

농후사료의 조단백질 수준차이가 거세한우의 도체 및 육질특성에 미치는 영향

김병기¹ · 오동엽¹ · 황은경² · 송영한³ · 이상욱⁴ · 정근기⁴ · 하재정^{1*}

¹경상북도 축산기술연구소, ²문경대학교 호텔조리학과, ³강원대학교 동물생명과학대학, ⁴목산한우연구소

The Effects of Different Crude Protein Levels in the Concentrates on Carcass and Meat Quality Characteristics of Hanwoo Steers

Byung Ki Kim¹, Dong Yep Oh¹, Eun Gyeong Hwang², Young Han Song³, Sang Oug Lee⁴, Keun Ki Jung⁴ and Jae Jung Ha^{1*}

¹Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute, Yeongju 750-871, Korea, ²Department of Hotel Culinary Art, Munkyeong College, Munkyeong 745-706, Korea, ³College of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea, ⁴Moksan Hanwoo Research Institute, Gyeongsan 712-821, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of different crude protein levels in the concentrates on carcass and meat quality of Hanwoo steers. A total of thirty 5.3-month-old castrated Hanwoo calves (135.6±10.52 kg) were randomly allocated into either control or treatment group. The animals were separately housed to 5 heads per group. Crude protein levels in concentrates for growing, fattening, and finishing phases were 14, 13, and 11% for control group and 16, 15, and 14% for treatment group respectively. Comparative analysis of carcass characteristics, physico-chemical characteristics, and fatty acid composition in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers were carried out. There was no statistical difference in average cold carcass weight between control (411.9 kg) and treatment (419.9 kg) group. Also, dietary crude protein level in concentrates did not affect *M. longissimus dorsi* area, backfat thickness, and meat yield index. In contrast, the marbling score in treatment group was higher ($p<0.05$) than the control group. Also, treatment group showed significantly higher ($p<0.05$) values than control group for CIE L-value, Mono-unsaturated fatty acids and oleic acid composition. Therefore increasing crude protein levels of concentrates in Hanwoo steers during growing and fattening phases might be beneficial for the improvement of meat quality.

(Key words : Crude protein level, Carcass characteristics, Meat quality, Hanwoo steer)

서 론

한우를 이용한 고급육 생산은 값싼 수입 쇠고기와 차별화를 위해 꾸준히 제기되어 온 과제로서, 최근 한·미 FTA를 계기로 한우 쇠고기의 고품질화가 더욱 절실하게 되었다. 그 동안 정부, 축산관련 연구소 및 대학에서도 한우 고급육 생산을 위해 많은 투자와 기술개발을 수행해 왔다. 그러나 한우 특성에 맞게 효율적인 고급육을 생산하기 위해서는 연구가 더욱 다양하게 이루어져야 할 것이다.

더욱이, 90년대 이후의 한우는 유전형질과 관련된 많은 개량이 이루어져 자질이 우수한 개체의 생산 등 변화가 두드러지게 나타났으며, 이처럼 개량된 유전형질을 극대화시켜 생산성을 높일 수 있는 사양기술의 개발이 요구되는 시점이다.

일반적으로 비육우의 산육능력은 비육단계별로 급여하는 사료의 영양소 수준에 의해 크게 영향을 받는다. 이에, 육성기와 비육전기

에 조단백질 수준을 높이면 지육중량, 배최장근단면적 및 근내지방도가 증가하였고(增山 等, 1997; 丸山 等, 1994; Byers and Moxon 1980), 증체량과 사료요구율의 개선과 더불어 등지방두께가 현저히 감소하는 것으로 보고되고 있다(Rossi et al., 2000; Perry et al., 1983; Martin et al., 1979). 또한, Ponnampalam 등(2003)은 사료 중에 조단백질의 증가는 도체의 지방함량을 감소시킨다고 하였으며, Berge 등(1993)은 거세우에 조단백질의 급여증가는 근육의 생산량을 증가시키고, 연도의 감소를 보고하였다. Leng(1985)은 조단백질을 다량 급여하면 사료섭취량이 증가하고, 장내 아미노산 흡수율의 증가로 증체량이 향상된다고 하였다(Bailey, 1989). 따라서, 본 연구는 비육단계별 농후사료의 조단백질 수준 차이가 한우 거세우의 도체 특성 및 육질에 미치는 영향을 구명하여, 농가 생산성 향상 및 소득증대에 기여하고자 실시하였다.

