요약 및 결론

거세 한우에게 거정석 첨가급여가 육질 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 거세 한우 64두를 임의배치(4처리×4두×3반복)하여 사양시험 후 육질분석한 결과는 아래와 같다.

한우육의 지방산 조성에서 oleic acid는 대조구(42.50%)보다 시험2구(45.40%)와 시험3구(44.20%)가 유의적으로 높았다

($p<0.05$). 또한 UFA, MUFA 및 PUFA는 처리구가 대조구보다 상대적으로 높았으며($p<0.05$), 그 중에서도 시험2구가 가장 높았다($p<0.05$). 그리고 지방의 융점은 시험2구(29°C)가 대조구(31.9°C)보다 크게 낮았다($p<0.05$). 한우육의 총 필수아미노산과 총 아미노산 함량 및 핵산화합물인 IMP 함량은 대조구에 비하여 처리구가 유의하게 높게 나타났으며($p<0.05$). 또한, 육의 종합 관능평가에서는 대조구 대비 처리구가 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$). 이상의 결과를 종합해보면, 거세 한우에게 거정석 첨가급여는 한우육의 품질 개선과 고기 맛에 유리하게 영향을 미치는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 경북도 문경시 문경약돌한우 개발과제 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1980. Official Methods at Analysis of the Association 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. D.C, U.S.A, pp. 125-139
- Boldyrev AA, Aldini G, Derave W. 2013. Physiology and pathophysiology of carnosine. *Physiol Rev* 93:1803-1845
- Brown CE. 1981. Interaction among carnosine, anserine, opihidine and copper in biochemical adaptation. *Journal of Theoretical Biology* 88:245-256
- Budzen S, Rymaszewska J. 2013. The biological role of carnosine and its possible applications in medicine. *Adv Clin Exp Med* 22:739-744
- Cameron, ND, Enser MB. 1991. Fatty acid composition of lipid muscle longissimus dorsi muscle of Duroc and British, Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat*

Table 6. Sensory evaluation for *M. Longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Items	Con ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	p-value
Tenderness ⁵⁾	2.40±0.20 ^a	3.10±0.20 ^b	4.10±0.30 ^c	3.70±0.20 ^{bc}	0.0167
Juciness ⁶⁾	2.80±0.30 ^a	3.40±0.30 ^{ab}	4.20±0.30 ^c	3.60±0.20 ^{bc}	0.0351
Umami ⁷⁾	3.00±0.30 ^a	3.30±0.20 ^{ab}	3.90±0.30 ^b	3.70±0.20 ^{ab}	0.0423
Overall palatability ⁸⁾	2.70±0.20 ^a	3.40±0.20 ^b	3.90±0.30 ^b	3.70±0.20 ^b	0.0224

Means±S.D.

^{a-c} Means with the different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple rang test ($p<0.05$).

¹⁻⁴⁾ Treatments refer to Table 2.

⁵⁾ 1=extremely tough; 5=extremely tender, ⁶⁾ 1=extremely dry; 5=extremely juicy. ⁷⁾ 1=extremely absent; 5=extremely present.

⁸⁾ 1=extremely bad; 5=extremely good.

