

# 참깨묵이 거세 한우의 비육성적과 등심의 지방산 조성, 유리 아미노산 함량 및 관능평가에 미치는 영향

김성일<sup>1</sup> · 조봉래<sup>2</sup> · 최창본<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경북도립대학교 축산학과, <sup>2</sup>예천군 농업기술센터, <sup>3</sup>영남대학교 생명공학부

## Effects of Sesame Meal on Growth Performances and Fatty acid Composition, Free Amino Acid Contents, and Panel Tests of Loin of Hanwoo Steers

Sung Il Kim<sup>1</sup>, Bong Rae Cho<sup>2</sup> and Chang Bon Choi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Gyeongbuk Provincial College, <sup>2</sup>Yecheon Agriculture Technology Center,

<sup>3</sup>School of Biotechnology, Yeungnam University, 280, Daehak-ro, Gyeongsang-si, Gyeongsangbuk-do, 712-749, Korea

### ABSTRACT

The feed value of sesame meal, a main agricultural by-product from the northern area of Gyeongsangbuk-do province, was assessed in Hanwoo steers. A total of twelve Hanwoo steers (average BW = 412.08 kg) were allocated into a Control (fed no sesame meal) or Treatment (fed sesame meal from 14.6 months of age) group, considering BW and ages, and the animals were fed for a total of 480 days. The final BW, total gain and ADG for the Control and Treatment groups were 741.17 kg and 762.67 kg, 331.84 kg and 347.84 kg, and 0.69 kg and 0.72 kg, respectively, showing better performances in sesame meal-fed animals. Feed requirements during the whole experimental period improved by feeding sesame meal (15.31 and 14.87 for Control and Treatment group, respectively). Hanwoo steers fed sesame meal also showed a 22.83 kg heavier cold carcass weight (424.17 kg and 447.00 kg in the Control and Treatment group, respectively), and 2.41% improved dressing percentages (58.60% and 57.22% for the Control and Treatment group, respectively). The area of the *M. longissimus dorsi* was 91.83 cm<sup>2</sup> and 88.33 cm<sup>2</sup> in the Control and Treatment group, respectively. The final yield of A and B grade meat were 50 : 50% and 33.3 : 66.7% from the Control and Treatment group, respectively. The average marbling score was 4.83 and 5.50, and the numeric values for quality grade was 2.17 and 2.67 for the Control and Treatment group, respectively, showing better beef quality in sesame meal-fed Hanwoo steers. In fact, there were two animals with beef quality 1<sup>++</sup> in the sesame meal-fed group. The melting point of lipid extracted from the *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers was significantly (p<0.05) lower in the Treatment group (28.28°C) compared to the Control group (30.65°C). The composition of saturated fatty acids, C<sub>14:0</sub> (myristic acid) and C<sub>16:0</sub> (palmitic acid), were significantly lower in sesame meal-fed animals, 4.70% and 2.20% for myristic acid, and 30.55% and 27.12% for palmitic acid, in the Control and Treatment group, respectively. In contrast, there were no significant differences in C<sub>18:0</sub> (stearic acid) composition between the groups. The composition of a representative unsaturated fatty acid, C<sub>18:1</sub> (oleic acid), was significantly higher in Treatment animals (49.89%) than Control animals (44.29%) (p<0.05). The ratio of total monounsaturated fatty acids / saturated fatty acids; M/S) was 1.10 and 1.36 for the Control and Treatment groups, respectively, showing remarkably higher ratios in sesame meal-fed group. The content of glutamic acid, related to beef flavor, was significantly higher in the Treatment group (3.35 mg/100 g) compared to the Control group (1.88 mg/100g) (p<0.05). The tenderness score, evaluated by an eight-point scale in the panel test, and overall palatability (based on juiciness, flavor, oiliness, and umami) were significantly higher in the Treatment group (5.67 and 5.23, respectively) than the Control group (3.83 and 4.60, respectively) (p<0.05). In conclusion, the current results imply that sesame meal could serve as a good supplement for Hanwoo steers for producing high quality beef.

(Key words : Hanwoo steers, Sesame meal, Performances, Palatability)

### 서 론

최근 한우 소고기 소비자들의 소비성향은 단순히 싸고 맛있는 소고기 구매 욕구를 넘어 소고기의 맛과 기능성에도 많은 관심을 나

타내고 있다. 소비자들의 한우 소고기 소비패턴 변화에 부합하는 소고기를 생산하기 위해서는 건강에 유익한 성분의 함량을 높이고, 맛을 향상시키는 비육기술 개발이 절실히 요구되고 있다. 이러한 비육기술 개발에 국내 농업부산물을 활용한다면 한우 산업의 발전

\* Corresponding author : Chang Bon Choi, School of Biotechnology, Yeungnam University, 280, Daehak-ro, Gyeongsang-si, Gyeong-sangbuk-do, 712-749, Korea. Tel: 82-53-810-3023, Fax: 82-53-810-4769, E-mail: cbchoi@yu.ac.kr

은 더욱더 가속화 될 것이다. 우리나라에서 생산되는 참깨는 2012년 말 기준으로 9.7천톤이 생산되고 있으며 (Statistics, 2012), 참깨에서 채유 후 생산되는 참깨묵은 충분한 사료적 가치를 지니고 있다. 특히 참깨 (*Sesamum indicum*)의 유지 함량은 44~54% 이라며 (Shin, 1973), 부산물인 참깨묵에도 oleic acid (C<sub>18:1</sub>)와 linoleic acid (C<sub>18:2</sub>) 함량이 80% 이상으로 알려져 있다 (Im 등, 2004). 또한 참깨묵의 조단백질 함량도 약 40% 내외로 매우 높아 단백질 공급원으로 대두박 등 다른 박류를 대체하여 이용할 수 있는 것으로 알려져 있다 (Im 등, 2004). 하지만 이러한 참깨묵의 영양적 특성을 이용한 사양 시험은 대부분 산란계 (Cheva-Isarakul과 Tangtaweewipat, 1993; Mamputu와 Buhr, 1995; Im 등, 2004), 민물고기인 Tilapia (Deyab 등, 2009) 및 양돈 (Squibb과 Salazar, 1951) 분야에 제한되어 있으며, 반추동물의 사양 시험은 면양을 제외하고는 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 농업부산물인 참깨묵을 거세 한우에 급여하여 거세한우의 비육성적, 지방산 조성, 유리 아미노산 함량 및 소고기의 기호도에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험동물 및 시험설계

평균 14.6개월령 (평균 체중 412.08 kg)의 거세 한우 12두를 대조구 (참깨묵 무급여구)와 시험구 (14개월령부터 참깨묵 급여구)에 각각 6두씩 체중과 월령을 고려하여 배치한 후 평균 30.5개월령까지 총 480일 동안 사양시험을 실시하였다.

