Korean J. Food Sci. Ani. Resour.
Vol. 31, No. 3, pp. 451~459(2011)

ARTICLE

사료 내 생 미강과 볶은 대두의 첨가가 거세한우 등심의 이화학적 특성과 관능적 특성에 미치는 영향

김성일* · 정근기[1] · 김덕영[2] · 김진열[3] · 최창본
영남대학교 동물생명과학과, [1]목산한우연구소, [2]천하제일 사료, [3]군위축협

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

Sung-Il Kim*, Keun-Ki Jung[1], Duck-Young Kim[2], Jin-Yeoul Kim[3], and Chang-Bon Choi
Department of Animal Biotechnology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea
[1]Moksan Hanwoo Research Institute, Gyeongsan 712-821, Korea
[2]Chunhajeil Feed Company, Daejeon 306-801, Korea
[3]Gunwi Livestock Cooperative Federation, Gunwi 716-804, Korea

Abstract

We investigated melting points and sensory characteristics by adding rice bran and roasted soybean to the finishing diet of Hanwoo steers. Thirty-six Hanwoo steers (average age, 20.92 mon-old; average weight, 599.89 kg) were assigned to either Control, Treatment 1 (rice bran) or Treatment 2 (roasted soybean) groups (12 steers/group), considering body weight and age. Supplementation levels of rice bran and roasted soybean were determined to meet total 5% crude fat in the concentrates, and the experimental animals were fed for 314 d until they reached 31.2 mon old. No significant differences were found in the moisture and crude fat content among groups. Melting points of lipid extracted from *M. longissimus dorsi*, subcutaneous fat, and perirenal fats were 25.83-26.17, 17.26-18.53 and 32.40-33.15°C, respectively, resulting in remarkable differences depending on fat depots. Contents of free amino acids in *M. longissimus dorsi* related to sweet taste were 39.48 mg/100 g for Treatment 1, which was significantly (p<0.05) higher than those for Control (32.24 mg/100 g), whereas those related to bitter taste were 25.93 mg/100 g for Treatment 2, which was the lowest (p<0.05) among the groups. Fatty acid composition, such as $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$, and $C_{18:1}$, in *M. longissimus dorsi* was not different among the groups. Results of a panel test on *M. longissimus dorsi* showed that Treatment 1 scored the highest (p<0.05) in juiciness, and both Treatments 1 and 2 scored higher (p< 0.05) in overall palatability than the Control group. $C_{18:1}$ showed a positive (+) relationship with tenderness (r = 0.650; p<0.05), and $C_{18:0}$ with flavor (0.698; p<0.05). The results suggest that rice bran and roasted soybean are beneficial for improving *M. longissimus dorsi* sensory characteristics, whereas no significant differences were found in the physico-chemical characteristics among the groups.

Key words: Hanwoo, sensory characteristics, rice bran, roasted soybean

서 론

쇠고기 시장이 개방된 지 20여 년이 지난 최근 한우 쇠고기 구매형태는 소비자의 의식 수준 향상과 수입개방 등 국내외 환경요인의 변화로 인해 단순한 육질등급 구매에서 탈피하여 '맛'과 '기능성'을 중요시하는 경향으로 변화하고 있으며 향후에는 건강에 유익한 쇠고기의 소비가 더욱 증가할 것으로 예상된다. 쇠고기에 대한 소비자의 만족도는 개개인의 기호도와 문화적 차이에 따라 다르기 때문에(Lorenzen *et al.,* 1999), 소비자의 기호도와 구매 기준에 부합하는 한우 쇠고기의 생산이 시급한 상황이다. 미국과 일본의 쇠고기에 대한 연구 동향을 고찰해 보면 사료 원료를 이용한 '맛'과 '기능성'을 강조하는 추세를 보이고 있다. 이러한 쇠고기 소비시장의 변화에 신속히 대

*Corresponding author: Sung Il Kim, Department of Animal Biotechnology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea. Tel: 82-54-383-3340, Fax: 82-54-383-0965, E-mail: ksi-30@hanmail.net

응하기 위해서는 사료 원료를 이용한 한우 쇠고기 품질 향상이 절실히 요구되고 있다. 특히 사료 원재료 중 미강은 현미를 백미로 도정하는 과정에서 분리되는 미곡 부산물로서 섬유질 함유량이 높고 단백질, 지방 및 각종 비타민을 풍부하게 함유하고 있다(Ishitani, 1980). 미강의 아미노산 조성은 glutamic acid, aspartic acid, arginine 및 leucine 순으로 높고, 지방산 조성은 불포화지방산인 oleic acid(40.2%), linoleic acid(35.9%)가 다량 함유되어 있다(INRA, 2004). 또한 전 세계적으로 가축의 사료 원료로 이용되는 대두는 단백질과 지방 함량이 매우 높은 것으로 알려져 있다(Whang, 1990). 대두의 아미노산 조성은 leucine (27.7%), arginine(26.3%) 및 lysine(23.4%) 순으로 높고 불포화지방산 중 oleic acid와 linoleic acid가 각각 20%와 50% 정도이다(INRA, 2004). 이에 본 연구는 아미노산 조성이 우수하고 불포화지방산(UFA) 함량이 높은 미강과 볶은 대두를 사료 내 첨가하여 거세 한우 등심의 이화학적 특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

시험동물은 경북 군위지역 번식우 농가로부터 구입하여 군위축협 생축사업장에서 사육하던 평균 20.92±8.7개월령(평균체중 599.89±11.87 kg)의 한우 거세우 36두를 공 시하였으며, 처리구는 대조구, 시험 1구(미강 첨가구) 및 시험 2구(볶은 대두 첨가구)로 나누고, 각각의 처리구를 다시 두 우리씩 총 여섯 우리로 하여, 한 우리에 6두씩 체중 및 월령을 고려하여 배치하였다.

시험기간 및 장소

본 시험기간은 2007년 12월 21일부터 2008년 10월 29일(20.9-31.2개월 령)까지 군위축산업협동조합 생축사업장에서 314일간 비육시험을 실시하였다.

시험사료

시험사료 중 농후사료는 비육후기용 일반시판용 사료를 급여하였고, 조사료는 일반 볏짚을 급여하였다.

