근내지방도가 한우 도체등급 요인, 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향

이종문* · 최주희¹ · 진현주 · 김태일 · 박범영 · 황도연² · 고경철² · 김천제¹ · 황규석

농촌진흥청 국립축산과학원, ¹건국대학교 축산식품생물공학부, ²축산물품질평가원

Effect of Marbling Score on Carcass Grade Factors, Physico-chemical and Sensory Traits of *M. Longissimus Dorsi* in Hanwoo

Jong-Moon Lee*, Ju-Hui Choe¹, Hyune-Ju Jin, Tae-Il, Kim, Beom-Young Park, Do-Yon Hwang²,
Kyung-Chul Koh², Cheon-Jei Kim¹, and Kyu-Seok Hwang

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation, Gunpo 435-010, Korea

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of marbling scores on carcass grade factors, physico-chemical and sensory traits of Hanwoo. Data used in this study were collected from 73,316 carcasses obtained at the Nonghyup Seoul slaughterhouse in 2009 and 271 cuts of *M. longissimusdorsi* were analyzed to estimate beef qualities. As the marbling scores increased, backfat thickness was linearly increased ($p<0.05$) in cows (9.51 mm-14.69 mm) and steers (8.71 mm-14.23 mm). As the marbling scores increased, maturity of cows was increased and meat color, texture and quality grade improved for all genders. With increase of the marbling scores, crude fat contents (3.07%-26.70%), water holding capacity (52.09%-58.66%), L^* value (34.08-41.97) were significantly increased ($p<0.05$) and Warner-Bratzler shear force was linearly decreased ($p<0.05$) from 8.58 kg to 2.60 kg. The increase of crude fat contents had the similar interval with the increase of marbling scores from 1 to 6 but it is sharply increased from marbling score 7. There was no difference observed on pH₂₄ (5.50-5.66), protein contents (19.57%-21.15%) among the marbling scores. Marbling score was significantly correlated with live weight ($r=0.29$) in cows, loin eye area ($r=0.35$) in steer, and overall acceptability of panel scores ($r=0.67$) ($p<0.01$).

Key words: marbling scores, grade factors, physico-chemical traits, panel scores, Hanwoo

서 론

우리나라의 쇠고기 육질등급은 9개의 근내지방도에 따라 1차 예비등급(근내지방 8 및 9=1⁺⁺등급, 6 및 7=1⁺등급, 4 및 5=1등급, 2 및 3=2등급, 1=3등급)을 평가 하고 있다. 미국은 쇠고기 육질등급을 8개 근내지방도와 성숙도의 조합으로 설정하였고(USDA, 1997) 일본은 최상위 육질 5등급의 근내지방도 범위를 8-12로 완화하였으며(JMGA, 1988) 호주는 국제매뉴얼에 근내지방도 10개를 적용하였다(AUS-MEAT, 2005). 이와 같이 근내지방도는 국가별 식문화와 쇠고기 산업 여건에 따라 기준이 다르나 도체가치 평가에서 가장 중요한 요인이며(Kim and Lee,

2003; Moon *et al.*, 2006; Moore *et al.*, 2010; Yamada and Nakanishi, 2012) 고품질 쇠고기의 지표로써 평가되어 왔다(Gotoh *et al.*, 2009; Irie *et al.*, 2011).

그동안 근내지방도 관련 연구는 도체특성 및 이화학적 특성에 관한 연구(Bass *et al.*, 2010; Indurian *et al.*, 2009), 관능특성에 관한 연구(Dikeman *et al.*, 2005; Garmyn *et al.*, 2011; Platter *et al.*, 2005) 등이 수행되어 왔다. 특히 Savell 등(1986)은 조지방 함량에 따른 미국의 근내지방도를 평가하였고 Cameron 등(1994)은 조지방 함량에 따른 일본의 근내지방도를 평가하였으며 USDA-AMS(2006)는 기계를 사용하여 근내지방도를 평가할 때 정확도를 위하여 9개의 근내지방도와 점수(100-900)에 대한 평가조건을 제시하였다.

품종에 대한 근내지방도 연구는 한우(Cho *et al.*, 2010; Moon *et al.*, 2006), 유럽종(Dow *et al.*, 2011; Garcia *et al.*, 2008; Moore *et al.*, 2010) 및 일본흑모화우(Matsuishi

*Corresponding author: Jong-Moon Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1224, Fax :82-31-290-1225, E-mail: jm9758@korea.kr

et al., 2001; Ueda et al., 2007)에 대하여 연구가 수행되어 왔다.