### 2. 시험사료

시험 사료 중 기초 배합사료는 시판용 비육전기 및 비육후기 배합사료를 급여하였으며, 조사료는 일반 벣짚을 급여하였다. 배합사료와 벣짚의 일반 조성분은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 첨가원

료인 참깨묵은 경상북도 북부 지역 곡물 가공장에서 구입하여 저온 창고 (7°C)에 보관하면서 급여하였다. 참깨묵의 일반성분은 Table 1에 제시하였고, 지방산 조성과 아미노산 함량은 Table 2와 3에 제시하였고, 분석 된 참깨묵의 맛 관련 아미노산 분류는 Table 4에 제시하였다.

Table 2. Composition of fatty acids of sesame meal used in the experiment

Fatty acid, %	Sesame meal
C <sub>14:0</sub>	0.04
C <sub>16:0</sub>	9.00
C <sub>16:1</sub>	0.26
C <sub>18:0</sub>	5.43
C <sub>18:1t11</sub>	0.16
C <sub>18:1</sub>	36.51
C <sub>18:2</sub>	47.82
C <sub>18:3n6</sub>	0.19
C <sub>18:3n3</sub>	0.47
C <sub>20:0</sub>	0.13
SFA <sup>1)</sup>	14.59
UFA <sup>2)</sup>	85.41
MUFA <sup>3)</sup>	36.93
PUFA <sup>4)</sup>	48.48
M/S <sup>5)</sup>	2.53
U/S <sup>6)</sup>	5.85

<sup>1)</sup> Saturated fatty acids,

<sup>2)</sup> Unsaturated fatty acids,

<sup>3)</sup> Monounsaturated fatty acids,

<sup>4)</sup> Polyunsaturated fatty acids,

<sup>5)</sup> Monounsaturated fatty acids/Saturated fatty acids,

<sup>6)</sup> Unsaturated fatty acids/Saturated fatty acids.

Table 1. Chemical composition of basal concentrates, rice straw and sesame meal

Items	Concentrates		Rice straw	Sesame meal
	Fattening	Finishing		
	..... % .....			
Moisture	13.28	12.75	9.59	6.45
Crude protein	12.95	12.77	3.65	43.56
Ether extract	3.54	3.89	0.93	12.83
Crude fiber	7.81	7.33	31.80	11.32
Crude ash	5.78	5.12	6.53	10.82
Ca	0.82	0.50	1.14	1.56
P	0.46	0.54	0.15	1.21
TDN <sup>1)</sup>	70	72	37.60	61.20

<sup>1)</sup> Calculated.

Table 3. Composition of amino acids of sesame meal used in the experiment

Amino acid	Sesame meal
..... mg/100g .....	
Phosphoserine	1.570
Taurine	0.658
Aspartic acid	0.082
Serine	0.069
Glutamic acid	0.860
Sarcosine	0.458
Glycine	0.240
Alanine	0.547
Valine	0.085
Isoleucine	0.052
Phenylalanine	0.072
b-Ala	0.169
g-ABA	0.181
NH <sub>3</sub>	6.472
Hyls	0.200
Total	11.715

Table 4. Classification of amino acids in Sesame meal based on senses of taste

Items	Content (mg/100g)	Rate (%)
Sweet <sup>1)</sup>	0.86	42.78
Bitter <sup>2)</sup>	0.21	10.45
Umami <sup>3)</sup>	0.94	46.77
Total	2.01	100.00

<sup>1)</sup> Threonine, Proline, Glycine, Alanine, Lysine, Serine,

<sup>2)</sup> Methionine, Arginine, Leucine, Histidine, Valine, Isoleucine, Phenylalanine,

<sup>3)</sup> Glutamic acid, Aspartic acid.

### 3. 사양 프로그램

본 시험에 적용한 사양 프로그램은 Table 5에 나타낸 바와 같다. 배합사료 급여량은 대조구와 시험구의 영양수준을 고려하여 설계하였고, 대조구는 시판용 배합사료와 볏짚을 제시된 사양프로그램에 의해 급여 하였으며, 시험구는 시판용 배합사료, 참깨묵 및 볏짚을 사양프로그램에 의해 급여 하였다. 시험구의 배합사료 급여량은 참깨묵을 합한 급여량을 표시 하였으며, 대조구의 배합사료 급여량과 동일하게 설정하였다. 시험구의 참깨묵 급여수준은 배합사료 내 조지방 함량과 참깨묵의 조지방 함량을 고려하여 급여되는 총 사료 내 조지방 함량이 5%를 초과하지 않도록 설정 하였다. 참깨묵은 오전과 오후 사료 급여 시 top dressing 방법으로 급여하였

다. 본 사양 프로그램은 비육전기 동안에 최대 사료섭취량이 높게, 오래 유지되도록 설정한 것이 특징이다. 시험우는 5.0 × 10.0 m 크기의 우리에 6두씩 군 사육을 하였으며, 사료는 1일 2회(오전과 오후) 급여 하였으며, 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다. 매일 사료급여 전에 잔량을 기록하였으며, 기타 관리 사항은 농장 관행에 따랐다.

### 4. 도체 등급

시험이 종료된 거세 한우우는 24시간 절식 시킨 후 인근 축산물공판장으로 이송하여 12시간 계류시킨 후 도축 하였다. 도체는 24시간 냉장실에서 냉장 시킨 후 ‘축산물등급판정세부기준’ (Ministry of agriculture, 2011)에 따라 냉도체중 및 육질형질 (등지방 두께, 배최장근 단면적)과 육질형질 (근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 측정하여 다음, 육량등급과 육질등급 판정을 하였다.

### 5. 도체의 이화학적 및 생화학적 특성

#### (1) 시료채취

도체 등급 판정 후 제 12번과 13번 늑골 부위의 등심을 일정량 채취한 다음, 냉장상태(0~5℃)를 유지시켜 실험실로 운반하였다. 등심의 콜레스테롤, 융점 및 지방산 분석을 위한 시료는 등심 주위의 지방을 제거 한 후, Hanil Mini Cooking Cutter (한일전기주식회사 HMC-150T)로 분쇄한 다음, 분석시까지 -80℃에서 냉동 보관하였다.