첨가원료

첨가원료인 미강은 경상북도 의성군 소재 미곡 처리장에서 15일 정도분의 첨가량을 구입하여 군위축산업협동조합 생축사업장 저장창고(7°C)에서 보관하여 첨가하였고, 대두는 의성 소재 대두 재배농가에서 10일 정도분의 첨가량을 구입하여 일정량을 군위 소재 곡물 가공장에서 3-5분간 200°C에서 볶아서 급여하였다. 첨가원료의 급여수준은 시험사료에 조지방 함량 기준(건물 기준)을 5%로 설정하고, 조지방 함량 부족분을 각각의 첨가원료(미강, 볶은 대두)로부터 보충되도록 계산하여 각 원료의 급여량을 결정하였다. 첨가원료의 급여방법은 오전과 오후 사료급여 시 급여하였다. 첨가원료의 일반 조성분은 Table 1에 제시하였고, 유리 아미노산과 지방산 조성은 Table 2와 3에 나타낸 바와 같다. 농후사료에 미강과 볶은 대두를 첨가한 시험사료의 일반 조성분은 Table 4에 제시하였다.

등심의 이화학적 특성

이화학적 특성 분석에 사용된 36두의 시험우는 24시간 절식시킨 후 경기도 안성 축산물 공판장으로 운반하여 12시간 계류시킨 후 도축하였다. 도체등급 판정 후 제 12번과 13번 늑골 부위의 등심을 일정량 채취한 다음, 냉장상태(0-5°C)를 유지시켜 실험실로 운반하였다. 등심의 육색

Table 1. Chemical composition of rice bran and roasted soybean used in the experiment (Unit: %, as fed)

Composition	Rice bran	Roasted Soybean
Moisture	12.01±2.21[1)]	5.02±0.11
Crude protein	14.51±1.05	39.58±0.76
Crude fat	17.58±1.35	15.54±0.98
Crude fiber	8.05±1.01	5.45±0.08
Crude ash	8.62±0.80	5.18±0.02
NFE[2)]	39.90±1.35	29.23±0.85
Ca	0.08±0.01	0.30±0.02
P	2.01±0.02	0.71±0.01
TDN[3)]	77.66	96.43

[1)]Mean±SD.
[2)]Nitrogen-free extrat
[3)]Calculated total digestible nutrient.

Table 2. Composition of free amino acids of rice bran and roasted soybean used in the experiment

(Unit: mg/100 g)

Free amino acid	Rice bran	Roasted Soybean
Phosphoserine		6.63
Taurine	147.15	100.68
Threonine	11.10	
Aspartic acid		20.17
Serine	20.53	
Glutamic acid	38.55	27.56
Glycine	5.53	3.75
Alanine	39.31	19.23
Valine	9.12	8.60
Isoleucine	1.16	2.56
Leucine	1.43	2.76
Tyrosine	5.10	5.55
Phenylalanine	1.21	6.86
Ornithine	1.77	3.08
Lysine	5.92	21.86
Histidine	13.34	4.29
Arginine	29.59	42.62
Methionine	1.43	1.72
Total	332.20	278.15

Table 3. Composition of fatty acids of rice bran and roasted soybean used in the experiment (Unit: %)

Fatty acid	Rice bran	Roasted Soybean
$C_{14:0}$	1.07±0.15[1)]	0.24±0.01
$C_{14:1}$	0.26±0.05	0.02±0.01
$C_{16:0}$	14.2±10.11	9.58±0.53
$C_{16:1}$	1.04±0.06	0.31±0.06
$C_{18:0}$	3.75±0.01	2.70±0.19
$C_{18:1n9}$	40.75±0.02	32.82±3.10
$C_{18:2n6}$	35.51±0.15	38.84±2.41
$C_{18:3n3}$	2.02±0.05	14.70±0.11
$C_{20:0}$	1.24±0.34	0.70±0.11
$C_{20:3n3}$	0.07±0.02	0.03±0.01
$C_{20:4n6}$	0.08±0.03	0.06±0.01
SFA[2)]	20.27±0.08	13.22±0.63
UFA[3)]	79.73±0.08	86.78±0.63
MUFA[4)]	42.05±0.04	33.16±3.14
PUFA[5)]	37.68±0.11	53.62±2.51
M/S[6)]	2.07±0.01	2.52±0.36
U/S[7)]	3.93±0.02	6.57±0.36

[1)]Mean±SD
[2)]Saturated fatty acids
[3)]Unsaturated fatty acids
[4)]Monounsaturated fatty acids
[5)]Polyunsaturated fatty acids
[6)]Monounsaturated fatty acids/Saturated fatty acids
[7)]Unsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

Table 4. Chemical composition of concentrates supplemented with rice bran or roasted soybean used in the experiment (Unit: %, as fed)

Composition	Concentrate		
	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]
Moisture	13.70±0.38[3)]	12.77±1.67	12.23±1.10
Crude protein	14.36±0.17	14.48±1.98	17.32±0.96
Crude fat	2.30±0.07	5.04±0.05	5.08±0.03
Crude fiber	10.68±0.61	10.10±1.01	9.89±1.08
Crude ash	6.74±0.24	6.92±1.21	6.32±1.22
NFE[4)]	52.23±1.02	50.73±1.98	49.24±1.93
Ca	1.32±0.04	1.02±0.01	1.08±0.02
P	0.68±0.05	0.69±0.025	0.64±0.03
TDN[5)]	72.00	72.98	74.55

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted soybean group
[3)]Mean±SD
[4)]Nitrogen-free extract
[5)]Total digestible nutrient

과 가열감량은 즉시 분석하였고 등심의 콜레스테롤, 융점 및 지방산 분석을 위한 시료는 등심 주위의 지방을 제거한 후, Hanil Mini Cooking Cutter(HMC-150T, 한일전기주식회사, Korea)로 분쇄한 다음, 분석시까지 -80°C에서 냉동 보관하였다. 도체등심의 일반성분은 AOAC(1990) 분석방법에 따라 분석하였고, 육색은 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 측정하였다.

가열 감량

가열 감량은 등심 샘플을 약 25 g(두께 0.5 mm) 필름에 밀봉한 다음, water bath 내에서 중심부 온도가 70°C에 도달한 다음, 30분간 가열하였다. 실온에서 1시간 냉각시킨 다음, 수분 손실량을 측정하여 가열감량을 계산하였다.

