



육성기의 티머시 건초 조사료 급여가 거세 한우의 육질에 미치는 영향

김 병 기

경상북도축산기술연구소

Effects of Feeding Timothy Hay Roughage on the Beef Quality of Growing Period Fattening Hanwoo Steers

Byung-Ki Kim

Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute

Abstract

Effects of feeding timothy hay roughage in the growing period on the beef quality with during 24 month(5 month from 28 month to) in twenty Hanwoo steers were investigated. Hanwoo steers were randomly assigned to 2 groups (10 heads/treatment), the control group (C) and the treatment group (T). Cooking loss and the shear force value of *m. longissimus* tended to be higher in the control group, and the panel test scores of juiciness and flavor were higher in the treatment group. However the tenderness was significantly higher in the treatment group (5.10 points) relative to the control group (4.30 points) ($p < 0.05$). The proportion of fatty acids that were saturated ranged from 42.83~40.75%. The unsaturated fatty acid, mono-unsaturated fatty acid and poly-unsaturated fatty acid contents in the two groups were not significantly different (59.25%, 55.61% and 3.40%, respectively, for T; 57.17%, 54.40% and 2.77%, respectively, for C) ($p > 0.05$).

Key words : Hanwoo steers, Roughage, Timothy hay, Beef quality, Fatty acid

서 론

FTA 출범 등으로 축산물의 무한 경쟁시대의 돌입과 국민 소득 및 문화 수준의 향상으로 건강에 대한 일반 소비자들의 관심 증가로 육류 소비 성향도 다양해져 우리 축산업은 축산물 품질 고급화 또는 기능성 축산물의 생산이 절대적으로 요구되는 시점이다. 이런 차원에서 한우육의 고급육 생산을 위한 하나의 방법으로 사양관리 방법도 포함된다.

예를 들어 지역 또는 농가에 따라 다른 바, 비육 단계별인 육성기, 비육전기 및 비육후기로 구분하여 사육하고 있지만 대부분 한우사양표준(MAF and NLRI, 2002)의 권장량보다 농후사료는 많이 급여하고 조사료는 적게 급여한 결과로 인하여 사료의 불균형으로 개체의 정상적인 성장 불량, 육질 저하 및 비육후기의 섭취 중단을 초래하여 비육 출하 체중의

저하로 경제적인 손실을 보는 경우도 있기(Chung *et al.*, 1994)때문에 육성기와 비육전기에 배합사료를 체중비 1.0%와 1.5%로 제한급여하는 사료섭취량 및 일당증체량도 증가되는 것은 영양소 요구량에 의한 조절과 비육과 함께 체지방 축적량이 증가되었기 때문이라고 하였다(Shin *et al.*, 2002).

또한 梶(1991)는 비육우를 농후사료 위주로 장기간 사육할 경우 제1위 내용물의 pH 저하뿐만 아니라 미생물 균총의 활력을 저하시켜 제 1위 부전각화증, 산성증 및 간농양 등의 대사성 질병 발생으로 정상우에 비해 증체량이 10% 감소한다고 보고하였다.

이러한 결과는 특히 육성기때의 조사료 섭취가 권장량보다 적어 반추위 발달이 충분치 못할 때 많이 발생하며 도축시에 도체 등급 판정때에도 불리하므로 Ahn 등(2002)은 거세 한우 비육시 육성기때의 조사료를 많이 급여시키면 배최장근 단면적은 넓어지고 등지방 두께가 얇아지는 경향이 있다고 설명하였다. Song 등(2000)은 거세한우에 대하여 농후사료를 85%, 100%, 115% 수준으로 나누어 시험한 결과 공통적으로 조성비율이 높은 지방산은 C_{16:0}, C_{18:0}, 및 C_{18:1}이었다. 농후사

* Corresponding author : Byung-Ki Kim. Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, 275, Mt. Mukri, Anjungmyeon, Youngjusi, Gyeongsangbuk-do, Korea. Phone: 82-54-638-6014. Fax: 82-54-638-5014. E-mail: bkkim 017@hanmail.net