#### (2) 일반 조성분

AOAC (2000)법에 따라 등심의 수분, 지방 및 단백질 함량을 측정하였다. 등심 시료를 균질하여 여과지에 약 2g 정량 한 후 105℃ 건조기에서 18시간 건조하였고, 건조되어 줄어든 무게를 측정하여 시료의 수분 함량(%)을 평가하였다. 또한 수분 측정이 완료된 시료를 soxhlet 추출법을 이용하여 지방을 추출하였고, 최종 건조된 시료의 무게 감량을 측정하여 분석 시료에 대한 지방의 퍼센트 함량을 구하였다. 단백질은 Kjeldahl 질소분석기를 이용하였으며 시료 0.5g을 정량하여 450℃에서 5시간 동안 소화시키고 이어서 50% NaOH를 첨가한 후 증류 및 중화를 거쳐 0.1 N HCl을 이용하여 적정 한 후 계산식에 의하여 조단백질 함량을 측정하였다.

#### (3) 육색

육색은 Chroma Meter (CR-10, Minolta Corporation, LTD, Japan)를 이용하여 Hunter L (lightness, 명도), a (redness, 적색도) 및 b (yellowness, 황색도)를 측정하였으며, 시료를 무작위로 5회 측정하여 평균치로 환산하였다. 흰색 표준 평판 값: L=91.9±0.79, a=1.93±0.15, b=1.03±0.06).

Table 5. Feeding program used in the experiment

Stages	Age, months	BW, Kg	ADG, kg	Concentrates (kg/hd/d)		Rice straw (kg/hd/d)	Sesame meal (kg/hd/d)
				Fattening	Finishing		
Fattening	14	359~389	1.00	6.8		1.5	2.0
	15	389~419	1.00	7.8		1.5	2.0
	16	419~449	1.00	8.8		2.0	2.2
	17	449~479	1.00	9.8		2.5	2.2
	18	479~509	1.00	10.0		2.0	2.5
	19	509~538	0.95	10.0		1.8	2.5
	20	538~567	0.95	10.0		1.8	2.5
	21	567~594	0.90	10.0		1.5	2.5
	22	594~620	0.85	10.0		1.5	2.5
Finishing	23	620~644	0.80		10.0	1.2	2.5
	24	644~665	0.70		9.5	1.2	2.5
	25	665~683	0.60		9.0	1.2	2.0
	26	683~701	0.60		8.5	1.2	2.0
	27	701~716	0.50		8.5	1.1	2.0
	28	716~728	0.40		8.5	1.0	2.0
	29	728~739	0.35		8.0	1.0	2.0
	30	739~750	0.35		8.0	1.0	2.0

**(4) 가열감량**

등심 시료 30 g을 튜브에 넣고 80℃에서 30분간 가열한 후 유리 되어 나온 수분의 양을 측정하였다.

$$\text{가열 감량(\%)} = \frac{(\text{가열 전 시료의 양} - \text{가열 후 남은 시료의 양})}{\text{가열 전 시료의 양}} \times 100$$

**(5) 육즙유출**

육즙유출은 약 100 g 정도의 등심 시료를 4℃ 저온실에 1주일 간 걸어둔 다음, 개시 시 무게와 종료 시 무게를 측정하여 감량을 계산하였다.

**(6) 융점**

등심 지방의 융점을 측정하기 위한 지방은 지방산 조성 분석을 위한 과정과 동일한 방법으로 추출하였다. 추출된 지방을 융점 측정용 모세관(Tubes, capillary, 100 mm, open)에 1 cm 씩 담고, 냉동실(-20℃)에서 24시간 보관한 후, 열 교환기에서 2분에 1℃ 씩 온도를 상승하게 하면서 지방의 융점을 측정하였다.

**(7) 지방산 조성**

등심 지방의 지방산 조성 분석을 위하여 Folch 등(1957)의 방법으로 지방을 추출 하였으며, Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 지방산을 methylation시킨 후 gas chromatography로 분석 하

였다. 등심 시료 2~3 g을 상온에서 녹인 후, chloroform : methanol (2:1) 용액 5 ml에 균질화(Polytron PT-MR-2100, Switzerland) 하였다. Aspirator(Tokyo Rikaikai Co. Ltd., Japan) 를 이용하여 여과한 다음, 0.74% KCl을 첨가한 후 하층액을 70℃ 항온수조에서 질소를 이용하여 용매를 휘발 시켰다. 추출된 지방 200 ul를 glass tube에 담고 methanol : benzene (4:1) 혼합용액 및 acetyl chloride 200 ul를 첨가하여 가열 하였다. Isooctane 1 ml 및 6% potassium carbonate를 넣고, 10분간 원심 분리한 후, 상층액을 취하여 gas chromatography(Clarus 500, Perkin Elmer, Shelton, USA)로 분석하였다.

**(8) 유리 아미노산 조성**

등심 시료 내 유리 아미노산 분석은 Henderson 등(2000)의 방법에 준하여 분석하였다. 등심 시료 1 g을 원심분리 튜브에 취한 다음 0.01 M HCl을 1 ml 첨가한 후, 10,000 rpm에서 20초간 균질화 하였다. 상층액을 거즈로 걸러낸 뒤 시료 300 ul에 내부 표준 물질 25 mM  $\alpha$ -aminobutyric acid(Sigma-Aldrich Co., USA) 을 첨가하고, acetonitrile 690  $\mu$ l를 넣고 30분 동안 정치시킨 다음, 4,500 rpm에서 20분간 원심 분리한 후, 상층액을 0.45  $\mu$ m filter로 여과한 다음, HPLC(Agilent 1100, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 유리 아미노산을 분석하였다. Column은 Zorbax Eclipse AAA (4.6 mm  $\times$  150 mm thickness 5  $\mu$ m)를 사용하였으며, 이동상 A는 40 mM Na<sub>2</sub>HP<sub>4</sub> (pH 7.8), 이동상 B는 acetonitrile : MeOH : distilled water = 45:45:10 (v/v/v)을 제조하

여 사용하였다. 외부 표준물질으로 amino acid standard (0.25 nM/ $\mu$ L)와 glutamine (Sigma-Aldrich, USA)를 사용하였으며, OPA (ortho-phthalaldehyde) reagent, FMOC (fluorenyl-methoxy carbonyl chloride) reagent (Agilent technologies, USA)를 각각 유도체로 사용하였다.

### (9) 관능평가

#### 1) 관능평가 요원

기본 미각인 단맛과 짠맛에 대한 절대 및 상대적인 미각 식별 능력을 확인하는 예비 선발 과정과, 쇠고기 연도 식별 능력 등을 확인하는 본 선발 과정을 거친 총 8명의 관능평가 요원을 선발하였다.