* Corresponding author : Jae Jung Ha, Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute, Yeongju 750-871, Korea. Tel: +82-54-638-6012, E-mail: hjjggo@korea.kr

재료 및 방법

수행하였다.

1. 시험동물 및 사양관리

공시축은 생후 5.3개월령의 평균체중 135.6±10.52 kg의 거세우 30두를 공시하여 총 733일간 K 농장에서 실시하였다. 공시축의 배치는 대조구와 처리구로 나누어 동일 월령과 체중을 고려하여 한 pen당 (4.8×9.0 m) 5두씩 배치 (group feeding)하였고, 처리구당 3반복으로 수행하였다.

비육단계는 육성기 (6~13개월), 비육전기 (14~22개월), 비육후기 (23~출하)로 구분하였다. 시험사료 중의 농후사료는 단백질 수준 (건물기준; 육성기-16%, 비육전기-15%, 비육후기-14%)이 시험목적에 맞게 K 사료회사에서 주문 생산하였고, 대조구 사료는 동일 사료회사의 일반 시판사료 (건물기준; 육성기-14%, 비육전기-13%, 비육후기-11%)를 사용하였다. 조사료는 Timothy와 Tall fescue를 비육단계에 따라 시험구별 동일하게 급여하였으며, 이때 급여사료의 일반성분은 Table 1과 같다.

사료급여는 한우 사양표준에 의거 급여량을 계산하여 1일 2회로 나누어 동일한 양을 급여하였다. 물과 미네랄 블록은 자유로이 섭취할 수 있게 하였고, 기타 관리는 농장의 관행에 준하여

2. 도체 특성 조사

시험이 종료된 공시축은 출하를 위해 B 축산물 공판장으로 운반 후 도축하였다. 이후 축산물품질평가원의 등급판정기준에 따라 냉도체중 및 육량형질 (등지방두께, 배최장근단면적)과 육질형질 (근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 판정받고 데이터를 수집하였다.

또한, 도체성적 중 처리구간의 육량 및 육질성적의 개체별 분포와 출현율의 차이를 제시하기 위하여 육량등급은 A(3):B(2):C(1점)과 육질등급은 1⁺⁺(4):1⁺(3): 1(2):2(1):3(0점)으로 환산하여 제시하였다.

육질특성 분석을 위한 시료는 도체등급 판정 이후 13번째 흉추와 1번 요추 사이의 등심부위에서 일정량을 채취하였고, 채취한 시료는 냉장상태 (0~5℃)를 유지시켜 실험실로 운반한 후 즉시 육색과 가열감량을 측정하였다. 도체의 수분, 조지방과 조단백질 분석을 위한 시료는 시료 주위의 과도한 지방 및 막을 제거 한 후, 분쇄기 (HMC-150T, Hanil Co., Korea)로 곱게 분쇄하여 분석시까지 80℃에서 냉동 보관하였다.