료 급여수준은 영향을 받지 않았으나, 연령에 따라 각 부위별 지방조직의 지방산 조성은 일부 지방산 및 불포화지방산의 상대적인 비율이 다소 영향을 받았다고 하였다. 쇠고기의 특징을 결정하는 중요한 구성요소로서의 지방산 조성(Yoshimura and Namikawa, 1983)은 성별(Waldman and Brungardt, 1968 ; Link *et al*, 1970)에 따라 달라질 수 있는 것으로 알려져 왔으며, 소 체지방을 구성하고 있는 주요 지방산 중 피하 지방산에서 가장 높은 비율을 차지하고 있는 oleic acid(C_{18:1})는 품종에 따라 차이가 결정되는 한 가지 요인이 된다고 하였다(Yoshimura and Namikawa, 1983).

최근 농가에서도 소비자들의 육구를 충족시키면서 맛있고, 차별화된 한우육 생산을 위하여 사육기간을 28~32개월 까지 연장하기도 하며, 관련 기관에서도 사양관리 기술방법 등에 관한 연구가 진행되고 있기는 하지만, 아직까지 농가에서 바로 활용할만 한 연구 자료가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 고품질육 생산을 위하여 거세한우 비육의 초기단계인 육성기에 양질 조사료 급여시 한우의 육질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

공시축은 출생이 1개월 이내로 비슷한 거세한우 숫송아지 총 20두를 공시하여 2개 처리구에 각 10두씩을 배치하였고, 비육단계별로 육성기는 생후 5개월~13.5개월까지이며 비육전기는 생후 13.6개월~22.5개월, 비육후기는 생후 22.6개월~28.2개월령 정도까지로 구분하여 총 24개월간 비육시험을 수행하였다. 급여사료에서 농후사료는 농협안동사료공장에서 생산된 것을 2개 처리구 모두에게 비육단계별(육성기, 비육전기, 비육후기)로 나누어 동일하게 급여하였으나(Table 1), 조사료는 육성기에 대조구는 벧짚만을, 시험구는 티머시 건초만을 자유채취시켰고, 그 이후의 비육전기와 후기에는 동일하게 벧짚만을 급여하였다. 무기물과 소금보충을 위하

여 미네랄 브릭은 달아주었다. 고기의 시료 채취는 시험종료 후에 지역의 동아LPC(주)에서 도축하여 하루동안 냉장처리한 후 13번째 늑골과 12번째 늑골 등심부위 사이 일정량을 채취하여 진공포장후 즉시 분석실로 옮겨 육질 분석에 이용하였다.

일반성분

고기의 일반성분은 AOAC 방법(1998)에 따라 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 측정하였다. 수분은 시료 5 g을 사용하여 105~110℃의 건조법으로, 조단백질은 시료 1 g을 켈달법으로, 조지방은 시료 30 g으로 속시렛 추출법으로, 조회분은 시료 7 g을 칭량하여 550℃의 전기로에서 2시간 동안 회화시켰다.

가열감량 및 전단력

가열감량은 시료를 스테이크 모양으로 50 g 내외로 절단 후 70℃ water bath에서 30분간 가열한 후, 가열 전·후의 중량차를 백분율(%)로 나타내었다.

전단력은 근섬유와 평행하게 시료를 직경 2×2×1.2 cm로 자른 후 rheometer (Model No. CR-300. Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 측정조건은 table speed 120 mm/min, chart speed 80 mm/sec, sample height 5 mm 그리고 load cell 5 kg으로 측정하여(kg/cm²) 나타내었다.

보수력

잘 마쇄한 세절육 10 g을 원심분리관의 세공(fritted glass disk)이 있는 철판위에 채운 뒤 고무마개를 한 다음 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고, 방냉하여 약 1,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고, 그 다음 총 수분 함량을 측정하여 다음 공식에 대입하여 보수력(%)을 구하였다.