#### 2) 관능평가 시료

관능평가에 사용된 시료는 각 처리구별로 육질 1등급과 1<sup>+</sup> 등급 판정을 받은 3두의 제 12번째와 제 13 번째 늑골 사이의 등심을 각각 300 g씩 채취하였다. 채취한 등심시료는 저온냉장실 (0~2℃)에서 14일 동안 숙성 시킨 후, 두께 1 cm × 가로 4 cm × 세로 5 cm로 정형하여, 220℃ 핫 플레이트 (조리용 철판)에서 앞면 60초, 뒷면 90초 동안 조리한 후 두께 1 cm × 가로 4 cm × 세로 2.5 cm 크기로 관능평가 요원에게 제공되었다.

#### 3) 관능평가 항목 및 방법

평가 항목은 연도, 다즙성, 풍미, 기름짐, 우마미 및 종합 기호도의 여섯 항목으로 하였고, 평가 방법은 각 항목별로 1점에서 8점까지 세부 기준을 두어 scaling test를 하도록 하였다.

평가 항목별 세부 기준은 다음과 같다.

- ① 연도; 매우 단단하다(1) ~ 매우 부드럽다(8)
- ② 다즙성; 매우 건조하다(1) ~ 매우 촉촉하다(8)
- ③ 풍미; 매우 없다(1) ~ 매우 있다(8)
- ④ 기름짐; 매우 없다(1) ~ 매우 있다(8)
- ⑤ 우마미; 매우 맛이 없다(1) ~ 매우 맛이 있다(8)
- ⑥ 종합 기호; 매우 나쁘다(1) ~ 매우 좋다(8)

### (10) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS (2002)의 T test를 이용하여 95 % 신뢰수준에서 검정하였다. 단, 사료 섭취량과 사료요구율은 군 사육 data를 이용하였기 때문에 유의성 검정에서 제외하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 비육성적

본 시험의 비육성적은 Table 6에 제시하였다. 대조구와 시험구의 종료 시 체중과 증체량은 각각 741.17과 762.67 kg, 331.84와 347.84 kg으로 나타났으며, 일당증체량은 대조구와 시험구가 각각 0.69와 0.72 kg으로 나타났다. 사료요구율은 대조구와 시험구가 각각 15.31, 14.87 kg으로, 참깨묵 급여구인 시험구가 대조구에 비해

Table 6. Effects of sesame meal on performances of Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
Initial age, months	14.44± 0.32 <sup>1)</sup>	14.79± 0.28
Final age, months	30.17± 0.32	30.53± 0.28
Duration, days	480	480
BW, kg		
Initial	409.33± 8.74	414.83±14.49
Final	741.17±12.83	762.67±16.45
Total gain	331.84	347.84
ADG	0.69	0.72
Feed intake, kg/hd/day		
Concentrates	8.76	8.12
Sesame meal	—	0.89
Rice straw	1.83	1.77
Total	10.59	10.78
Feed requirement, kg/kg		
Concentrates	12.66	12.43
Rice straw	2.65	2.44
Total	15.31	14.87

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.

여 사료요구율 개선이 있었다. 일반적으로 참깨묵의 아미노산 조성은 라이신 함량이 낮고 메치오닌 함량이 높은 것을 제외하고는, 대두박의 아미노산 조성 유사하며 (Smith와 Scott, 1965), lysine을 보강하면 세계식량농업기구 (FAO)의 표준 단백질가를 능가하는 우수성을 가진 것으로 알려져 있다 (El Tinay 등, 1976). 또한 Byers와 Moxon (1980)은 조단백질 급여수준이 증가함에 따라 일당증체량과 사료요구율이 개선 되었다는 보고가 있으며, Perry (1983)도 조단백질 섭취량이 증가 될수록 사료요구율의 개선이 있었다고 보고하였다. 반추동물에게 참깨묵을 급여한 연구결과들을 살펴보면 면양에게 참깨묵을 급여한 처리구는 면실박과 땅콩박 급여구에 비해 일당증체량이 개선되었으며 Miller (1932), Woods 등 (1958)도 면양에게 단백질 급여 수준을 6%로 정하고 서로 다른 단백질 급여원인 대두박, 참깨묵 및 면실박의 단백질 소화율을 측정 한 결과 대두박과 참깨묵은 면실박 보다 단백질 소화율이 유의적으로 높은 것으로 보고 된 바 있다. 이상과 같은 결과들을 종합 해 보면 참깨묵의 높은 조단백질 함량(43.56%)이 시험구의 사료요구율 개선에 영향을 준 것으로 판단된다.

### 2. 도체성적

참깨묵을 급여한 거세 한우의 도체성적은 Table 7에 나타낸 바와 같다. 대조구와 시험구의 냉도체중은 각각 424.17과 447.00 kg이었다. 육량형질인 등지방두께는 대조구와 시험구가 각각 18.50과 19.33 mm로 나타났으며, 등심단면적은 시험구 91.83 cm<sup>2</sup>, 대조구 88.33 cm<sup>2</sup>로 나타났다. 육질형질인 근내지방도는 대조구 4.83, 시험구가 5.50으로 나타났으나, 처리구별 유의적인 차이는 없었다.

Table 7. Effects of sesame oil meal on carcass characteristics of Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
<b>BW</b>		
Final	741.17±12.83 <sup>1)</sup>	762.67±16.45
Cold carcass, kg	424.17± 8.21	447.00±11.34
Dressing %	57.22	58.60
<b>Yield indices;</b>		
Backfat thickness, mm	18.50± 2.93	19.33± 2.82
Loin area, cm <sup>2</sup>	88.33± 2.14	91.83± 3.38
Yield index	61.10± 1.34	60.54± 2.06
Yield grade <sup>2)</sup>	1.50± 0.22	1.33± 0.21
A	0.0 (0)	0.0 (0)
B	50.0 (3)	33.3 (2)
C	50.0 (3)	66.7 (4)
<b>Quality indices;</b>		
Marbling degree <sup>3)</sup>	4.83± 0.87	5.50± 0.89
Meat color <sup>4)</sup>	5.00± 0.00 <sup>b</sup>	4.33± 0.21 <sup>a</sup>
Fat color <sup>5)</sup>	3.00± 0.00 <sup>b</sup>	4.33± 0.21 <sup>a</sup>
Texture <sup>6)</sup>	1.17± 0.17	1.17± 0.17
Maturity <sup>7)</sup>	2.17± 0.17	2.00± 0.00
Quality grade <sup>8)</sup>	2.17± 0.40	2.67± 0.49
1 <sup>++</sup>	0.0 (0)	33.3 (2)
1 <sup>+</sup>	50.0 (3)	16.7 (1)
1	16.7 (1)	33.3 (2)
2	33.3 (2)	16.7 (1)
3	0.0 (0)	0.0 (0)

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.,

<sup>2)</sup> Yield grade was converted to numeric values as follows; A = 3, B = 2 and C = 1. Values in the parenthesis means number of head,

<sup>3)</sup> 9 = Most abundant, 1 = Devoid,

<sup>4)</sup> 7 = Dark red, 1 = Bright red,

<sup>5)</sup> 7 = Yellow, 1 = White,

<sup>6)</sup> 3 = Coarse, 1 = Fine,

<sup>7)</sup> 9 = Mature, 1 = Youthfulness,

<sup>8)</sup> Quality grade was converted to numeric values as follows; 1<sup>++</sup> = 4, 1<sup>+</sup> = 3, 1 = 2, 2 = 1. Values in the parenthesis means number of head.