드립 감량

분쇄하지 않은 등심 부위의 시료를 두께 1 cm×가로 5 cm ×세로 5 cm로 정형한 다음, 무게를 측정하고, polyethylene bag에 넣어 4°C 저온실에서 10일 동안 현수하는 동안에 발생한 육즙 감량을 백분율(%)로 산출하였다.

지방 융점 측정

신장, 피하 및 등심에서 추출한 지방을 융점 측정용 capillary tube(Tubes, capillary, 100 mm, open)에 1 cm씩 담고, 냉동실(-20°C)에 24시간 넣어두었다가, hot stirrer에서 2분에 1°C씩 온도를 상승시켜 융점을 측정하였다.

등심의 유리 아미노산 조성

도체등심의 유리 아미노산 분석은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 도체등급 판정 후 제 12번과 13번 늑골 부위의 등심을 일정량 채취하여 등심 주위의 지방을 제거한 후, Hanil Mini Cooking Cutter(HMC-150T, 한일전기주식회사, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 시료 1 g을 원심분리 튜브에 취한 다음 0.01 M HCl을 1 mL 첨가 한 후 10,000 rpm에서 20초간 균질화하였다. 상층액을 거즈로 걸러낸 뒤 시료 300 μL에 내부 표준물질 25 mM α-aminobutyric acid(Sigma-Aldrich Co., USA)을 첨가하고 여기에 acetonitrile 690 μL를 넣고 30분 동안 정치시킨 다음 4,500 rpm에서 20분간 원심분리한 후, 상층액을 0.45 μM filter로 여과하여 diode array detector가 장착된 HPLC (Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)에 주입하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA(4.6 mm×150 mm thickness 5 μM)를 사용하였으며, 이동상 A는 40 mM Na_2HP_4(pH 7.8), B는 acetonitrile:MeOH:distilled water = 45:45:10(v/v/v)을 제조하여 사용하였다. 외부표준물질으로 Agilent Technologies(USA)사에서 생산되는 amino acid standard (0.25 nM/μL)와 glutamine(Sigma-Aldrich Co., USA)를 사용하였고, OPA(ortho-phthalaldehyde) reagent, FMOC(fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent(Agilent Technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

등심의 지방산 조성

등심지방의 지방산 조성 분석을 위한 지방 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 지방을 추출한 다음, Lepage와 Roy

(1986)의 방법에 따라 지방산을 methylation시킨 후 gas chromatography로 분석하였다. -80°C에 분쇄된 시료 2-3 g을 취하여 상온에서 녹인 후, glass tube에 담고, chloroform: methanol(2:1)을 5 mL 넣고, homogenizer(Polytron PT-MR-2100, Switzerland)를 이용하여 11,000 rpm에서 2-3분 동안 분쇄하였다. 30분 경과 후, aspirator(Tokyo Rikaikai Co., Ltd., Japan)를 이용하여 여과한 다음, 0.74% KCl 8 mL를 넣고 cold chamber에 2시간 정도 두었다. 상층액을 제거하고 하층액을 scintiilation vial에 옮겨 70°C water bath에서 질소를 이용하여 2시간 용매를 휘발시켰다. 추출된 지방 100 μL를 glass tube에 담고 methanol:benzene(4:1) 혼합용액 2 mL 및 acetyl chloride 200 μL를 넣고 heating block(100°C)에서 40분 동안 가열하였다. Glass tube에 isooctane 1 mL 및 6% potassium carbonate를 8 mL 넣고, 1,500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 취하여 gas chromatography(Clarus 500, Perkin Elmer, USA)로 분석하였다.

관능평가

평가요원은 한국과 일본 평가요원 각각 4명씩 8명으로 구성하였다. 관능평가에 사용 된 시료는 동일한 근내지방도(BMS No. 9)로 등급 판정을 받은 도체에 처리구별 각각 3두의 개체를 선발하여 제 12번째와 제 13번째 늑골 사이의 등심에서 각각 300 g을 채취하여 안성마춤 육가공장 냉장실(0-2°C)에서 14일 동안 숙성시켰다.

평가항목은 연도, 다즙성, 풍미, 이상 취, Umami 및 종합평가의 여섯 항목으로 하였고, 평가 방법은 각 항목별로 1점에서 8점까지 세부 기준을 두어 scaling test를 하도록 하였다.

통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS(2002)의 GLM 분석 방법에 따라 분산 분석을 하고, 각 처리구별 유의성은 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 검정하였다.

상관관계 및 상관계수에 대한 유의성 검정은 Pearson 방법으로 계산하였다.

결과 및 고찰

도체의 이화학적 특성

도체등심의 이화학적 특성은 Table 5에 제시하였다. 처리구별 등심의 수분 함량은 대조구, 시험 1구 및 시험 2구가 각각 63.39, 62.70 및 61.88%로 나타났으며, 조단백질 및 조지방 함량은 처리구별 유의적인 차이가 없었다. 일반적으로 도체의 이화학적 특성은 조지방 함량, 근내지방도 및 육질등급이 높아질수록 조지방 함량은 증가하며, 수분 및 조단백질 함량은 감소하는 것으로 알려져 있으며 (Kelly *et al.,* 1968; Cameron *et al*., 1994; Lee *et al*., 2004), 이러한 결과는 본 시험결과와 유사한 경향을 보였다.

한편 CIE 값의 경우 밝기를 나타내는 L값은 시험 2구(38.36)가 대조구(36.08)와 시험 1구(36.56)에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났으며, 다른 CIE값인 a(적색도), b(황색도), chroma(채도) 및 hue(색상)는 처리구별 유의적인 차이가 없었다.