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{분리된 수분량(mL)} \times 0.951}{\text{시료의 총수분함량(g)}} \times 100$$

※ 0.951= 70℃에서 분리된 육즙중의 순수한 수분함량

pH 및 육색

pH는 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하고, homogenizer (NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter (Orion Research Inc., USA)로 측정하였다.

육색은 시료를 절단하여 공기중에 약 30분간 홍색화시킨 후 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 Hunter값(L*=명도, a*=적색도, b*=황색도)으로 표

Table 1. Proximate composition of *m. longissimus* in Hanwoo steers (unit:%)

Items	Control ¹⁾	Treatment ²⁾
Moisture	64.36±1.34	64.81±1.82
Protein	20.17±0.81	19.70±0.72
Fat	14.46±2.09	15.41±2.27
Ash	0.92±0.06	0.79±0.07

¹⁾ Feeding rice straw in the growing period.

²⁾ Feeding timothy hay in the growing period.

Means±SE.

시하였다. 이때 사용된 표준색판은 $L^*=96.18$, $a^*=0.10$, $b^*=1.90$ 인 백색의 calibration plate를 이용하였고, 5회 반복하여 평균값을 나타내었다.

관능검사

관능검사는 잘 훈련된 검사요원 10명을 무작위로 추출한 후 다즙성, 연도, 향미와 관련지어 기호도를 6점 척도법으로 실시하였다(6=아주 좋다, 5=다소 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다).

지방산

지방산 분석은 시료를 0.5 g 취한 후 Park과 Goins(1994)의 방법에 따라 methylation하였다. 시료에 methanol : benzen (4 : 1, v/v) 2 mL와 acethyl chloride 200 mL를 가한 후 100°C의 heating block에서 1시간 동안 가열하였다. 이를 실온에 충분히 방치한 다음 hexane 1 mL와 6% potassium carbonate 5 mL를 가하고 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액 0.5 mL를 취하여 Gas Chromatography(Shimadzu GA-17A)에 injection하였다. 이때의 분석조건은 column의 초기온도는 180°C에서 시작하여 1.5°C/min의 속도로 230°C까지 온도를 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 injector, detector(FID)의 온도는 각각 240°C, 260°C로 하였고, 지방산은 표준품과 retention time을 비교하였으며, 함량은 백분율(%)로 환산하였다.

통계분석

통계분석은 SAS program(1998)의 GLM(General Linear Model) Procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan(1995)의 다중점정방법으로 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

등심부위에서 채취한 쇠고기의 일반성분은 Table 1에서 보는 바와 같다. 수분은 대조구가 64.36%와 처리구는 64.81%이었고, 단백질은 19.70~20.17%, 회분은 0.79~0.92%으로서 처리구간에 거의 차이가 없었다. 그러나 지방은 시험구(15.41%)가 대조구(14.46%)보다 다소 높았으나 통계적인 차이는 없었다.

pH, 가열감량, 보수력 및 전단력

시험한 거세한우 등심부위의 pH, 가열감량, 보수력(WHC, water holding capacity) 및 전단력 값을 측정한 결과는 Table 2

Table 2. pH, cooking loss, water holding capacity, and shear force value of *m. longissimus* in fatten Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
pH	5.48±0.02	5.52±0.08
Cooking loss(%)	24.33±3.17	22.15±0.31
Shear force value	3.18±0.15	3.05±0.08
WHC(%)	53.00±0.49	53.04±2.24

Means ± SE.

에 나타내었다. 분석수치에서 전단력의 수치가 클수록 질기며, 가열감량은 클수록 감량이 많고, 보수성은 높을수록 좋음을 의미한다.

pH는 모든 처리구에서 5.52~5.48으로 유의차는 없었지만, 가열감량과 전단력은 대조구가 24.33%와 3.18이었던 시험구가 22.15%와 3.05로서 처리구간에 거의 차이가 없었고, 보수성과 pH에서도 처리구간에 거의 차이가 없이 비슷하였다. 岡久 등(2003)은 육성기때 티머시 조사료의 다급시켰을 때 지육증량은 증가된 경향을 보였으며, 등심단면적과 근내지방도는 유의적으로 높아졌으나, pH, 육색, 가열감량 및 전단력은 처리구간에 차이가 없었다고 하였다. Laakonen 등(1970)은 고기의 pH, 성별, 축종, 연령, 근육부위 및 숙성중에 단백질의 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아 생성 등에 의해 pH가 상승한다고 하였다(Demyer and Vanderklove, 1979).