<sup>a,b</sup> Different superscripts in the same raw mean statistical significances ( $p < 0.05$ ).

처리구별 육질등급 출현율을 살펴보면 1<sup>++</sup> 출현율은 시험구에서 2두가 출현되었고, 처리구별 1등급 이상 출현율에서는 시험구가 83.3%로 대조구 66.7%에 비하여 높게 나타났다. 일반적으로 비육우의 도체성적과 관련된 등지방 두께, 등심단면적 및 근내지방도는 급여되는 사료원과 사양방법에 따라 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 (May 등, 1992a), 비육우의 축적지방은 총 에너지 섭취가 높을 경우 증가하는 것으로 알려져 (Berg 등, 1978; Fortin 등

1980a) 있다. Prior 등 (1977)도 에너지 섭취량이 증가함에 따라 등지방두께가 증가 되는 것으로 보고 한 바 있다. 이상과 같이 본 시험 결과에서 시험구의 등지방 두께가 대조구에 비하여 4.5% 더 두껍고, 1등급 이상 출현율이 높아졌던 이유는 참깨묵의 높은 조지방 함량 (12.83%)에서 비롯된 것으로 판단된다.

### 3. 도체의 이화학적 특성

도체 등심의 이화학적 특성은 Table 8에 나타낸 바와 같다. 도체 등심 내 수분, 조단백질, 조지방 함량 및 색상 (L = 명도, a = 적색도, b = 황색도)은 대조구와 시험구 간에 차이가 없었다. 거세 한 우 등심의 가열감량 및 육즙유출 또한 시험구가 대조구에 비하여 수치상 다소 낮은 경향을 나타내었으나, 통계적인 유의성은 없었다. 일반적으로 가열감량과 육즙유출은 도체의 조지방 함량이 높을수록 낮아지는 것으로 알려져 있으며 (Breidenstein 등, 1968), 본 연구 결과에서 나타난 바와 같이 처리구간 가열감량과 육즙유출의 차이가 없었던 것은 처리구간 조지방 함량의 차이가 나타나지 않았기 때문으로 판단된다. 또한 조지방 함량이 높을수록 가열감량이 낮아지는 이유는 열에 의해 지방이 분해 되면서 최대한 수분손실을 억제하기 때문이다. 한편 시험우의 등심에서 측정된 융점은 대조구가 30.65, 시험구가 28.28℃로 시험구에서 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 낮았다. 융점의 경우 불포화 지방산 함량이 증가될수록 융점은 낮아지고 포화지방산 함량이 증가될수록 융점은 높아진다고 알려져 (Enser과 Wood, 1993) 있으며, 이러한 지방산 조성은 육질등급에도 영향을 받는데 육질등급이 좋을수록 불포화지방산이 높아져 융점이 낮아진다는 연구 결과들이 보고되었다 (Sturdivant 등, 1992). 본 시험결과에서 나타난 융점의 경우 시험구의 근내지방도와 육질등급 1<sup>++</sup> 출현율이 대조구에 비하여 높았기 때문에 시험구의 융점이 낮아진 것으로 판단된다.

Table 8. Effects of sesame meal on physico-chemical characteristics of loin of Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
Moisture, %	65.53±2.19 <sup>1)</sup>	66.14±1.35
Crude protein, %	18.29±0.71	18.97±0.54
Crude fat, %	13.24±2.96	13.79±1.97
<b>CIE value<sup>2)</sup>;</b>		
L	42.78±0.76	43.39±0.87
a	16.98±0.78	17.98±0.76
b	4.32±0.56	4.54±0.36
Cooking loss	21.01±0.67	20.77±0.92
Drip loss	6.75±0.65	6.21±0.48
Melting point, °C	30.65±0.28 <sup>a</sup>	28.28±0.53 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.,

<sup>2)</sup> L = Lightness, a = Redness, b = Yellowness,

<sup>a,b</sup> Different superscripts in the same raw mean statistical significances ( $p < 0.05$ ).

#### 4. 등심의 지방산 조성

참깨묵을 급여한 거세 한우 등심의 지방산 조성은 Table 9에 나타낸 바와 같다.

포화지방산인 C<sub>14:0</sub>(myristic acid)과 C<sub>16:0</sub>(palmitic acid)의 함량은 대조구와 시험구가 각각 4.70과 2.20% 및 30.55와 27.12%를 나타내어, 시험구가 대조구에 비하여 유의적( $p<0.05$ )으로 낮게 나타났다. 불포화지방산인 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)은 대조구(44.29%)에 비하여 시험구(49.89%)에서 유의적( $p<0.05$ )으로 높게 나타났다. 대조구와 시험구의 총 포화지방산(saturated fatty acids; SFA)과 총 불포화지방산(unsaturated fatty acids; UFA) 비율은 각각 45.94와 41.08% 및 54.06과 58.92%로써, 시험구가 대조구에 비하여 포화지방산의 비율은 낮은 반면, 불포화지방산의 비율은 유의적으로( $p<0.05$ ) 높게 나타났다. 이와 같이 참깨묵을 급여한 시험구에서 포화지방산의 함량이 낮고 불포화지방산 함량이 높게 나타난