Table 1. Chemical composition of diets (DM basis)

Composition (%)	Concentrates						Roughages	
	Growing		Fattening		Finishing		Timothy hay	Tall fescue.
	Control ¹⁾	Treatment ²⁾	Control	Treatment	Control	Treatment		
Moisture	11.88±0.18 ³⁾	11.94±0.25	11.81±0.24	11.93±0.20	12.46±0.17	12.45±0.12	8.07±1.07	7.97±1.60
Crude Protein	14.31±0.07	16.53±0.07	13.03±0.16	15.36±0.18	11.29±0.09	14.69±0.09	7.00±1.31	5.10±0.63
Crude fat	3.02±0.04	2.82±0.09	3.13±0.03	3.02±0.05	3.06±0.04	3.20±0.04	1.53±0.55	0.90±0.19
Crude fiber	7.19±0.21	7.35±0.23	6.21±0.23	6.56±0.08	5.20±0.06	5.54±0.13	33.97±2.19	35.97±0.50
Crude ash	5.43±0.06	5.83±0.13	5.23±0.16	5.74±0.07	5.56±0.05	5.89±0.08	5.92±1.33	5.57±0.55
NFE	58.17±0.10	54.53±0.52	60.59±0.16	57.39±0.38	62.43±0.23	58.23±0.17	43.51±2.02	44.49±1.48
Ca	0.97±0.03	1.07±0.04	0.87±0.03	0.92±0.01	0.69±0.02	0.68±0.01	0.23±0.04	0.23±0.03
P	0.50±0.00	0.58±0.01	0.42±0.01	0.54±0.01	0.39±0.01	0.49±0.01	0.18±0.05	0.13±0.06
ADF	11.90±0.32	12.40±0.13	10.80±0.10	11.34±0.45	8.75±0.22	6.93±0.35	40.85±0.51	39.96±2.26
NDF	27.29±0.80	27.98±0.21	23.87±0.30	25.71±1.08	21.14±0.29	19.46±0.16	61.15±0.07	61.11±1.19
TDN	68	68	70	70	72	72	54.61	40.04

¹⁾ CP low group (14%-13%-11%), ²⁾ CP high group (16%-15%-14%), ³⁾ Mean ± standard error.

3. 시료의 일반성분 분석

급여사료 및 등심시료의 일반성분은 AOAC 방법(1998)에 따라 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 측정하였다. 고기의 경우 시료 5g을 사용하여 105~110℃의 건조법으로, 조단백질은 시료 1g을 켈달법으로, 조지방은 시료 10g을 속시렛 추출법으로, 조회분은 시료 7g을 칭량하여 550℃의 전기로에서 회화시켰다.

4. 육색

육색 측정은 색차계(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 CIE L* (명도), a* (적색도), b* (황색도)로 표시하였으며, b/a 값을 색상(hue), $\sqrt{a^2 + b^2}$ 값을 채도(chroma)로 하였다. 이 때 사용된 표준 색판은 기기의 메뉴얼에 따라 Y=94.5, x=0.3132, y=0.3203으로 하였으며 시료의 3부위를 1회씩 측정하여 평균값으로 나타냈다.

5. 가열감량

가열감량은 육편을 약 25g으로 coring하여 polyvinylidene chloride 필름에 밀봉하고, 육편 중심부 온도가 70℃에 도달한 다음, 30분간 가열하였다. 가열 후 실온에서 1시간 방냉하고, 수분 손실량을 측정하여 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{\text{수분 손실량}(g)}{\text{시료 무게}(g)} \times 100$$

6. 지방산 분석

등심 조직 약 450g을 채취하여 각각 잘게 분쇄한 뒤 25g씩 사용하여 Folch법(Folch 등, 1957)으로 chloroform : methanol (2:1)을 5ml 넣고, homogenizer (Polytron PT-MR-2100, Switzerland)를 이용하여 11,000 rpm에서 2~3분 동안 분쇄하여 추출한 후 water bath(40℃)에서 filter paper를 이용하여 여과하였다. 이후 여과액을 증류수와 혼합한 후 메탄올과 물층을 제거하고 클로로포름과 지질층을 질소가스를 이용하여 제거한 후 BF3-methanol(14%)를 처리하여 65℃에서 transmethylation 시켜 분석하였다. 총 지방산조성 분석은 gas-chromatography (Perkin-Elmer CO, USA)를 이용하였다.

7. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS package(2002)의 GLM 분석 방법에 따라 분석하였고, 각 처리구별 유의성은 T-test로 5% 수준에서 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 도체성적

Table 2에 제시한 결과와 같이 대조구와 처리구의 냉 도체중은

Table 2. Effects of crude protein levels in concentrates on carcass characteristics of Hanwoo steers

Items	Control ¹⁾	Treatment ²⁾	Pr > t ³⁾
Marketing wt. (kg)	715.3±8.69 ⁴⁾	732.0±10.71	0.2042
Cold carcass wt. (kg)	411.9±7.66	419.9± 7.54	0.4666
Backfat thickness (mm)	11.1±0.98	9.4± 0.68	0.1577
M. longissimus dorsi area (cm ²)	82.1±1.58	83.4± 1.55	0.5517
Meat yield index	65.0±0.75	66.5± 0.56	0.1335
A : B : C (hd)	6 : 6 : 3	7 : 6 : 2	—
Meat yield grade ⁵⁾	33.0±3.32	35.0± 2.67	0.1098
Marbling score ⁶⁾	5.13±1.96	6.40± 1.30	0.0461*
Meat color ⁷⁾	4.67±0.13	4.47± 0.13	0.2849
Fat color ⁸⁾	2.47±0.13	2.53± 0.13	0.7263
Texture ⁹⁾	1.00±0.00	1.00± 0.00	1.0000
Maturity ¹⁰⁾	2.07±0.07	2.07± 0.07	1.0000
1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3(hd)	2:7:3:3:0	3:9:3:0:0	—
Meat quality grade ¹¹⁾	38.0±5.43	45.0± 4.10	0.0950

¹⁾ CP low group (14%-13%-11%)

³⁾ Probability of the T-test

⁵⁾ Converted to numeric; grade A = 3, B = 2 and C= 1

⁷⁾ 7 = Dark red, 1 = bright

⁹⁾ 3 = Coarse, 1 = fine

¹¹⁾ Converted to a numeric; grade 1⁺⁺ = 4, 1⁺ = 3, 1 = 2, 2 = 1 and 3 = 0.

²⁾ CP high group (16%-15%-14%)

⁴⁾ Mean ± standard error

⁶⁾ 9 = The most abundant, 1 = devoid

⁸⁾ 7 = Yellowish, 1 = white

¹⁰⁾ 9 = Mature, 1 = youthful

각각 411.9 kg과 419.9 kg으로 처리구에서 약간 증가하는 경향을 보였으나, 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

육량형질의 경우, 등지방두께는 대조구가 11.1 mm, 처리구가 9.4 mm로 처리구에서 얇은 경향을 보였으며, 배최장근단면적은 대조구와 처리구에서 각각 82.1 cm²와 83.4 cm²로 처리구에서 증가하는 경향을 나타냄으로써, 육량지수에서도 각각 65.0, 66.5으로 처리구에서 육량등급이 향상되는 경향을 보였으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다. 도체성적에서 육량등급(A:B:C)별 개체의 두당 등급분포를 살펴보면 대조구는 6:6:3 이었으나 처리구는 7:6:2로서 양구간을 비교해보기 위하여 A=3, B=2, C=1 점으로 환산하여 계산한 결과 대조구와 처리구는 각각 33.0점과 35.0으로 처리구에서 개선되는 경향을 보였다.