근내지방도에 대한 소비자 의식조사 연구에서 Smith 등 (2009)은 한국과 일본의 소비자들은 근내지방도가 높은 쇠고기를 선호한다고 하였고 그 이유에 대하여 Hwang 등 (2010)은 다즙성과 향미가 우수하기 때문이며 Matsuishi 등 (2001)은 근내지방의 독특한 향과 맛 때문이라고 하였다. 따라서 근내지방도는 소비자의 구매에 큰 영향을 준다고 하였다(Moon et al., 2003; Platter et al., 2005). 이와 같은 다양한 연구에서 쇠고기의 품질과 맛에 영향을 주는 근내지방의 조절 연구가 필요하고(Dodson et al., 2010) 이화학 특성을 향상시키는 것이 중요하다고 하였다(Okumura et al., 2012).

쇠고기산업의 발전 측면에서 미국은 근내지방도 등 소도체의 특성조사를 1991년부터 실시하여 왔으며(Lorenzen et al., 1993) 2011년부터 5회째 국가 조사연구를 착수하였고(Haper, 2011) 일본은 비육우의 중체율을 높이고 근내지방은 현재수준을 유지하는 개량목표를 2020년까지 설정하고 있다(MAFF, 2010).

우리나라는 근내지방도를 9개로 확대 적용된 2005년을 기점으로 쇠고기의 품질이 크게 향상되어 왔으나(KAPE, 2011) 쇠고기 수입량은 매년 증가되고 있으며(MAFF, 2011) 국제 곡물가격은 상승될 것으로 전망되고 있어(USDA-ERS, 2012) 한우산업에 큰 부담이 되고 있다.

이와 같은 시점에서 본 연구는 한우산업 발전에 활용될 수 있는 기초 자료를 도출하고자 근내지방도에 따른 도체등급 요인과 이화학적 및 관능적 특성을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

공시재료

한우도체자료는 근내지방도가 9개로 확대 적용된 2005년을 기점으로 소의 생산주기를 감안하여 2009년도에 전국에서 출하된 73,316두(암소=13,376두, 수소=41,577두, 거세우=55,783두)를 분석하였다. 출하월령은 30개월 내외로 전국농가의 출하시점을 기준으로 하였다. 도체자료는 출하체중 기록이 있는 농협 서울공판장의 등급판정 자료를 분석하였으며 출하체중 기록이 없는 수소 근내지방도 9의 도체성적은 전국 도축장 출하우의 도체성적을 분석하였다. 한우등심육의 품질평가는 국립축산과학원 부설 도축장에서 2005년부터 2010년까지 도축한 251두의 등심육과 축산원 도축시료에서 부족한 근내지방도 8 및 9의 일부 등심시료는 2009년도에 축협 강남판매장에서 주문에 의하여 구입하여 총 271개의 시료를 분석하였다. 축협판매장에서 주문 구입한 등심의 분석 시간 및 처리는 국립축산과학원의 도체시료 처리조건과 맞도록 최대한 조정하였다. 구입한 등심육의 근내지방도는 축산물등급(소)판정 확인서의

기록으로 구분하였으며 국립축산과학원 도축우의 도체등급은 축산물품질평가원 평가사가 도축시마다 출장 하여 판정하였다. 이화학적 및 관능적 특성 분석시료는 국립축산과학원 부설 도축장에서 도축 후 부분육 발골시 갈비 12마디부터 13마디 사이의 등심(*M. longissimus dorsi*) 부위의 냉장육 2.5 kg을 사용하여 국립축산과학원 축산물이용과 육가공 실험실에서 분석하였다.

도체등급 판정요인 측정

도체등급 판정요인의 측정은 도축 후 5°C 상태의 냉장실에서 도체를 18-24시간 냉장한 후 도체의 심부온도가 5°C 상태에 도달하였을 때 도체중을 계량하고 왼쪽 반도체의 마지막흉추와 제1요추사이를 절개하였다. 절개된 배최장근단면적을 30분 정도 예냉실에서 노출하여 발색시킨 다음 축산물등급판정세부기준에 따라 축산물품질평가원 소속 축산물 품질평가원이 측정하였다.