Table 9. Effects of sesame meal on fatty acid composition of loin of Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
	..... % .....	
C <sub>10:0</sub>	0.14±0.02 <sup>1)</sup>	0.18±0.44
C <sub>12:0</sub>	0.18±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>b</sup>
C <sub>14:0</sub>	4.70±0.44 <sup>a</sup>	2.20±0.63 <sup>b</sup>
C <sub>14:1</sub>	0.23±0.02	0.19±0.01
C <sub>16:0</sub>	30.55±0.35 <sup>a</sup>	27.12±0.93 <sup>b</sup>
C <sub>16:1</sub>	6.02±0.55	5.44±0.59
C <sub>18:0</sub>	10.29±0.73	11.36±0.86
C <sub>18:1</sub>	44.29±0.48 <sup>b</sup>	49.89±0.89 <sup>a</sup>
C <sub>18:2</sub>	2.66±0.15	2.54±0.20
C <sub>18:3</sub>	0.35±0.07	0.50±0.04
C <sub>20:0</sub>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.12±0.01 <sup>a</sup>
C <sub>20:1</sub>	0.16±0.04	0.12±0.01
C <sub>20:4</sub>	0.32±0.07	0.24±0.03
SFA <sup>2)</sup>	45.94±0.33 <sup>a</sup>	41.08±0.91 <sup>b</sup>
UFA <sup>3)</sup>	54.06±0.33 <sup>b</sup>	58.92±0.91 <sup>a</sup>
MUFA <sup>4)</sup>	50.73±0.37 <sup>b</sup>	55.64±0.74 <sup>a</sup>
PUFA <sup>5)</sup>	3.33±0.19	3.28±0.22
U/S <sup>6)</sup>	1.18±0.02 <sup>b</sup>	1.44±0.05 <sup>a</sup>
M/S <sup>7)</sup>	1.10±0.02 <sup>b</sup>	1.36±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.,

<sup>2)</sup> Saturated fatty acids,

<sup>3)</sup> Unsaturated fatty acids,

<sup>4)</sup> Monounsaturated fatty acid,

<sup>5)</sup> Polyunsaturated fatty acid,

<sup>6)</sup> Unsaturated fatty acids/saturated fatty acids,

<sup>7)</sup> Monounsaturated fatty acids/saturated fatty acids.

<sup>a,b</sup> Different superscripts in the same raw mean statistical significances ( $p<0.05$ ).

이유는 참깨묵의 지방산 조성(Table 2) 중 높은 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)과 C<sub>18:2</sub>(linoleic acid)의 함량에서 기인된 것으로 보여진다. 비육우에서 C<sub>18:2</sub>(linoleic acid) 및 C<sub>18:3</sub>(linoleic acid)이 풍부한 사료를 급여 했을 때 도체 등심 내 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)과 불포화 지방산 함량은 증가되고(Mir 등, 2003), 불포화 지방산 함량이 높은 해바라기유 및 아마종실의 급여가 비육우 도체지방 내 불포화 지방산을 높이는데 효과적 이었다는 보고(Dhiman, 등 2005)가 있다. 또한 반추동물의 지방조직에서 생 합성된 지방산들은 미생물들에 의해서 수소첨가 작용으로 포화지방산 형태로 전환되지만(Wahle, 1974; Deeth와 Christie, 1979), 지방산 중에서 긴 사슬과 이중결합을 2개 이상 가진 지방산들은 반추위에서 제한적인 수소첨가 작용을 받기 때문에(Dhiman, 등, 2005), 참깨묵의 풍부한 불포화지방산은 반추위 내에서 제한적인 수소첨가 작용을 받은 것으로 판단된다.

#### 5. 등심의 유리 아미노산 조성

본 시험에 이용된 거세 한우 등심의 유리 아미노산 조성은 Table 10에 나타낸 바와 같다. 유리 아미노산들은 그 조성에 따라 소고기의 맛에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Macleod, 1994). 처리구별 등심 내 유리 아미노산 조성 중 소고기의 감칠맛과 관련된 특징적인 유리 아미노산인 glutamic acid의 경우, 시험구가 3.35 mg/100 g으로써 대조구의 1.88 mg/100 g에 비하여 유의하게( $p<0.05$ ) 높게 나타났으며, 단맛과 관련이 있는 유리 아미노산인 alanine은 시험구와 대조구가 각각 25.57과 20.89 mg/100 g으로 나타났다. 신맛과 관련이 있는 유리 아미노산인 arginine, isoleucine 및 leucine은 시험구에 유의하게( $p<0.05$ ) 낮게 나타났다. 처리구별 각각의 유리 아미노산을 단맛, 신맛, 및 감칠맛으로 분류한 결과, 감칠맛 특징을 가진 유리 아미노산은 시험구에서 유의하게( $p<0.05$ ) 높게 나타났다. 이와 같이 시험구에서 glutamic acid의 함량이 높고, 단맛과 감칠맛 특징을 지닌 유리 아미노산이 대조구에 비하여 높게 나타난 이유는 본 시험에 이용된 참깨묵의 아미노산 조성(Table 4) 중 감칠맛과 관련된 glutamic acid(0.860 mg/100 g), 단맛과 관련 된 alanine(0.547 mg/100 g)의 함량은 높고, 신맛과 관련된 isoleucine(0.052 mg/100 g) 및 valine(0.085 mg/100 g)의 함량은 낮았기 때문으로 판단된다. 비육우의 도체 내 등심의 유리 아미노산 함량은 급여되는 사료원료의 아미노산 함량에 영향을 받는다는 연구결과가 보고(Kim 등, 2011) 되었고, 소고기의 맛과 관련된 유리 아미노산들은 조리하는 유리 아미노산의 가수분해 및 지질의 산화 물질과 반응하며, 원료육의 초기 상태에 영향을 받는 것으로 보고(Shibamoto, 1980) 된 바 있다. 하지만 소고기 내 유리 아미노산들의 함량은 쇠고기의 맛에 절대적인 영향을 미치는 것은 아니며, 쇠고기의 가열 조리 시 유리 아미노산, 당 및 지방산들의 상호작용에 의해서 맛이 생성되는 것으로 알려져있다(Macleod, 1994).

Table 10. Effects of sesame meal on free amino acid contents in loin of Hanwoo steers

Amino acids	Control	Treatment
	..... mg/100g .....	
Ala	20.89±2.44 <sup>1)a</sup>	25.57±1.63 <sup>b</sup>
Gly	3.87±0.71	5.61±0.26
Ser	2.24±0.48 <sup>a</sup>	2.38±0.15 <sup>b</sup>
Thr	3.01±0.54 <sup>a</sup>	2.39±0.11 <sup>b</sup>
Lys	4.11±0.86	3.38±0.26
Pro	2.15±0.22 <sup>a</sup>	2.08±0.06 <sup>a</sup>
Arg	5.51±0.71 <sup>a</sup>	3.26±0.18 <sup>b</sup>
His	2.80±0.33 <sup>a</sup>	1.88±0.15 <sup>b</sup>
Ile	2.91±0.46 <sup>a</sup>	2.32±0.10 <sup>b</sup>
Leu	5.00±0.86 <sup>a</sup>	2.32±0.10 <sup>b</sup>
Met	0.12±0.09 <sup>b</sup>	0.87±0.12 <sup>a</sup>
Phe	3.11±0.50 <sup>a</sup>	2.26±0.22 <sup>b</sup>
Val	3.84±0.58	3.27±0.13
Asp	0.33±0.03	0.17±0.11
Glu	1.88±0.72 <sup>a</sup>	3.35±0.25 <sup>b</sup>
Tau	25.28±1.89	22.22±1.21
Tyr	3.17±0.54 <sup>a</sup>	2.28±0.23 <sup>ab</sup>
Sweet <sup>2)</sup>	34.12±5.05	41.42±1.97
Sour <sup>3)</sup>	23.28±3.40	17.60±1.01
Umami <sup>4)</sup>	2.21±0.72 <sup>a</sup>	3.52±0.18 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.,

<sup>2)</sup> Alanine, glycine, proline, serine, threonine, lysine,

<sup>3)</sup> Arginine, histidine, isoleucine, leucine, methionine, phenylalanine, valine.