Sci 29:295-307

- Chuk-San Newspaper. 2017a. The law prohibiting request that increased the sales of imported beef. Available from <http://www.chuksannews.co.kr> [cited 3 March 2017]
- Chuk-San Newspaper. 2017b. Press for a revision on the law prohibiting request before the Korean thanksgiving days. Available from <http://www.chuksannews.co.kr> [cited 10 August 2017]
- Feidt C, Petit A, Bruas-Reignier F, Brun Bellut J. 1996. Release of free amino acids during ageing in bovine meat. *Meat Sci* 44:19-25
- Flaring UB, Rooyackers OE, Wernerman J, Hammarqvist F. 2003. Glutamine attenuates post-traumatic glytathione depletion in human muscle. *Clin Sci (Lond)* 104:275-282
- Folch JM, Lee M, Sloan, Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-509
- Ha JK, Lee SS, Moon YS, Kim CH. 2005. Ruminant Nutrition and Physiology. Seoul National University Press. pp. 478-524
- Harms RH, Damron BL. 1973. The influence of various dietary fillers on the utilization of energy by poultry. *Poultry Sci* 52:2034-2037
- Hsieh C, Ho Y, Lai H, Yen G. 2002. Inhibitory effect of carnosine and anserine on DNA oxidative damage induced by Fe^{2+} , Cu^{2+} and H_2O_2 in lymphocytes. *J Food Drug Anal* 10:47-54
- Hwang GA. 2013. Effects of citron probiotics on growth performance and meat quality in Hanwoo steers. Master's Thesis, Graduate School of Suncheon National University. Suncheon. Korea
- Jang YS. 2010. Studies on the physicochemical characteristics of prerigor Hanwoo (Korean native cattle) beef. Master's Thesis, Konkuk University. Seoul. Korea
- Jung SG. 2010. Studies on relationship of fatty acids, free amino acids and nucleotide-related compounds with beef flavor. Master's Thesis, Graduate School of Yeungnam University. Daegu. Korea
- Kim CJ, Lee SH, Ko WS, Lee US, Lee CH, Choi BK. 1995. Effect of cooking method and condition on protein content, free amino acids and nucleotide related compounds changes in heat induced broth of pork meat II. Effect of water, pH, salt and sucrose on free amino acids and nucleotide related compounds changes in eat induced broth of chilled pork meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 15:122-126
- Kim BK, Y JK, Ha JJ, Jung DJ, Oh DY, Kim TH, Hwang EG. 2015. Effects of feeding supplementation with Macsumsuk powders and herb powders as a feeding supplement on the fattening performance and serum profile of fattening Hanwoo steers. *Journal of Agriculture & Life Science* 49:155-171
- Kim SL, Jung KK, Kim DY, Kim JY, Choi CB. 2011. Effects of supplementation of rice bran and roasted soybean in the diet on physico chemical and sensory characteristics of M. longissimus dorsi of Hanwoo steers. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31:451-459
- 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. and Laurent SM. 1990. Broiler performance as influenced by sodium zeolite-A. *Poult Sci* 69(Suppl.1):174
- Koga K, Furunaga T, Kawagoe S. 1987. Free amino acids, carnosine and inosinic acid contents in the beef loin and beef round. *Mem Fac Agric Kagoshima Univ* 23:121-129
- Koutsidis G, Elmore JS, Oruna-Concha, MI, Campo MM, Wood JD, Mottram DS. 2008. Water-soluble precursors of beef flavour: part II. Effect of post-mortem conditioning. *Meat Sci* 79:270-277
- Lee KH. 2009. Comparative study on Hanwoo beef and imported beed through the analysis of quality attributes and the survey of consumer's purchasing preference. Ph.D. Thesis, Hoseo University. Asan. Korea
- Lee JY. 1965. Identification of amino acid composition of protein in dulse. *J Korean Agric Chem Biotech* 6:119-121
- Lepage G, Roy CC. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *J Lipid Res* 27:114-120
- Melton SL, Amiri M, Davis GW, Backus WR. 1982. Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass, forage, grain and grain finished steers. *J Anim Sci* 55:77-87
- Moon YH, Kang SJ, Hyon JS, Kang HG, Jun IC. 2001. Comparison of the palatability related with characteristics of beef carcass grade B2 and D. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:1152-1157
- Mottram DS, Whitfield FB. 1995. Volatile compounds from the reaction of cysteine, ribose, and phospholipid in lo-moisture systemes. *J Agr Food Chem* 43:984-988
- 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
- Nakatani Y, Fujita T, Sawa S, Otani T, Hori Y, Takagahara I.

1986. Changes in ATP-related compounds of beef and rabbit muscles and a new index of freshness of muscle. *Agr Biol Chem* 50:1751-1756
- Nishimura T. 1973. Properties and utilization of zeolote. *J Clay Sci Japan* 13:23
- Oh DY, Lee YS, La BM, Yeo JS. 2012. Identification of the SNP (Single Nucleotide Polymorphism) for fatty acid composition associated with beef flavor-related FABP4 (Fatty acid binding protein 4) in Korean cattle. *Asian-Aust J Anim Sci* 25:913-920
- Perera-Lima CI, Ordonez JA, Gardia de-fernando. GD, Camebero MI. 2000. Influence of heat treatment on carnosine, anserine and free amino acid composition of beef broth and its role in flavour development. *Eur Food Res Technol* 21:165-172
- Shin HK, Lee YW, Oh UK, Choi DY. 1994. Effects of electrical stimulation and storage temperature on ATP-related compounds of Korean native cattle *M. semitendinosus* muscles. *Korean J Food Sci Technol* 26:343-347
- 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
- Sturdivant CA, Lunt DK, Smith GC, Smith, SB. 1992. Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci* 32:449-458
- Sukhotnik I, Khateeb K, Mogilner JZ, Helou H, Lurie M, Coran AG, Shiloni E. 2007. Dietary glutamine supplementation prevents mucosal injury and modulates intestinal epithelial restitution following ischemia-reperfusion injury in the rat. *Dig Dis Sci* 52:1497-1504
- Tai C, Ho C. 1997. Influence of cysteine oxidation on thermal formation of Maillard aromas. *J Agr Food Chem* 45:3596-3589
- Yamaguchi S, Ninomiya K. 2000. Umami and food palatability. *J Nutr* 130:921S-926S
- Yano Y, Katahoa N, Watanabea M, Nakamura T, Asano Y. 1995. Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem* 52:439-445
- Wu HC, Shiao CY, Chen HM, Chiou TK. 2003. Antioxidant activities of carnosine, anserine, some free amino acids and their combination. *J of Food and Drug Anal* 11:148-153

Received 05 July, 2017

Revised 22 September, 2017

Accepted 28 September, 2017