도체등심의 가열 감량은 처리구별 유의적인 차이를 보이지 않았고, 드립 감량의 경우는 시험 2구(2.48%), 시험 1구(2.81%) 및 대조구(3.30%) 순으로 낮아지는 경향을 나타내었으며, 특히 시험 2구는 대조구에 비하여 24.8% 감소하였다. 이와 같은 본 시험의 결과는 조지방 함량이 높

Table 5. Physicochemical characteristics of carcass of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets

Items	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]	P-Value[3)]
No. of heads	12	12	12	
Moisture, %	63.39±4.10[4)]	62.70±2.65	61.88±2.79	0.5253
Crude protein, %	19.80±1.66	19.60±0.73	19.01±1.17	0.2821
Crude fat, %	15.01±5.37	16.25±3.32	17.33±3.91	0.0746
CIE value[5)]				
L[5)]	36.08±3.52[a]	36.56±1.75[a]	38.36±2.21[b]	0.0119
a[5)]	21.67±2.11	21.86±2.71	21.50±2.03	0.8122
b[5)]	9.22±1.14	9.16±1.57	9.29±1.26	0.9221
Chroma	23.55±2.35	23.70±3.10	23.42±2.35	0.9065
Hue	22.93±1.18	22.51±1.15	23.20±1.07	0.0715
Cooking loss, %	25.86±2.34	24.57±2.31	23.10±2.21	0.8971
Drip loss, %	3.30±0.76	2.81±0.65	2.48±0.84	0.2379

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted soybean group
[3)]Probability of the F test
[4)]Mean±SD
[5)]L = lightness, a = redness, b= yellowness
[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly (p<0.05) different.

을수록 가열 감량 및 드립 감량이 감소한다는 Breidenstein 등(1968)과 Han 등(1996)의 보고와 유사한 경향을 보였으며, 이는 열에 의해 지방이 용해되면서 수분 손실을 억제하기 때문이다(Lee, 2008).

융점

처리구별 신장, 피하 및 등심지방의 융점은 Table 6에 제시하였다.

체지방 부위에 따른 처리구별 융점은 뚜렷한 차이가 없었으나, 체지방 부위별 융점은 등심지방(25.83-26.17), 피하지방(17.26-18.53) 및 신장지방(32.40-33.15°C)이 서로 다른 범위를 나타내었다. 피하지방의 융점은 다른 체지방 부위 융점보다 낮게 나타났으며, 이는 반추위 내 지방산은 미생물들의 수소첨가 작용에 의해서 쉽게 변화되지만 (Dhiman *et al.*, 2005) 피하지방의 지방산은 품종, 연령 및 급여되는 사료에 더 많은 영향을 받기 때문에 볶은 대두의 풍부한 불포화지방산이 피하지방의 융점에 영향을 미친 것으로 판단된다.

한편 Perry 등(1998)은 Brahman 계통 거세우의 피하지방 융점은 37.3°C이었으며, bos taurus 계통 거세우의 피하지방 융점은 39°C 이상으로 보고하였고 Smith 등(1998)은 호주에서 사육된 다른 비육우의 품종은 $C_{18:0}$(stearic acid)의 비율이 25% 정도이며, 평균 융점은 45.1°C 이상으로 보고하였다. 또한 Mitsuhashi 등(1988)도 흑모화우의 체지방 부위별 융점을 조사한 결과 신장지방은 37.0°C, 피하지방과 근간지방은 각각 21.2 및 26.4°C로 보고하였고 Hoashi 등(2007)도 흑모화우 등심 지방의 융점이 24.8-27.4°C라고 보고하였다. 이와 같이 본 시험의 결과에서 나타난 거세한우의 체지방 부위별 융점은 Brahman 및 bos taurus 계통의 거세우보다는 낮았고, 일본의 흑모화우와는 유사한 융점을 나타내었다.

처리구별 등심의 유리 아미노산 조성

처리구별 등심의 유리 아미노산 조성은 Table 7에 제시하였다.

Table 6. Melting points of lipid extracted from various fat depots of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets (Unit: °C)

Fat depots	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]	P-Value[3)]
No. of heads	12	12	12	
Perirenal	32.97±1.76[4)]	33.15±1.13	32.40±1.46	0.9318
Subcutaneous	18.53±2.84	17.26±2.42	17.43±2.04	0.0936
M. longssimus dorsi	26.17±4.30	25.87±4.43	25.83±2.96	0.9888

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted soybean group
[3)]Probability of the F test
[4)]Mean±SD

맛과 관련된 특징적인 유리 아미노산 함량 중 Umami와 관련이 있는 glutamic acid 는 처리구별 유의적인 차이는 없었다. 단맛과 관련이 있는 alanine은 시험 1구(28.21 mg/100 g)가 시험 2구 (24.23 mg/100 g)와 대조구(21.43 mg/100 g)에 비하여 각각 16.4 및 31.6% 높게 나타났으며, 쓴맛과 관련이 있는 valine과 arginine는 대조구가 시험 1구와 시험 2구에 비하여 유의적으로(각각 $p<0.05$) 높게 나타났다. 함유 황 아미노산인 methionine의 경우는 대조구(0.38 mg/100 g)가 시험 1구(1.18 mg/100 g)와 시험 2구(0.96 mg/100 g)에 비하여 유의하게($p<0.05$) 낮게 나타났다.

처리구별 등심의 맛 관련 유리 아미노산의 조성은 Table 8에 제시한 바와 같다.

등심의 유리 아미노산은 그 종류에 따라 단맛(sweet), 신맛(sour), 쓴맛(bitter) 및 Umami 등 여러 가지 맛과 관련이 깊은 것으로 알려져 있다(Brand and Bryant, 1994). 맛 관련 유리 아미노산을 살펴보면, glycine, alanine, threonine, proline 및 serine은 단맛, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, histidine, arginine은 쓴맛, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 Umami로 분류하였다(小靖, 1969; Yoshikazu *et al.,* 2009). 단맛계의 유리 아미노산은 함량은 시험 1구(39.48 mg/100 g)가 대조구(32.24 mg/100 g)에 비하여 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났으며, 쓴맛의 유리 아미노산 함량은 시험 2구가 다른 처리구에

Table 7. Composition of free amino acids in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets (Unit: mg/100 g)