일반성분 분석

한우 등심육의 일반성분은 AOAC(2000) 분석방법에 준하여 수행하였다. 지방 및 수분함량은 CEM 자동추출장치(Labwave 9000/FAS 9001, CEM Corp., USA)를 이용하여 측정하였다. 단백질은 Kjeltac System (Kjeltac Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Höganäs, Sweden)을 이용하여 분석하였으며, 회분은 회분분석기 (MAS 7000, CEM Corp., USA)를 이용하여 측정하였다.

육색 및 pH 측정

기계적 육색 측정은 근육의 절단면에서 Chroma meter (CR 301, Minolta Co, Japan)를 사용하여 명도(L^*), 적색도(a^*), 황색도(b^*)를 CIE(Commission Internationale de Leclairage)값으로 측정하였고, 표준편은 $Y=92.40$, $x=0.3136$, $y=0.3196$ 의 백색타일을 사용하였다. pH는 도축 후 24시간이 경과된 시점에서 근육시료에 직접 pH meter(NWKninar pH K-21, Germany)를 접촉하여 측정하였다.

가열감량, 전단력 및 보수력

신선육 시료를 가로 10 cm, 세로 10 cm, 높이 3 cm 크기로 절단하여 무게를 측정하고, 80°C 항온수조에서 시료 내부 중심온도가 70°C가 될 때까지 가열한 다음 냉각 후 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하여 가열감량(Cooking loss)을 계산하였다. 전단력가(WBs, Warner-Bratzler shear force)는 Wheeler 등(2001)의 방법에 따라 가열 후 냉각시킨 고기시료를 직경 1.27 cm 크기로 근섬유 방향으로 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler Shear Meter, USA)로 3번 이상 측정하였고, 보수력(WHC; Water holding capacity)은 원심분리법(Laakkonen et al., 1970)으로 측정하였다.

관능검사

15명의 훈련된 관능검사 요원들에 의하여 6점 평가법으로 실시하였다. 다즙성(1=대단히 건조하다, 6=대단히 다즙하다), 연도(1=대단히 질기다, 6=대단히 연하다), 향미(1=대단히 싫다, 6=대단히 좋다) 및 전체기호도(1=대단히 싫다, 6=대단히 좋다)를 평가하였다.

통계분석

본 연구에서 이용한 자료에 대한 통계분석을 위해 SAS9.2 Package/PC(SAS, 2010)의 일반선형모형 분석절차인 PROC GLM을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 추정된 최소 제곱평균(least square mean)에 대한 근내지방도 그룹별 유의성 검정을 위해 던컨 다중범위검정(DMRT; Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 또한 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 구하고 이에 대한 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

근내지방도와 도체특성

근내지방도에 따른 한우 암소 수소 및 거세우의 생체중 및 도체등급 요인 분석결과는 Table 1, Table 2 및 Table 3과 같다.

생체중은 근내지방도가 증가할수록 암소(502.5-588.2 kg), 수소(635.7-706.8 kg) 및 거세우(608.-698.1 kg)에서 증가하였으며($p<0.05$) 평균 생체중은 각각 551.3 kg, 641.2 kg 및

681.9 kg으로 거세우가 가장 높았다. 이와 같은 결과는 Apple 등(1999)이 근내지방도 증가에 따라 생체중이 증가하였다는 결과와 유사하였다.

도체중은 근내지방도 증가에 따라 암소(277.1-343.8 kg), 수소(375.9-415.8 kg) 및 거세우(355.9-430.7 kg)에서 증가하였으며($p<0.05$) 암소, 수소, 거세우의 평균 도체중은 각각 315.5 kg, 380.6 kg 및 413.1 kg으로 거세우가 가장 높았다.

배최장근단면적은 암소(69.39-84.32 cm²), 거세우(77.32-95.40 cm²)에서 증가하였으나($p<0.05$) 수소의 배최장근단면적은 85.83-94.00 cm² 범위로 근내지방도 1에서 7까지 유의적인 차이가 없었다. 암소, 수소, 거세우의 평균 배최장근단면적은 각각 76.7 cm², 86.25 cm² 및 86.23 cm²으로 수소와 거세우가 비슷하였다.