<sup>4)</sup> Glutamic acid, aspartic acid.

<sup>a,b</sup> Different superscripts in the same raw mean statistical significances ( $p<0.05$ ).

## 6. 관능평가

참깨묵을 급여하여 사육한 거세한우의 등심에 대한 관능평가 결과는 Table 11에 나타난 바와 같다. 소고기를 치아로 저작하면서 부드러움의 정도를 느끼는 연도(tenderness)는 8점 만점에 시험구가 5.67점으로 대조구의 3.83점에 비하여 현저하게 ( $p<0.05$ ) 높은 점수를 받았다. 소고기를 섭취하면서 구강 내 촉촉함을 나타내는 다즙성(juiciness)은 처리구간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 풍미(flavor), 기름기(oiliness), 감칠맛(umami) 등의 평가 항목에서는 시험구가 대조구에 비하여 유의성은 없었으나, 높은 점수를 받았다. 이러한 관능평가 항목들을 종합적으로 평가한 종합기호도(overall)에서는 시험구가 유의하게 ( $p<0.05$ ) 높게 나타났다. 이와 같이 관능평가 결과에서 시험구의 연도가 높은 점수를 받았던 이유는 시험구의 근내지방도는 높았고, 융점은 낮았던 원인으로 판단된다. Gorbatov와 Lyaskovskaya 등(1980)은 근내지방도가 trace 급

Table 11. Effects of sesame meal on panel test of loin of Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
Tenderness <sup>2)</sup>	3.83±0.39 <sup>1)a</sup>	5.67±0.13 <sup>b</sup>
Juiciness <sup>3)</sup>	5.43±0.30	5.47±0.13
Flavor <sup>4)</sup>	5.13±0.09	5.40±0.20
Oiliness <sup>5)</sup>	5.10±0.11	5.43±0.23
Umami <sup>6)</sup>	5.23±0.16	5.37±0.18
Overall palatability <sup>7)</sup>	4.60±0.08 <sup>a</sup>	5.23±0.16 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.,

<sup>2)</sup> 1 = Very hard, 8 = very soft,

<sup>3)</sup> 1 = Very dry, 8 = very juicy,

<sup>4)</sup> 1 = Very absent, 8 = very present,

<sup>5)</sup> 1 = Very dry, 8 = very oily,

<sup>6)</sup> 1 = Very no tasty, 8 = very tasty,

<sup>7)</sup> 1 = Very bad, 8 = very good.

<sup>a,b</sup> Different superscripts in the same raw mean statistical significances ( $p<0.05$ ).

에서 modest 급으로 증가될수록 관능평가 항목인 연도와 풍미가 향상되었다고 하였고, Tatum 등(1980)도 근내지방도는 소고기의 연도에 영향을 미치며 근내지방도가 높을수록 연도가 좋아졌다는 보고도 있다. 또한 본 연구결과에서 나타난 융점의 경우 시험구에서 낮게 나타났으며, 이는 관능평가 시 입안에서 지방을 쉽게 분해되어 씹는 느낌이 부드럽게 느껴지기 때문(Perry 등, 1998)에 시험구의 연도가 높은 점수를 받은 것으로 보여진다. 또한 풍미와 감칠맛의 경우 시험구에서 유리하게 나타난 이유는 지방산 조성 중 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)의 함량이 높은 것에서 기인된 것이며, 이러한 불포화지방산인 C<sub>18:1</sub>(oleic acid)은 관능평가에서 풍미와 감칠맛에 많은 영양을 주는 것으로 보고(Wresterling과 Hedrick, 1979) 되고 있다. 이상과 같은 관능평가 결과를 종합 해 보면 종합기호도에서 시험구가 높은 점수를 받았으며, 이는 시험구의 근내지방도, 융점, 지방산 조성 및 유리 아미노산 함량 등이 종합적으로 나타난 결과로 판단된다.

## 요 약

본 연구는 참깨묵이 거세 한우의 비육성적과 등심의 지방산 조성, 유리 아미노산 함량 및 관능평가에 미치는 영향을 조사 하고자 실시되었다. 평균 체중 412.08 kg의 거세한우 12두를 체중과 월령을 고려하여 대조구(참깨묵 무급여구)와 시험구(14.6개월령부터 참깨묵 급여구)로 배치한 후, 480일간 사양 시험을 실시하였다. 대조구와 시험구의 종료 시 체중, 총중량 및 일당중량은 각각 741.17과 762.67 kg, 331.84와 347.84 kg 및 0.69와 0.72 kg 나타났으며, 사료요구율은 대조구와 시험구가 각각 15.31, 14.87 kg으로 참깨묵 급여구인 시험구가 3% 더 낮게 나타났다. 대조구와 시험구의 냉도체중과 근내지방도는 각각 424.17과 447.00 kg,



4.83 및 5.50으로 나타났으나, 통계적인 유의성은 없었다. 처리구별 1등급 이상 출현율은 시험구가 83.3%로 대조구 66.7%에 비하여 높았다. 도체 등심의 융점은 대조구가 30.65℃, 시험구가 28.28℃로 시험구에서 유의적으로 ( $p<0.05$ ) 낮았다. 처리구별 등심 내 지방산 조성 중 포화지방산인 C<sub>14:0</sub> (myristic acid)과 C<sub>16:0</sub> (palmitic acid)의 함량은 시험구가 유의적 ( $p<0.05$ )으로 낮았고, 불포화지방산인 C<sub>18:1</sub> (oleic acid)은 시험구가 유의적 ( $p<0.05$ )으로 높았다. 등심 내 유리 아미노산 조성 중 소고기의 맛과 관련된 특징적인 유리 아미노산인 glutamic acid의 함량은 시험구가 대조구에 비하여 유의적 ( $p<0.05$ )으로 높았다. 관능평가 요인 중 연도와 종합기호도에 서도 시험구가 유의적 ( $p<0.05$ )으로 높은 점수를 받았다. 이상과 같은 결과를 종합 해 보면 거세 한우에 참깨묵 급여는 육질등급 출현율을 개선 뿐 아니라 소고기 맛과 건강에 유익한 불포화지방산 함량을 증가시키는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