또한 Palanska와 Nosal(1991)은 육의 pH와 가열감량의 관계를 설명하면서 pH가 높으면 가열감량이 적다는 보고와 본 시험과는 유사한 결과이었다. 가열감량은 단백질의 변성으로 나타나는데 근육의 가열온도와 시간이 중요한 요인이 되며, 보수성에도 상당히 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Winger and Fennema, 1976). 일반적으로 식육에 물리적인 힘 즉 절단, 분쇄, 압착, 동결, 해동 또는 가열시에 근육단백질의 수분유지 능력은 처리조건에 따라 달라진다. 그리고 식육의 보수성은 단백질의 등전점인 pH 5.0에 근접할수록 가장 낮은 값을 나타내는 것으로 알려져 있으며(Pearson et al, 1970), 식육의 단백질 구조 변화와 이온 강도 변화 등에 따라 보수성이 증가한다는 보고가 있다(Wu and Smith, 1987).

관능검사

훈련된 검사원들에 의한 관능검사는 다즙성, 연도 및 향미에 대한 평가 결과는 Table 3과 같다. 다즙성 및 향미는 대조구가 각각 4.88, 5.08점인데 비하여 시험구는 5.09, 5.40점으

Table 3. Palatability traits of *m. longissimus* in fatten Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
Juiciness*	4.88±0.49	5.09±0.44
Tenderness*	4.30±0.51 ^b	5.10±0.34 ^a
Flavor*	5.08±0.57	5.40±0.35

Means ± SE.

^{a,b} Means with the different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

로 다소 높았으나 유의차는 없었지만, 연도는 시험구(5.10점)가 대조구(4.30점)보다 통계적인 유의차를 나타내었다($p < 0.05$).

일반적으로 관능검사는 입안에서 느끼는 맛과 씹힘성, 코에서 느끼는 냄새를 종합적으로 평가하는 것으로 고기를 가열할 경우에 일어나는 반응에는 당의 분해, 단백질과 아미노산 및 지질의 분해 등이 단백질과 지질의 상호작용에 의해 발생할 수 있으며, 특히 육의 지방은 가열시 고기 특유의 풍미를 갖게 한다(Mottram and Edwards, 1983). 다즙성은 처음 고기를 씹자마자 고기에서 나오는 육즙의 정도와 씹을수록 천천히 나오는 육즙과 타액의 분비 정도를 말한다. 지방과 수분을 많이 보유하는 고기일수록 다즙성이 좋다고 하였다(Carlin and Harrison, 1978).

육색

Table 4는 도축한 쇠고기의 육색을 조사한 것으로서 명도를 나타내는 L*값은 39.39~38.77이었고, 적색도를 나타내는 a*값은 24.33~23.55이었으며, 황색도를 나타내는 b*값은 11.16~10.55의 범위로서 처리구간에 거의 차이가 없었다.

육색은 육색소인 myoglobin이 육색소내의 산소 유무에 크게 영향을 받고, 육조직내 효소 활동, 저장온도, 미생물 오염도 및 pH 등에 따라 다르다. 특히 육색소와 산소와의 반응 정도와 효소 활동이 육색 변화에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있고 (Lawrie, 1985), 또한 육색은 사료에도 영향을 받는다고 보고하였다(Dugan *et al.*, 1999). 그러나 본 실험

Table 4. The meat color of *m. longissimus* in fatten Hanwoo steers

Items	Control	Treatment
L*	39.39±1.53	38.77±2.42
a*	24.33±0.05	23.55±1.51
b*	11.16±0.59	10.55±0.41

Means ± SE.