Free amino acid	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]
No. of heads	12	12	12
Threonine	2.67±1.02[3)]	2.72±0.91	3.04±1.14
Serine	2.90±1.14	2.60±1.13	2.08±0.40
Glycine	5.24±4.99	5.95±1.31	5.49±0.49
Alanine	21.43±6.12	28.21±8.82	24.23±3.16
Lysine	5.06±1.27	6.04±2.37	4.72±1.49
Valine	8.79±1.14[b]	4.01±1.17[a]	3.14±0.57[a]
Methionine	0.38±0.47[b]	1.18±0.61[a]	0.96±0.30[a]
Isoleucine	2.33±0.60[ab]	2.53±0.77[a]	1.96±0.38[b]
Leucine	4.03±1.14[b]	5.01±1.38[a]	3.80±0.56[b]
Phenylalanine	2.65±0.90[ab]	2.98±0.83[a]	2.28±0.39[b]
Histidine	2.00±0.73	2.39±0.75	2.04±0.41
Arginine	16.24±3.85[a]	12.19±8.92[b]	9.07±3.13[b]
Glutamic acid	24.26±15.31	27.62±11.03	26.09±6.97
Phosphoserine	5.33±1.04[a]	6.29±0.87[b]	5.09±0.34[a]
Tyrosine	2.46±0.79	2.91±0.84	2.43±0.35
Taurine	19.59±9.47[ab]	25.78±12.32[a]	17.76±3.49[b]
Ornithine	0.45±0.19	0.77±0.85	0.36±0.18
Total	125.81	142.18	112.54

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted soybean group
[3)]Mean±SD
[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly ($p<0.05$) different.

Table 8. Classification of free amino acids in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets based on senses of taste
(Unit: mg/100 g)

Items	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]
No. of heads	12	12	12
Sweet[3)]	32.24±5.48[b]	39.48±12.60[a]	34.84±5.51[ab]
Bitter[4)]	41.48±5.18[a]	39.33±8.42[a]	25.93±3.79[b]
Umami[5)]	24.26±15.31	27.62±11.03	26.09±6.97
Others[6)]	27.86±9.51[ab]	35.75±13.75[a]	25.64±3.64[b]
Total	125.84±29.74[ab]	142.18±22.44[a]	112.54±13.85[b]

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted Soybean group
[3)]Threonine, Serine, Glycine, Alanine
[4)]Valine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Arginine
[5)]Glutamic acid
[6)]The other free amino acids
[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly (p<0.05) different.

비하여 유의적(p<0.05)으로 낮게 나타났다.

이상과 같은 결과를 종합해 보면, 미강을 첨가한 시험 1구에서 단맛계의 유리 아미노산 함량이 증가하였으며, 볶은 대두를 첨가한 시험 2구에서는 쓴맛계의 유리 아미노산 함량이 감소하였다. 그러나 이러한 유리 아미노산들의 함량은 쇠고기 맛에 절대적인 영향을 미치는 것은 아니며, 쇠고기의 맛은 가열 조리 시 유리 아미노산, 당 및 지방산들의 상호작용에 의해서 생성되는 것으로 알려져 있다 (Macleod, 1994).

지방산 조성

등심지방의 지방산 조성은 Table 9에 제시하였다. 처리구별 등심지방의 지방산 조성은 포화지방산인 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$ 및 $C_{18:0}$은 유의적인 차이가 없었으며, 불포화지방산인 $C_{18:1}$과 $C_{18:2}$도 처리구별 뚜렷한 차이가 없었다. 그러나 다가불포화지방산(PUFA)인 $C_{20:3}$은 시험 2구가 다른 처리구에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났다. 일반적으로 체지방 부위 중 $C_{16:0}$과 $C_{18:0}$의 함량은 전체 포화지방산 조성에 큰 영향을 미치고 $C_{18:1}$의 함량은 전체 불포화지방산(UFA) 함량에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(May *et al*., 1993; Song *et al*., 2000). Felton과 Kerley(2004)는 72두의 거세우에게 사료 내 대두를 16% 급여하였을 때, 체지방 내 $C_{18:3}$과 다가포화지방산(PUFA)의 함량은 증가되었고, 포화지방산(SFA)은 감소되었다고 하였다. 특히 본 시험 결과에서 다가불포화지방산(PUFA)이 볶은 대두를 첨가한 시험 2구에서 가장 높게 나타난 이유는 지방산 중에서 긴 사슬과 이중 결합을 2개 이상 가진 지방산들은 반추위에서 제한적인 수소첨가 작용을 받는 것으로 알려져 있기 때문에(Dhiman *et al.,* 2005), 볶은 대두의 풍부한 다가불포화지방산(PUFA)은 반추위 내에서 제한적인 수소첨가 작용을 받은 것으로 판단된다. 또한 반추동물에게 종실류를 급여하는 경우, 종실 표면을 둘러싸고 있는 외피(pericarp)는 종실 지방을 보호하고 반추위 내 미생물들의 상호작용을 억제하여(Baldwin and Allison, 1983) 다가불포화지방산(PUFA) 흡수를 증가시키는 것으로 판단된다.

Table 9. Fatty acid composition of *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets
(Unit: %)

Fatty acid	Control	Treatment 1	Treatment 2
No. of heads	12	12	12
$C_{14:0}$	3.99±0.50[1)]	3.23±0.50	3.06±0.25
$C_{14:1}$	0.31±0.12	0.28±0.08	0.23±0.06
$C_{15:0}$	1.38±0.57	1.27±0.30	1.40±0.25
$C_{15:1}$	0.11±0.01[a]	0.10±0.02[ab]	0.09±0.01[b]
$C_{16:0}$	24.91±1.00	25.18±2.00	24.55±1.19
$C_{16:1}$	5.70±1.12	5.97±0.54	5.99±0.84
$C_{17:0}$	0.15±0.05	0.15±0.03	0.14±0.03
$C_{17:1}$	0.44±0.09	0.40±0.17	0.44±0.05
$C_{18:0}$	9.00±1.46	9.36±1.05	8.91±0.87
$C_{18:1n9}$	49.28±3.88	49.73±2.86	50.39±1.52
$C_{18:2n6}$	0.19±0.03	0.18±0.04	0.19±0.02
$C_{18:3n3}$	2.00±0.64	2.07±0.29	2.44±0.36
$C_{20:0}$	0.44±0.07	0.41±0.14	0.42±0.08
$C_{20:3n3}$	0.08±0.03[b]	0.07±0.03[b]	0.11±0.03[a]
$C_{20:4n6}$	0.14±0.03	0.11±0.05	0.11±0.04
SFA[2)]	39.87±1.71	39.60±2.70	38.47±1.33
MUFA[3)]	55.84±3.88	56.48±2.67	58.46±1.56
PUFA[4)]	2.41±0.64	2.43±0.35	3.07±0.41
UFA[5)]	58.25±1.65	60.40±2.73	61.53±1.45
M/S[6)]	1.40±0.13	1.47±0.17	1.52±0.09
U/S[7)]	1.46±0.11	1.53±0.17	1.60±0.09

[1)]Mean±SD
[2)]Saturated fatty acid
[3)]Monounsaturated fatty acid
[4)] Polyunsaturated fatty acid
[5)]Unsaturated fatty acid
[6)]Monounsaturated fatty acid/Saturated fatty acid
[7)]Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid
[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly (p<0.05) different.