육질형질의 경우는 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에서 대조구와 처리구는 상호 유의적인 차이는 없으나, 근내지방도에서 5.14, 6.40으로 처리구에서 유의적 (p<0.05)으로 향상되었다. 또한, 도체성적의 개체별 육질등급(1⁺⁺:1⁺:1:2:3)의 분포를 보면 대조구는 2:7:3:3:0 이었으나 처리구는 3:9:3:0:0로서, 양 구간을 비교하기 위하여 1⁺⁺=4, 1⁺=3, 1=2, 2=1, 3=0점으로 환산하여 계산한 결과 각각 38.0점, 45.0점으로 처리구에서 육질이 개선되는 경향을 보였다. 이 같은 결과는 增山 等(1997)과 丸山 等(1994)의 연구에서 화우 비육 시 육성 및 비육기에 농후사료의 조단백질 함량을 높여 주면 근내지방도가 향상되었다는 보고와 유사한 경향으로 나타났다.

2. 도체의 이화학적 특성 및 지방산 조성

도체의 이화학적 특성과 지방산 조성에 대한 결과는 Table 3과

4에서와 같다. Table 3에서 나타난 바와 같이 도체의 수분, 조지방 및 조단백질 함량은 대조구가 64.6%, 14.9% 및 19.1%이며, 처리구의 경우 64.1%, 15.2% 및 18.7%로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 처리구에서 수분과 조단백질의 경우 감소하고 조지방은 증가하는 경향을 나타냈다.

일반적으로 도체의 이화학적 성분은 근내지방도 또는 육질등급과 밀접한 관계가 있으며, 육질등급이 높을수록 조지방 함량은 증가하고 수분함량이 감소하며, 조단백질 함량도 감소하는 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2004; Cameron et al., 1994; Savell et al., 1986; McBee and Wiles, 1967).

이에 Table 2에서 제시한 조단백질 수준차이에 따른 근내지방도가 유의적 (p<0.05)으로 향상되었으며, 도체의 수분과 조단백질의 함량은 감소하고 조지방의 함량이 증가하는 경향에서 본 연구 결과와 동일하게 나타났다.

가열감량에서는 유의적인 차이를 나타내지는 못하였지만, CIE 값 중 명도의 경우 처리구에서 39.0으로 대조구보다 0.6으로 증가하며 유의적 (p<0.05)인 차이를 보였다. CIE 값의 명도는 육질등급 및 근내지방도와 정(+)의 상관으로 육질등급이 높은 곳에서 높으며, 가열감량도 근내지방도와 육질등급이 높을수록 가열감량이 낮다고 보고되고 있다(小提恭平, 1994). 또한, Kim and Jung (2007)은 쇠고기의 육질평가에서 전단력이 높을수록 질기며, 보수성은 높을수록 부드러우며, 가열감량이 낮을수록 육질이 좋다고 제시한 바 있다.

이러한 결과들은 본 연구에서 제시한 Table 2에서 조단백질 수준차이에 따라 근내지방도가 유의적 (p<0.05)으로 향상되고, 가열감량은 대조구 대비 낮은 경향을 보였으며, 특히 Table 3의 CIE 값 중 명도가 유의적 (p<0.05)으로 높아지는 결과와 유사하였다.

Table 3. Effects of crude protein levels in concentrates on physico-chemical characteristics in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Items	Control ¹⁾	Treatment ²⁾	Pr > t ³⁾
Heads	15	15	
Moisture (%)	64.6±0.69 ⁴⁾	64.1±0.64	0.0651
Crude fat (%)	14.9±0.71	15.2±0.79	0.2330
Crude protein (%)	19.1±0.64	18.7±0.79	0.1047
CIE value: ⁵⁾			
L* ⁵⁾	37.9±0.72	39.1±0.67	0.0072*
A* ⁶⁾	22.9±0.62	23.1±0.44	0.8116
B* ⁷⁾	9.7±0.50	10.2±0.36	0.4316
Chroma	24.9±0.76	25.3±0.55	0.6685
Hue	22.6±0.56	23.4±0.43	0.2265
Cooking loss (%)	27.8±0.40	27.6±0.60	0.2932

¹⁾ CP low group (14%-13%-11%)

³⁾ Probability of the T-test

⁵⁾ L* = lightness,

⁷⁾ B* = yellowness.