의 경우 육성기때 양질 건초의 다급은 육색에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

지방산 조성

처리구별 등심부위의 지방산 비율은 Table 5에서 보는 바와 같이 전반적으로 myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid는 대조구가 시험구보다 다소 높은 경향을 보였으나 통계적인 차이는 없었다.

Table 5. The fatty acid component of *m. longissimus* in fatten Hanwoo steers (unit: %)

Items	Control	Treatment
C _{14:0} (Myristic acid)	3.10±0.65	2.63±0.77
C _{16:0} (Palmitic acid)	28.09±1.27	27.85±1.18
C _{16:1} n-7 (Palmitoleic acid)	4.94±0.89	4.80±0.97
C _{18:0} (Stearic acid)	11.64±0.94	10.27±0.81
C _{18:1} n-9 (Oleic acid)	48.88±1.21	49.85±1.95
C _{18:1} n-7 (Vaccenic acid)	0.22±0.07	0.42±0.07
C _{18:2} n-6 (Linoleic acid)	1.64±0.29	2.00±0.25
C _{18:3} n-6 (<i>l</i> -Linoleic acid)	0.04±0.04	0.22±0.05
C _{18:3} n-3 (Linolenic acid)	0.12±0.01	0.21±0.06
C _{20:1} n-9 (Eicosenoic acid)	0.36±0.03	0.54±0.11
C _{20:2} n-6 (Eicosadienoic acid)	0.07±0.01	0.05±0.01
C _{20:3} n-6 (Eicosatrienoic acid)	0.27±0.01	0.14±0.02
C _{20:4} n-6 (Arachidonic acid)	0.09±0.02	0.03±0.02
C _{20:5} n-3(EPA) (Eicosapentaenoic acid)	-	0.03±0.01
C _{22:4} n-6 (Docosatetraenoic acid)	0.54±0.16	0.96±0.27
Total	100.00	100.00
ω_3	0.12	0.24
ω_6	2.11	2.44
SFA ¹⁾	42.83±2.37	40.75±2.68
UFA ²⁾	57.17±2.21	59.25±1.88
MUFA ³⁾	54.40±1.79	55.61±1.90
PUFA ⁴⁾	2.77±1.14	3.40±1.16
PUFA/SFA ratio	0.07	0.08
MUFA/SFA ratio	1.27	1.37

Means ± SE.

¹⁾ Saturated fatty acids(C_{12:0}+C_{14:0}+C_{16:0}+C_{18:0}+C_{20:0})

²⁾ Unsaturated fatty acids

³⁾ Mono-unsaturated fatty acids(C_{16:1}+C_{18:1}+C_{20:1})

⁴⁾ Poly-unsaturated fatty acids(C_{18:2}+C_{18:3}+C_{20:2}+C_{20:3}+C_{20:4}+C_{20:5}+C_{22:4})

특히 palmitic acid와 stearic acid는 대조구(28.09%, 11.64%)가 시험구(27.85%, 10.27%)보다 높은 경향이였으나 oleic acid와 linoleic acid는 시험구(49.85%, 2.00%)가 대조구(48.88%, 1.64%)보다 오히려 더 높은 경향이였지만 유의차는 없었다.

지방산 조성의 $\omega 3$ 계열과 $\omega 6$ 계열에서 대조구는 0.12%, 2.11%였으나 시험구는 0.24%, 2.46%로서 시험구가 대조구보다 다소 높은 경향이였다.