등지방두께는 근내지방도가 1에서 9로 증가할수록 암소는 9.51 mm에서 14.69 mm로, 거세우는 8.71 mm에서 14.23 mm로 증가하였으나($p<0.05$) 수소의 등지방두께는 5.33 mm에서 10.29 mm 범위로 근내지방도에 따라 뚜렷한 변화추세가 없었다. 암소, 수소, 거세우의 평균 등지방두께는 각각 11.93 mm, 6.08 mm 및 12.57 mm로 거세우가 가장 높았으나 예비등급의 1⁺ 및 1⁺⁺등급에 해당하는 근내지방도 6-9의 등지방두께는 한우암소(13.22-14.69 mm)가 거세우(12.942-14.23 mm) 보다 높았다.

육량등급요인에 대한 결과는 Kim과 Lee(2003)가 한우 암소에서 근내지방도 증가에 따라 도체중이 증가($p<0.05$) 된다는 결과, Park 등(2002)이 배최장근면적이 증가($p<0.05$)

Table 1. Means and standard errors for various traits stratified according to marbling scores of cow in Hanwoo

Traits	Marbling score ¹⁾									Mean	RSEM ²⁾	P>F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Heads	1,780	2,544	2,077	2,281	1,677	1,375	960	448	234	-	-	-
Live weights (kg)	502.5 ^g	544.9 ^f	548.3 ^f	564.8 ^d	558.2 ^e	574.0 ^{bc}	568.3 ^{cd}	577.1 ^b	588.2 ^a	551.3	65.5	<0.0001
Carcass weight (kg)	277.1 ^g	310.9 ^f	313.2 ^f	326.2 ^d	320.9 ^e	332.3 ^c	328.5 ^{cd}	337.0 ^b	343.8 ^a	315.5	44.5	<0.0001
Loin eye area (cm ²)	69.39 ^f	75.73 ^e	76.26 ^e	78.39 ^d	77.62 ^d	79.94 ^c	79.65 ^c	82.06 ^b	84.32 ^a	76.70	9.90	<0.0001
Back fat thickness	9.51 ^f	11.47 ^e	11.18 ^e	12.84 ^c	12.12 ^d	13.22 ^c	13.29 ^{bc}	13.81 ^b	14.69 ^a	11.93	5.50	<0.0001
Yield index	67.84 ^a	66.62 ^b	66.82 ^b	65.75 ^d	66.22 ^c	65.57 ^d	65.58 ^d	65.36 ^d	64.94 ^e	66.36	3.79	<0.0001
Skeletal maturity ³⁾	5.93 ^{dde}	6.06 ^{cde}	5.87 ^e	6.23 ^{abc}	6.12 ^{cd}	6.36 ^a	6.33 ^{ab}	6.14 ^{bc}	6.35 ^a	6.11	1.96	<0.0001
Meat color ⁴⁾	5.00 ^a	4.91 ^b	4.84 ^c	4.79 ^d	4.86 ^{bc}	4.79 ^d	4.73 ^e	4.63 ^g	4.68 ^f	4.85	0.49	<0.0001
Fat color ⁵⁾	3.05 ^{abc}	3.00 ^{cd}	2.99 ^{cd}	3.04 ^{abcd}	3.09 ^a	3.03 ^{bcd}	3.07 ^{ab}	3.00 ^{cd}	3.06 ^{ab}	3.03	0.55	<0.0001
Texture ⁶⁾	2.05 ^a	2.01 ^b	1.98 ^b	1.76 ^c	1.48 ^d	1.40 ^e	1.28 ^f	1.19 ^g	1.17 ^g	1.74	0.35	<0.0001
Yield grade ⁷⁾	1.99 ^{bc}	1.89 ^c	1.84 ^c	1.96 ^{cd}	1.91 ^{de}	1.99 ^{bc}	1.99 ^{bc}	2.04 ^{ab}	2.08 ^a	1.94	0.64	<0.0001
Quality grade ⁸⁾	5.00 ^a	4.23 ^b	4.16 ^c	3.20 ^d	3.19 ^d	2.31 ^e	2.25 ^f	1.47 ^g	1.44 ^g	3.55	0.43	<0.0001

¹⁾Marbling score: 1, devoid; 9, very abundant

²⁾RSEM of the standard error of the means for each treatment is presented.