²⁾ CP high group (16%-15%-14%)

⁴⁾ Mean ± standard error

⁶⁾ A* = redness,

Table 4. Effects of crude protein levels in concentrates on fatty acid in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers

Fatty acid (%)	Control ¹⁾	Treatment ²⁾	Pr > t ³⁾
Heads	15	15	
C14:0	3.49±0.15 ⁴⁾	2.93±0.18	0.1783
C14:1	0.47±0.06	0.34±0.04	0.3718
C16:0	33.43±0.89	34.60±0.93	0.4793
C16:1	4.06±0.29	4.17±0.18	0.4229
C17:0	0.51±0.13	0.33±0.05	0.3478
C18:0	10.18±0.76	10.30±0.42	0.0901
C18:1	43.05±0.46	43.61±0.42	0.0017*
C18:2	1.87±0.49	1.99±0.28	0.5840
C18:3	0.02±0.01	0.03±0.00	0.3333
C20:0	2.78±0.27	2.85±0.41	0.8725
SFA ⁵⁾	50.36±0.91	51.01±1.05	0.5708
UFA ⁶⁾	49.44±0.92	49.99±1.05	0.6366
MUFA ⁷⁾	47.71±0.66	48.52±0.58	0.0014*
U/S ⁸⁾	0.99±0.04	0.98±0.04	0.5970

¹⁾ CP low group (14%-13%-11%)

³⁾ Probability of the T-test

⁵⁾ Saturated fatty acids

⁷⁾ Mono-unsaturated fatty acids

²⁾ CP high group (16%-15%-14%)

⁴⁾ Mean ± standard error

⁶⁾ Unsaturated fatty acids

⁸⁾ Unsaturated fatty acid / Saturated fatty acid.

도체의 지방산 조성 경우 Table 4에 나타난 바와 같이 대조구와 시험구간에 단일불포화지방산에서 유의적 ($p<0.05$)인 차이를 보였으며, 올레인산에서 처리구가 43.55%로 대조구의 43.19% 대비 유의적 ($p<0.05$)으로 높게 나타났다. 지방산 조성은 도체의 부위, 품종, 성, 계절 및 사료, 비육기간에 따라 다르며, 지방산 조성에 미치는 영향도 근육조직에서 보다 지방조직에서 더 뚜렷하며, 또한 지방산 조성은 육질등급에 의해서도 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(Kim, 2006; Song et al., 2000; Westerling and Hedrick, 1979). 특히, Oh 등(2012)은 지방산 조성 중 올레인산 함량이 증가할수록 근내지방도가 증가한다는 결과와 같이 본 연구에서도 조단백질 급여수준 증가에 따른 근내지방도 향상이 올레인산 함량의 증가로 이어진 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 농후사료의 조단백질 수준이 거세한우의 육질에 미치는 영향을 구명하기 위해 한우 거세 송아지 30두를 공시하여, 비육 단계별 육성기, 비육전기 및 비육후기에 농후사료의 조단백질 수준을 대조구는 육성기; 14%, 비육전기; 13% 및 비육후기; 11%, 처리구는 육성기; 16%, 비육전기; 15% 및 비육후기; 14%로 하여 도체 특성, 육질의 이화학적 특성 및 지방산 조성을 분석하였다. 육질등급에서는 대조구 대비 처리구에서 근내지방도가 유의적 ($p<0.05$)으로 향상되었고, 육질등급을 점수화하여 환산한 결과로는 약 15.6%

정도가 처리구에서 개선되는 경향을 보였다. 도체의 이화학적 특성에서는 처리구에서 수분과 조단백질의 경우 감소하고 조지방은 증가하는 경향을 나타냈다. 지방산 조성 중 단일불포화지방산 및 올레인산에서 처리구가 대조구 대비 유의적 ($p<0.05$)으로 증가하였다. 따라서, 본 시험의 결과로 육성 및 비육기때 농후사료내 조단백질 수준을 증가시키면 근내지방도, CIE 값의 명도, 올레인산 및 단일불포화지방산에서 유의적 ($p<0.05$)으로 개선되었다.