전체 포화지방산(saturated fatty acid, SFA)은 42.83~40.75% 범위였으나, 불포화지방산(unsaturated fatty acid, UFA)과 MUFA(mono-saturated fatty acid) 및 PUFA(polysaturated fatty acid)는 시험구(59.25%, 55.61%, 3.40%)가 대조구(57.17%, 54.40%, 2.77%)보다 다소 높은 경향이였으나 통계적인 유의차는 없었다($p>0.05$). 그리고 PUFA/SFA 비율은 0.07~0.08% 범위였고, MUFA/SFA 비율은 1.27%~1.37%의 범위로서 시험구가 다소 높은 경향을 나타내었다. Song 등(2000)은 거세한우의 높은 지방산 비율은 palmitic acid($C_{16:0}$), stearic acid($C_{18:0}$) 및 oleic acid($C_{18:1}$)이 가장 많은 비율을 차지하였고, 그 다음으로 palmitoleic acid($C_{16:1}$), myristic acid($C_{14:0}$) 및 linoleic acid($C_{18:2}$)의 순위로 낮아졌다고 보고하였다. 등심부위의 지방산 조성은 사료급여 형태(Sumida *et al.*, 1972; Rumsey *et al.*, 1972; Skelley *et al.*, 1973)에 따라 달라진다고 하였다. 24개월령된 거세한우의 등심부위의 지방산조성은 oleic acid가 각각 42.40%, 49.50%라고 하였고, 농후사료를 육성기의 제한급여시 MUFA /SFA 및 PUFA /SFA비율은 각 1.22 및 0.03이었다는 보고(농림부 등, 1998)와 비교해 볼 때, 본 시험에서도 비슷한 결과를 나타내었다. 그러나 Sturdivant 등(1992)은 30개월령까지 비육한 흑모화우의 피하지방 조직 내 MUFA /SFA비율이 2.18~2.57보다는 낮은 결과를 보인 것은 시험 사육기간의 차이에 기인한 것으로 사료된다. 또한 체지방의 지방산 조성은 연령에 따라서도 달라질 가능성이 있다고 보고하였다(Hornstein *et al.*, 1967; Waldman and Brunardt, 1968).

요 약

본 연구는 거세한우에 대한 육성기의 티머시 건초 조사료의 급여효과를 구명하기 위하여 거세우 20두를 공시하여 대조구와 시험구의 2개처리구로 생후 5개월 부터 28개월까지 24개월간 비육시험한 후 등심부위 근육을 분석하였다. 가열감량, 전단력은 대조구가, 다즙성, 향미는 시험구가 다소 높은 경향이였지만, 관능검사 결과 연도는 시험구(5.10점)가 대조구(4.30점)보다 통계적인 유의성이 인정되었다($p<0.05$).

지방산 조성에서 포화지방산은 42.83~40.75% 범위였고,

불포화지방산과 MUFA 및 PUFA은 시험구(59.25%, 55.61%, 3.40%)와 대조구(57.17%, 54.40%, 2.77%)간에는 통계적인 유의차는 없었다($p>0.05$).

참고문헌

- Ahn, B. H., Song, S. C., and Lyu, J. S. (2002) Effects of proportion of roughages and concentrates on growth and carcass characteristics of hanwoo steers. *J. Ani. Sci. & Technol (Kor)*. **44**, 747-756.
- AOAC (1998) Official methods at analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, p. 931.
- Carlin, A. F. and Harrison, D. L. (1978) Cooking and sensory methods used in experimental studies on meat. *Natl. Livestock and Meat Board*, Chicago, Illinois.
- Chung, T. Y., Kim, C. M., Lee, W. Y., and Sunwoo., H. H. (1994) Effects of roughage sources and feeding level on beef performance and carcass composition of native bulls. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed*. **18**, 67-76.
- Demyer, D. I. and Vanderkhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci*. **3**, 161-165.
- Duncan, Davide B. (1995) Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. **11**, 1-6.
- Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. A. (1999) The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* **79**, 45-51.
- Hornstein, I., Crowe, P. F., and Hiner, R. (1967) Composition of lipids in some beef muscle. *J. Food Sci.* **32**, 650-658.
- Laakonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature long-time heating of bovine muscle. I. In tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble component. *J. Food Sci.* **35**, 135-141.
- Lawrie, R. (1985) Development in meat science. In: Packaging fresh meat. Taylor A. A. (eds), Elsevier Applied Science Publishers, p. 89-95.
- Link, B. A., Bray, R. W., Cassens, R. G., and Kauffman, R. G. (1970) Fatty acid composition of bovine skeletal muscle lipids during growth. *J. Anim. Sci.* **30**, 726-730.
- Mimistry of Agriculture and Forestry(MAF), National Livestock Research Institue(NLRI), RDA (2002) Korean