(주제어 : 한우거세우, 참깨묵, 비육성적, 관능평가)

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 주관 지역농업특성화 기술(2010년, 과제번호 050700) 사업으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Berg, R. T., Anderson, B. B. and Liboriussen, T. 1978. Growth of bovine tissue I. Genetic influence on growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. *Anim. Prod.* 26:245-258.
- 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.
- Byers, F. M. and Moxon, A. L. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 50:1136-1144.
- Cheva-Isarakul, B. and Tangtaweewipat, S. 1993. Sesame meal as soybean meal substitute in poultry diets. II. Laying hen. *Asian-Australian Journal of Animal Science.* 6:253-258.
- Deeth, H. and Christie, W. W. 1979. Biosynthesis of triacylglycerols in adipose tissue *in vitro*. *Int. J. Biochem.* 10:577-582.
- Dehay, D. M. S. E., Samy, H. M., Mostafa, A. E. and Hayam, D. T. 2009. Nutrition evaluation of sesame meal, *Sesamum indicum* (L.) as alternative protein source in diets of juvenile mono-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.* 13:93-106.
- Dhiman, T. R., Nam, S. H. and Ure, A. L. 2005. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Critical reviews in Food Science and Nutrition.* 45:463-482.
- Dransfield, D. E., Jones, R. C. D. and MacFie, H. J. H. 1981. Quantifying change in tenderness storage of beef. *Meat Sci.* 36:105.
- El Tinay, A. H., Khattab, A. H. and Khidir, M. O. 1976. Protein and oil composition of sesame seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 53:648-655.
- Enser, M. and Wood, J. D. 1993. Effect of time of year on fatty acid composition and melting point of UK lamb. *Proceedings of the 39th International Congress of Meat Science and Technology.* 2:74.
- 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.
- Fortin, A., Reid, J. T., Magia, A. M., Sim, D. W. and Wellington, G. H. 1980a. Effect of energy intake level and influence of breed and sex on the physical composition of the carcass of cattle. *J. Anim. Sci.* 51:331-339.
- Gorbatov, V. M. and Lyaskovskaya, Y. N. 1980. Review of the flavor contributing volatile and water-soluble, non volatiles in pork meat and derived products. *Meat Sci.* 4:209.
- 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. <http://www.agilent.com>.
- Im, H. J., Ahn, S. M., You, S. J., Kim, Y. R., Ahn, B. K. and Kang, C. W. 2004. Evaluation of the Feeding Value of Sesame Oil Meal and Effects of Its Dietary Supplementation on the Performances of Laying Hens. *Korean Journal of Poultry Science.* 31(4): 255-263.
- Kim, S. I., Jung, K. K., Kim, D. Y., Kim, J. Y. and Choi, C. B. 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. *Kor. J. Food. Sci.* 31(3): 451-459.
- Lepage, G. and Roy, C. C. 1986. Direct transesterification of all classes of lipid in one-step reaction. *J. Lipid Research.* 27: 114-120.
- MacLeod, G. 1994. The flavor of beef. In *Flavor of Meat and Meat Products*, Ed. F. Shahidi. Blackie Academic and Professional, London, pp. 4-37.
- Mamputu, M. and Buhr, R. J. 1995. Effect of substituting sesame meal for soybean meal on layer and broiler performance. *Poultry Science.* 74:672-684.

- May, S. G., Dolezal, H. G., Gill, D. R., Ray, F. K. and Buchanan. D. S. 1992a. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* 70:444-453.
- Miller, R. F. 1932. Sesame meal vs.cottonseed meal and peanut meal for lambs. *J. Anim. Sci.* 1932:223-226.
- Ministry of agriculture, food and rural affairs. 2011. Grade-decision in livestock production detailed criteria. Ministry of agriculture, food and rural affairs notification No. 2011-171.
- Mir, P. S., McAllister, T. A., Zaman, S., Morgan Jones, S. D., He, M. L., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Goonewardene, L. A., Weselake, R. J. and Mir, Z. 2003. Effect of dietary sunflower oil and vitamin E on beef cattle performance, carcass characteristics and meat quality. *Can J. Anim. Sci.* 83:53-66.
- 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. *Journal of Animal Science*, 76(1): 87-95.
- Perry, T. W., Shields, D. R., Dunn, W. J. and Mohler, M. T. 1983. Protein levels and monensin for growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.* 57:1067-1076.
- Prior, R. L., Kohlmeier, R. H., Cunditt, L. V., M. E. and Crouse, J. D. 1977. Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. *J. Anim. Sci.* 45(1):132.
- SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Shibamoto, T. 1980. Heterocyclic compounds found in cooked meats. *J. Agr. Food Chem.* 27:237.
- Shin, H. S. 1973. Chemical and Nutritional Studies on Sesamum indicum. *Korea J. Food. Sci. Technol.* (2):113-118.
- Smith, R. E. and Scott, H. M. 1965. Use of free amino acid concentration in blood plasma in evaluating the amino acid adequacy of intact protein for chick growth. II. Free amino acid patterns of blood plasma of chicks fed sesame and raw, heated and overheated soybean meals. *J. Nutr.* 86:45-50.
- Squibb, R. L. and Salazar, E. 1951. Value of Corozo palm nut and sesame oil meals, bananas, A.P.F and cow manure in rations for growing and fattening pigs. *J. Anim. Sci.* 10:545-550.
- Statistics Korea. 2012. Crop production survey. <http://www.kostat.go.kr>.
- 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. *J. Meat. Sci.* 32:449.
- Tatum, J. D., Smith, G. C., Berry B. W., Murphey, C. E., Williams, F. L. and Carpenter, Z. L. 1980. Carcass characteristics, time on feed and cooked beef palatability attributes. *J. Anim. Sci.* 50:833.
- Wahle, K. W. 1974. Fatty acid composition and desaturase activity of congenitally obese zucker rat. *J. Comp. Biochem. Physiol.* 48B:87-105.
- 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.
- Woods, W. R., Gallup, W. D. and Tillman, A. D. 1958. Comparative value for sheep of some protein supplements fed three protein levels. *J. Anim. Sci.* 17:758-762.

(Received Jun. 3, 2013; Revised Sep. 24, 2013; Accepted Oct. 10, 2013)