관능평가

처리구별 도체등심에 대한 관능평가 결과는 Table 10에 나타낸 바와 같다. 쇠고기를 치아로 저작하면서 부드러움의 정도를 느끼는 연도(tenderness)와 쇠고기 특유의 맛을 나타내는 풍미 flavor)는 처리구별 유의적인 차이는 없었지만, 미강과 볶은 대두의 첨가구는 대조구에 비하여 좋은 점수를 나타내었다. 쇠고기를 섭취하면서 구강 내 촉촉한 느낌을 나타내는 다즙성 (juiciness)은 시험 1구와 시험 2구가 대조구에 비하여 유의하게(p<0.05) 높았다. 쇠고기 가열조리 후 불쾌한 냄새를 나타내는 이상 취(off-flavor)

Table 10. Results of panel test for *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers fed rice bran or roasted soybean supplemented diets

Items	Control	Treatment 1[1)]	Treatment 2[2)]	P-Value[3)]
Tenderness[5)]	4.78±1.17[4)]	5.27±0.98	5.04±1.22	0.0861
Juiciness[6)]	4.54±1.22[a]	5.38±1.10[b]	5.29±1.30[b]	0.0367
Flavor[7)]	4.50±1.18	5.13±1.03	5.08±1.25	0.0987
Off-flavor[8)]	5.33±1.17	5.67±1.17	5.63±0.88	0.5098
Umami[9)]	4.57±1.27	5.04±1.07	5.00±1.31	0.3813
Overall palatability[10)]	4.67±1.27[b]	5.29±1.08[a]	5.04±1.20[a]	0.0370

[1)]Rice bran group
[2)]Roasted soybean group
[3)]Probability of the F test
[4)]Mean±SD
[5)]1 (extremely hard) - 8 (extremely soft)
[6)]1 (extremely dry) - 8 (extremely wet)
[7)]1 (extremely absent) - 8 (extremely present)
[8)]1 (extremely abundant) - 8 (extremely rare)
[9)]1 (extremely absent) - 8 (extremely present)
[10)]1 (extremely bad) - 8 (extremely good)
[a,b]Means in the same row with different superscripts are significantly (p<0.05) different.

의 경우 처리구별 뚜렷한 차이가 없었으며, 최근 감칠맛으로 알려진 Umami는 시험 1구, 시험 2구 및 대조구가 각각 5.04, 5.00 및 4.57점으로 나타났다. 관능평가 항목들을 종합적으로 평가한 쇠고기의 종합기호도(overall palatability)에서는 시험 1구와 시험 2구가 대조구에 비하여 유의적으로(p<0.05) 높은 점수를 나타내었다. 일반적으로 다즙성의 척도인 육즙은 수분뿐 아니라 지방산, 유리 아미노산, 미네랄 등이 함께 함유되어 있기 때문에 쇠고기의 연도에 영향을 미치며, 연도가 좋아질수록 풍미가 증가하는 것으로 알려져 있다(May *et al.,* 1992; Bouton *et al.,* 1973). 또한 쇠고기의 연도는 근내지방과 다즙성에 큰 영향을 받지만(May *et al.*, 1992; Tatum *et al.,* 1980) 본 연구의 관능평가에서 사용된 등심시료는 객관적인 평가결과를 도출하기 위하여 처리구별 동일한 근내지방도(BMS No. 9)를 사용하였기 때문에 연도의 경우 다즙성에 더 많은 영향을 받은 것으로 판단된다. 일반적으로 식육을 포함한 모든 식품의 두 가지 주요 감각은 혀에서 느껴지는 맛(taste)과 코에서 느끼는 향(odor)으로 구분된다(Adegoke and Falade, 2005). 입안의 감각기관은 단맛(sweet), 짠맛(salt), 신맛(sour) 및 쓴맛(bitter)의 중요한 맛을 식별하고 코의 감각기관에서는 수천 가지 휘발성 물질들에 의해서 향(odor)을 식별할 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Farmer and Mottram, 1994). 즉 맛(taste)의 형성에는 유리아미노산 함량이 영향을 미치며, 향의 형성(odor)에는 지방산이 일정부분 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Farmer and Mottram, 1994; Yano *et al.,* 1995; Batzer *et al.,* 1960). 이와 같은 결과를 종합해 보면 각각의 관능평가 항목들의 결과가 시험 1구와 시험 2구의 종합기여도에 영향을 미친 것으로 판단된다.

관능평가와 주요 지방산 간 상관관계

등심의 관능평가 항목들과 주요 지방산 조성간의 상관관계는 Table 11에 나타낸 바와 같다. 쇠고기의 대표적인 포화지방산인 $C_{18:0}$은 유의적인 차이는 없었지만, 연도와 다즙성 같은 고기의 긍정적인 맛과 유의한(p<0.05) 정(+)의 상관관계(r=0.698)를 나타내었다. 또한 불포화지방인 $C_{18:1}$은 연도와 유의한(p<0.05) 정 (+)의 상관관계(r=0.650)를 나타내었고, 불포화지방산/포화지방산(U/S)은 연도와 정(+)의 상관관계(r=0.460)를 나타내었다. 불포화지방산인 $C_{18:1}$

Table 11. Correlation coefficients between items of panel test and fatty acids in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers used in the experiment