(주제어: 조단백질 수준, 도체특성, 육질, 거세한우)

인 용 문 헌

- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.
- Bailey, C. B. 1989. Rate and efficiency of gain, from weaning to slaughter, of steers given hay, hay supplemented with ruminal undegradable protein, or concentrate. Can. J. Anim. Sci. 69:691-705.
- Berge, P., Culliolli, J., Renner, M., Touraille, C., Micol, D. and Geay, Y. 1993. Effect of feed protein on carcass composition and meat quality in steers. Meat Sci. 35:79-92.
- Byers, F. M. and Moxon, A. L. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 50:1136-1144.

- Cameron, P. J., Zembayashi, D. K., Lunt, T., Mitsuhashi, M., Mitsumoto, 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.
- 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.
- Kim, B. K. 2006. Effects of feeding high quality roughage (timothy hay) during growing period on growth performance and carcass characteristics of hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:212-217.
- Kim, B. K. 2006. Effects of feeding timothy hay roughage in the beef quality of growing period fattening hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:284-289.
- Kim, B. K. and Jung, C. J. 2007. Effects of feeding dietary mugwort on the beef quality in fattening hanwoo. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27:246-249.
- 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 chemico-physical and sensory traits of *M. longissimus dorsi* in Hanwoo. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* 46:833-840.
- Leng, R. A. 1985. Efficiency of feed utilization by ruminants. In R. B. Cumming (ED), *Recent advances in animal nutrition in Australia*, Pap. No. 32. Armidale, N. S. W. University of NewEngland.
- Martin, T. G., Perry, T. W., Mohler, M. T. and Owens, F. H. 1979. Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstilbestrol on daily gain, feed conversion and carcass traits of bulls. *J. Anim. Sci.* 48:1026-1032.
- McBee, J. L. Jr. and Wiles, J. A. 1967. Influence of marbling and carcass grade on the physical and chemical characteristics of beef. *J. Anim. Sci.* 26:701-704.
- Oh, D. Y., Lee, Y. S., La, B. M. and Yeo, J. S. 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(7):913-920.
- 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.
- Ponnampalam, E. N., Hosking, B. J. and Egan, A. R. 2003. Rate of carcass components gain, carcass characteristics, and muscle *longissimus* tenderness in lambs fed dietary protein sources with a low quality roughage diet. *Meat Sci.* 63:143-149.
- Rossi, J. E., Loerch, S. C. and Fluharty, F. L. 2000. Effects of crude protein concentration on diets feedlot steers fed to achieve stepwise increases in rate of gain. *J. Anim. Sci.* 78:3036-3044.
- SAS. 2002. *SAS User's Guide : Statistics*. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Savell, J. W., Cross, H. R. and Smith, G. C. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef *longissimus* muscle as related to USDA marbling score. *J. Food Sci.* 51:838-840.
- 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 location in Hanwoo steers. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* 42:859-870.
- Westerling, D. B. 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.* 68:3677-3684.
- 丸山 新, 森木 久, 三浦康, 森井良三. 1994. 飼料の粗蛋白質水準が黒毛和種去勢牛の發育および肉質におよぶ影響. *肉用牛研究會報* 58:10-11.
- 小堤恭平. 1994. 食肉の品質評價技術. *農林水産技術研究ジャーナル*. 17: 19-26.
- 増山秀人, 岩倉直行, 笠井勝美, 生井和夫 等. 1997. 黒毛和種 去勢牛における 肥育期別 濃厚飼料中の 粗蛋白質水準の違いが 産育性に及ぼす影響. *肉用牛 研究會報* 62:1-3.

(Received Feb. 19, 2013; Revised Feb. 22, 2013; Accepted Feb. 25, 2013)