³⁾Skeletal maturity: 1, youthful; 9, mature

⁴⁾Meat color: 1, bright red; 7, dark red

⁵⁾Fat color: 1, white; 7, yellowish

⁶⁾Texture: 1, very fine; 3, very coarse

⁷⁾Yield grade: A, 1; B, 2; C, 3

⁸⁾Quality grade: 1⁺⁺, 1; 1⁺, 2; 1, 3; 2, 4; 3, 5

^{a-h}Means within a row with different superscript differ significantly ($p<0.05$).

Table 2. Means and standard errors for various traits stratified according to marbling scores of bull in Hanwoo

Traits	Marbling score ¹⁾									Mean	RSEM ²⁾	P>F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Heads	3,093	503	131	47	26	225	107	20	5	-	-	-
Live weights (kg)	635.7 ^b	661.4 ^{ab}	655.4 ^{ab}	676.6 ^{ab}	659.1 ^{ab}	686.4 ^{ab}	674.0 ^{ab}	706.8 ^a	NE	641.2	83.14	<0.0001
Carcass weight (kg)	375.9 ^b	391.4 ^{ab}	388.9 ^{ab}	402.2 ^{ab}	392.0 ^{ab}	400.4 ^{ab}	397.9 ^{ab}	396.8 ^{ab}	415.8 ^a	380.6	53.69	<0.0001
Loin eye area (cm ²)	85.83 ^b	86.56 ^b	86.73 ^b	86.02 ^b	86.42 ^b	88.59 ^{ab}	90.13 ^{ab}	94.00 ^a	90.60 ^{ab}	86.25	11.31	<0.0001
Back fat thickness	5.33 ^d	7.54 ^c	8.48 ^{bc}	10.29 ^a	8.35 ^{bc}	9.05 ^{abc}	8.64 ^{bc}	9.55 ^{ab}	7.87 ^c	6.08	2.81	<0.0001
Yield index	70.22 ^a	68.55 ^b	68.05 ^b	66.5 ^c	68.02 ^b	67.66 ^b	68.18 ^b	68.14 ^b	68.33 ^b	69.69	2.22	<0.0001
Skeletal maturity ³⁾	2.53 ^a	2.33 ^a	2.43 ^a	2.34 ^a	2.46 ^a	2.24 ^a	2.29 ^a	2.30 ^a	2.20 ^a	2.48	0.93	<0.0001
Meat color ⁴⁾	5.08 ^a	4.73 ^{ab}	4.60 ^b	4.47 ^b	4.46 ^b	4.76 ^{ab}	4.76 ^{ab}	4.75 ^{ab}	4.80 ^{ab}	4.98	0.61	<0.0001
Fat color ⁵⁾	2.88 ^{ab}	2.88 ^{ab}	2.80 ^{ab}	2.94 ^a	2.73 ^b	2.97 ^a	2.98 ^a	2.95 ^a	3.00 ^a	2.88	0.34	<0.0001
Texture ⁶⁾	2.02 ^a	2.00 ^a	1.98 ^a	1.66 ^b	1.19 ^c	1.04 ^d	1.02 ^d	1.05 ^d	1.00 ^d	1.92	0.15	<0.0001
Yield grade ⁷⁾	1.11 ^c	1.23 ^{bc}	1.31 ^{bc}	1.57 ^a	1.27 ^{bc}	1.40 ^{ab}	1.39 ^{ab}	1.35 ^{ab}	1.40 ^{ab}	1.16	0.39	<0.0001
Quality grade ⁸⁾	5.00 ^a	4.00 ^b	4.00 ^b	3.00 ^c	3.00 ^c	2.00 ^d	2.00 ^d	1.00 ^e	1.00 ^e	4.55	0	<0.0001

For footnote denomination see Table 1.

^{a-e}Means within a row with different superscript differ significantly ($p<0.05$).

NE, Non Estimate.