- Feeding Standard for Korean Cattle(Hanwoo) p. 41.
13. Mottram, D. S. and Edwards, D. S. (1983) The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *J. Sci. Food Agri.* **34**, 517-523.
 14. Park, P. W. and Goins, R. E. (1994) *In situ* preparation of fatty acid methyl steers for analysis of fatty acid composition in fields. *J. Food. Sci.* **72** (supple. 2), 5.
 15. Palanska, O. and Nosal, V. (1991) Meat quality of bulls and heifers of commercial cross breeds of the improved Slovak Spotted cattle with the Limousine breed. *Vedecke Prace Vyskumneho Ustaru Zivocisnej Vyroby Nitre (CS-FR)*. **24**, 59-66.
 16. Pearson, M. D., Collins-Thompson, D. L., and Ordal, Z. L. (1970) Microbiological sensory and pigment changes of aerobically and an aerobically packaged beef. *J. Food Techonol.*, **24**, 1171-1180.
 17. Rumsey, T. S., Oltjen, R. R., Bovard, K. P., and Priode, B. M. (1972) Influence of widely diverse finishing regimens and breeding on depot fat composition in beef cattle. *J. Ani. Sci.* **35**, 1069-1075.
 18. SAS (1998) SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 19. Shin, K. J., Oh, Y. G., Lee, S. S., Kim, K. H., Kim, C. H., and Paik, B. H. (2002) Feed intake evaluation of Korean cattle(Hanwoo) fed diets containing different levels of compound feed in the growing and fattening periods. *J. Ani. Sci. & Technol. (Kor)* **44**, 95-104.
 20. Skelley, G. C., Stanford, W. C., and Edwares, R. L. (1973) Bovine fat composition and its relation to animal diet and carcass characteristics. *J. Ani. Sci.* **36**, 573-580.
 21. Song, M. K., Chung, N. S., Won, Y. I., 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. Ani. Sci. & Technol. (Kor)* **42**, 859-870.
 22. Sturdivant, C. A., Lunt, D. K., Smith, G. C., and Smith, S. B. (1992) Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci.* **32**, 449-454.
 23. Sumida, D. M., Vogt, D. W., Cobb, E. H., Iwanaga, I. I., and Reimer, D. (1972) Effect of breed type and feeding regime on fatty acid composition of certain bovine tissues. *J. Ani. Sci.* **35**, 1058-1063.
 24. Waldman, R. C. and Brungardt, V. H. (1968) Fatty acids of certain bovine tissues and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Ani. Sci.* **27**, 632-437.
 25. Winger, R. T. and Fennema, O. (1976) Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3°C or 15°C . *J. Food Sci.* **41**, 1433-1442.
 26. Wu, F. Y. and Smith, S. B. (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J. Ani. Sci.* **165**, 597-605.
 27. Yoshimura, T. and Namikawa, K. (1983) Influence of breed, sex and composition of bovine subcutaneous fat. *Jan. J. Zootech. Sci.* **54**, 97-102.
 28. 宮崎 昭 (1991) 肉牛 マニエアル. 規模擴大への經營の肉量及ぼす影響. 黒毛和種 去勢牛の脂肪交雜と部分肉. 筋肉内の脂肪含量の月齡變化について **323**, 44-48.
 29. 岡久 青司., 新居 康生., 林 和徳 (1993) 交雜種去勢肥育牛の育成期の飼養方法の違の後いがあるその肥育成績に及ぼす影響について. 徳島畜研報 **3**, 48-52.
 30. 농림부, 농촌진흥청 축산기술연구소, 축산업협동조합중앙회 (1998) 한우 고급육 생산기술개발 보고서, p. 181.