Items	Tenderness	Juiciness	Flavor	Off-flavor	Umami	Overall palatability
$C_{16:0}$	-0.549	-0.548	-0.300	0.470	-0.156	-0.068
$C_{18:0}$	0.542	0.655	0.698*	0.461	0.651	0.533
$C_{18:1}$	0.650*	0.426	0.154	-0.402	0.111	0.314
$C_{18:2}$	-0.356	-0.308	-0.359	-0.563	-0.257	-0.505
$C_{18:3}$	0.587	0.408	0.198	-0.020	0.424	0.183
$C_{20:3}$	0.213	0.629	0.199	0.065	0.364	0.206
U/S[1)]	0.460	0.376	0.045	-0.500	0.054	-0.128

*p <0.05; **p <0.01
[1)]Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

은 관능 특성에서 맛, 특히 풍미와 높은 상관관계가 있으며(Wrestling and Hedrick, 1979), 쇠고기의 숙성 중 풍미 형성에 기여하는 것으로 알려져 있다(Dryden and Marchello, 1970; Melton *et al.*, 1982; 冲谷, 1998). 이에 반해 $C_{16:0}$은 풍미와 부 (-)의 상관관계가 있는 것으로 보고되어(Melton *et al.*, 1982), 본 시험결과와 같은 경향을 보였다. 쇠고기 내 $C_{18:2}$의 함량이 지나치게 높으면 연지방의 원인이 되고, 생산된 고기의 풍미도 감소한다고 하였으며(Camaron and Enser, 1991), 관능평가에서 선호도가 떨어진다고 하였다 (Wrestling and Hedrick, 1979; Shakelford *et al.,* 1990). Shakelford 등(1990)도 다가불포화지방산(PUFA)은 쉽게 산화되어 저장 또는 조리 중에 불쾌취를 증가시킨다고 한 보고와 본 시험의 결과와는 동일한 경향을 나타내었다.

요 약

본 연구는 거세한우 사료 내 미강과 볶은 대두를 첨가함으로써 거세한우 도체등심의 이화학적 특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다. 평균 20.92개월령(평균체중 599.89 kg)의 거세한우 36두를 대조구, 시험 1구(미강 첨가구) 및 시험 2구(볶은 대두 첨가구)로 나누고 각각의 처리구는 체중 및 월령을 고려하여 배치하였다(12두/처리구). 미강과 볶은 대두의 첨가 수준은 시험사료 내 조지방 함량을 5%로 설정하고, 조지방 부족분을 각각의 첨가원료(미강과 볶은 대두)로부터 보충 되도록 설계하였으며, 시험동물이 평균 31.2개월령에 도달할 때까지 314일간 사양시험을 실시하였다. 도체등심의 일반 조성분은 처리구별 뚜렷한 차이는 없었고 가열 감량과 드립 감량도 처리구별 유의적인 차이는 없었다. 체지방 부위에 따른 처리구별 융점은 뚜렷한 차이가 없었으나, 체지방 부위별 융점은 등심지방(25.83-26.17ºC), 피하지방(17.26-18.53ºC) 및 신장지방(32.40-33.15ºC)이 서로 다른 범위를 나타내었다. 도체등심의 단맛과 관련이 있는 유리 아미노산은 시험 1구가 39.48 mg/100 g으로서 대조구의 32.24 mg/100 g에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났으며, 쓴맛과 관련이 있는 유리 아미노산은 시험 2구가 25.93 mg/100 g으로서 다른 처리구에 비하여 유의하게(p<0.05) 낮게 나타났다. 도체등심의 지방산 조성 중 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$ 및 $C_{18:1}$의 함량은 처리구별 유의적인 차이가 없었으며, 다가불포화지방산인 $C_{20:3}$은 시험 2구가 다른 처리구에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높게 나타났다. 도체등심의 관능평가 결과는 다즙성의 경우 시험 1구가 가장 높게 나타났으며(p<0.05), 종합기호 도의 경우는 시험 1구와 시험 2구가 대조구에 비하여 유의적으로(p<0.05) 높게 나타났다. 도체등심의 관능 평가 항목들과 주요지방산 조성 간의 상관관계는 $C_{18:1}$은 연도와, $C_{18:0}$은 풍미와 정(+)의 상관관계(각각 r=0.650 및 0.698; p<0.05)를 나타내었다. 이상의 연구 결과를 종합해 보면 사료 내 미강과 볶은 대두의 첨가가 거세한우 등심의 이화학적 특성에는 처리구별 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 관능적 특성을 개선시키는 데에는 효과적이었던 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Adegoke, G. O. and Falade, K. O. (2005) Quality of meat. *J. Food Agri.* **3**, 87-90.
2. AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp. 1-8.
3. Baldwin, R. L. and Allison, M. J. (1983) Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.* **57**, 461-472.
4. Batzer, O. F., Santoro, A. T., Tan, M. C., Landmann, W. A., and Schweigert, B. S. (1960) Precursors of beef flavor. *J. Agric. Food Chem*. **8**, 498-501.
5. Bouton, P. E., Carroll, F. D., Fisher, A. L., Harris, P. V., and Shorthose, W. R. (1973) Effect of altering ultimate pH on bovine muscle tenderness. *J. Food Sci.* **38**, 816-820.
6. Brand, J. G. and Bryant, B. P. (1994) Receptor mechanisms for flavour stimuli. *Food Qual. Prefer.* **5**, 31-40.
7. Breidenstein, B. B., Cooper, C. C., Evans, R. G. and Bray, R. W. (1968) Influence of marbling and maturity on palatability of beef muscle, 1. Chemical and organoleptic considerations. *J. Anim. Sci.* **38**, 1532-1536.
8. Camaron, N. D. and Enser, M. B. (1991) Fatty acid composition of lipid in *longissiums dorsi* muscle of Duroc and Landrace and its relationship with eating quality. *Meat Sci.* **29**, 295-307.
9. Cameron, P. J., Zembayashi, M., Lunt, D. K., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Dzawa, S., and Smith, S. B. (1994) Relationship between Japanese Beef Marbling Standard and intramuscular lipid in the *M. longissimus* thoracis of Japanese Black and American Wagyu cattle. *Meat Sci.* **38**, 361-364.
10. Dhiman, T. R., Nam, S. H., and Ure, A. L. (2005) Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* **45**, 463-482.
11. Dryden, F. D. and Marchello, J. A. (1970) Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* **31**, 36-41.
12. Farmer, L. J. and Mottram, D. S. (1994) Lipid Maillard interactions in the formation of volatile aroma compounds. *Trends Flavour Res.* **35**, 313-326.
13. Felton, E. E. D. and Kerley, M. S. (2004) Performance and carcass quality of steer fed different sources of dietary fat. *J. Anim. Sci.* **82**, 1794-1805.
14. Folch, J., Lee, M., and Sloan-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-504.
15. Han, G. D., Kim, D. G., Kim, S. M., Ahn, D. H., and Sung, S. K. (1996) Effect of aging on the physico-chemical and morphological properties in the Hanwoo beef by the grade. *Korean J. Anim. Sci.* **38**, 589-592.
16. Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A., and

Woodward, C. (2000) Rapid, accurate, sensitive and reproducible HPLC analysis of amino acids. *Agilent Technologies Techniacal Note* 5980-1193E.
17. Hoashi, S., Ashida, N., Ohsaki, H., Utsugi, T., Sasazaki, S., Taniguchi, M., Oyama, K., Mukai, F. and Mannen, H. (2007) Genotype of bovine sterol regulatory element binding protein-1 (SREBP) is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mamm. Genome* **18**, 880-886
18. Ishitani A. 1980. Oryzanol antioxidant for food. *Japan Kokai Tokkyo Koh* JP 8050. 094 (C.A-93:112560).
19. Kelly, R. F., Fontenot, J. P., Graham, P. P., Wilkinson, W. S., and Kineaid, C. M. (1968) Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* **27**, 620-627.
20. Lee, K. H. (2008) Comparative study on Hanwoo beef and imported beef through the analysis of quality attributes and the survey of consumer's purchasing preference. Ph.D. thesis, Hoseo Univ., Cheonan, Korea.
21. Lee, J. M., Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Yoo, Y. M., Chae, H. S., and Choi, Y. I. (2004) Analysis of carcass quality grade components and chemicophysical and sensory traits of *M. longissimus dorsi* in Hanwoo. *J. Anim. Sci.* **46**, 833-840.
22. Lepage, G. and Roy, C. C. (1986) Direct transesterification of all classes of 1ipid in a one-step reaction. *J. Lipid Res.* **27**, 114-120.
23. Lorenzen, C. L., Neely, T. R., Miller, R. K., Tatum, J. D., Wise, J. W., Taylor, J. F., Buyck, M. J., Reagan, J. O., and Savell, J. W. (1999) Beef customer satisfaction: Cooking method and degree of doneness effects on the top loin steak. *J. Anim. Sci.* **77**, 637-644.
24. Macleod, G. (1994) The flavor of beef. In: Flavor of meat and meat products, Shahidi, F. (ed) Blackie Academic and Professional, London, pp. 4-37.
25. May, S. G., Dolezal, H. G., Gill, D. R., Ray, F. K., and Buchanan. D. S. (1992) Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* **70**, 444-453.
26. May, S. G., Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Miller, R. K., and Smith, S. B. (1993) Composition of sensory characteristics and fatty acid composition between Wagyu crossbred and Angus steers. *Meat Sci.* **35**, 289-298.
27. Melton, S. L., Black, J. M., Davis, G. W., and Backus, W. R. (1982) Flavor and selected chemical components of ground beef steers backgrounded on pasture and fed corn up to 140 days. *J. Food. Sci*. **47**, 699-704.
28. Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Kitamura, Y., Yamashita, Y., and Ozawa, S. (1988) Ageassociated changes in melting points and fatty acid composition in certain adipose tissues from Japanese Black steers. *B. Chugoku Natl. Agr. Exp. Sta.* **2**, 43-51.
29. Perry, D., Nicholls, P. J., and Thompson, J. M. (1998) The effect of sire breed on the melting point and fatty acid composition of subcutaneous fat in steers. *J. Anim. Sci.* **76**, 87-95.
30. SAS (2002) SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.
31. Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D., Lovegren, N. V., Lyon, C. E., and Reagan, J. O. (1990) Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine. *J. Food. Sci.* **55**, 621-624.
32. Smith, S. B., Yang, A., Larsen, T. W., and Tume, R. K. (1998) Positional analysis of triacylglycerols from bovine adipose tissue lipids in degree of unsaturation. *Lipids* **33**, 197-207.
33. Song, M. K., Kim, N. S., Chung, C. S., Choi, Y. I., Won, Y. S., Chung, J. K., and Choi, S. H. (2000) Effect of feeding levels of concentrates on the growth performance and fatty acid composition of adipose tissues at various locations in Hanwoo steers. *J. Anim. Sci.* **42**, 859-870.
34. INRA (2004) Tables of composition and nutritional value of feed materials, In: Cattle, Daniel. S. (ed) Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 138-162.
35. Tatum, J. D., Smith, G. C., Berry, B. W., Murphey, C. E., Wiliams, F. L., and Carpenter, Z. L. (1980) Carcass characteristics, time on feed and cooked beef palatability attributes. *J. Anim. Sci.* **50**, 833-837.
36. Whang, K. Y. (1990) Full-fat soybeans in livestock feeds. *Korean Soybean Digest* **7**, 29-34.
37. Wrestling, D. V. and Hedrick, H. B. (1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* **48**, 1343-1348.
38. Yano. Y., Kataho, N., Watanabe, M., Nakamura, T., and Asano, Y. (1995) Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem*. **52**, 439-445.
39. Yoshikazu, A., Tani, H., Shimizu, N., Yamaguchi, S. Iwamoto, E., and Fuzita, F. (2009) Influence of the formula feed which contained mainly full-fat rice bran, barley bran, rough ground barley and broken rice on the productivity and meat quality in fattening Japanese Black cows. 肉牛研究會報. **87**, 19-28.
40. 小靖 (1969) 食品性分と味, 日本食品工業學會誌. **12**, 13-17.
41. 冲谷明紘 (1998) 和牛肉の あいしさはどこからくるか. 肉牛ジャーナル. 2月號. (株) 肉牛新報社. pp. 60-65.

(Received 2010.11.3/Revised 1st 2011.1.24, 2nd 2011.4.16/ 3rd 2011.6.7/Accepted 2011.6.8)