Table 3. Means and standard errors for various traits stratified according to marbling score of steer in Hanwoo

Traits	Marbling score ¹⁾									Mean	RSEM ²⁾	P>F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Heads	1,097	5,241	5,767	9,039	7,969	9,735	7,113	5,860	3,962	-	-	-
Live weights (kg)	608.3 ^g	670.4 ^f	668.6 ^f	682.9 ^d	679.9 ^e	689.5 ^c	684.9 ^d	693.3 ^b	698.1 ^a	681.9	68.12	<0.0001
Carcass weight (kg)	355.9 ^h	401.9 ^g	401.3 ^g	412.9 ^c	410.6 ^f	419.0 ^c	415.9 ^d	424.5 ^b	430.7 ^a	413.1	46.05	<0.0001
Loin eye area (cm ²)	77.32 ^h	82.54 ^g	82.84 ^g	84.29 ^f	84.99 ^e	86.67 ^d	88.10 ^c	90.15 ^b	95.40 ^a	86.23	8.95	<0.0001
Back fat thickness	8.71 ^h	11.78 ^f	11.45 ^g	12.76 ^c	12.15 ^e	12.94 ^c	12.67 ^d	13.5 ^b	14.23 ^a	12.57	5.41	<0.0001
Yield index	67.47 ^a	65.13 ^c	65.39 ^b	64.48 ^e	65.01 ^{cd}	64.53 ^e	64.95 ^d	64.50 ^e	64.58 ^e	64.85	3.94	<0.0001
Skeletal maturity ³⁾	2.04 ^g	2.08 ^f	2.09 ^{ef}	2.11 ^{cd}	2.10 ^{de}	2.12 ^c	2.12 ^c	2.14 ^b	2.19 ^a	2.12	0.33	<0.0001
Meat color ⁴⁾	4.97 ^a	4.83 ^b	4.79 ^c	4.67 ^e	4.74 ^d	4.63 ^f	4.58 ^g	4.52 ^h	4.48 ⁱ	4.67	0.51	<0.0001
Fat color ⁵⁾	2.94 ^{ab}	2.93 ^b	2.89 ^c	2.95 ^a	2.94 ^{ab}	2.93 ^b	2.87 ^d	2.88 ^{cd}	2.89 ^c	2.92	0.29	<0.0001
Texture ⁶⁾	2.01 ^a	2.00 ^b	1.94 ^c	1.43 ^d	1.12 ^e	1.03 ^f	1.02 ^g	1.01 ^h	1.00 ^h	1.31	0.27	<0.0001
Yield grade ⁷⁾	1.61 ^f	1.82 ^d	1.77 ^e	1.95 ^b	1.84 ^{cd}	1.95 ^b	1.87 ^c	1.99 ^a	1.96 ^{ab}	1.89	0.72	<0.0001
Quality grade ⁸⁾	5.00 ^a	4.00 ^b	4.00 ^b	3.00 ^c	3.00 ^c	2.00 ^d	2.00 ^d	1.00 ^e	1.00 ^e	2.58	0.03	<0.0001

For footnote denomination see Table 1.

^{a-i}Means within a row with different superscript differ significantly ($p<0.05$).

된다는 결과 및 Moon 등(2006)의 등지방 두께가 증가된 결과와 일치하였다.

거세 한우는 Cho 등(2010)이 육질등급이 높을수록 근내 지방도가 증가되었고 생체중, 도체중, 등지방두께가 증가 된다는($p<0.05$)결과 및 유럽종에 대한 Garcia 등(2008) 및 Underwood 등(2008)의 결과와 같은 경향이였다. 이에 대 하여 근내지방도는 육량등급요인과 대립적 특성이 있다고 하였다(Smith and Oltgen, 1996).

한우 암소(Table 1)의 근내지방도 6-9의 그룹별 육량등 급요인 분석결과는 유럽종 경산암소에 대하여 보고한 Fiems 등(2003), Lawrence 등(2011) 및 Neill 등(2009)의 출하체 중(619.1-740.2 kg), 도체중(364.6-469.7 kg) 및 배장근단면 적(86.5-87.8 cm²)보다 낮은 반면 등지방두께(7.5-10.7 mm) 는 높았다. 한우수소(Table 2)의 근내지방도 8 및 9의 그

룹별 육량등급요인 분석결과는 유럽종에서 Page 등(2001) 이 보고한 수소의 배장근면적(98.7 cm²) 및 등지방두께(5.3 mm)에 비하여 배장근면적은 적고 등지방두께는 높았다. 한우거세우(Table 3)의 근내지방도 8 및 9의 그룹별 육량 등급요인 분석결과는 같은 근내지방도의 한우수소에 비하 여 도체중은 높았으나 배장근면적은 비슷하였고 일본 흑 모화우 거세우의 도체중 393 kg 및 갈비 12-13마디의 배 장근면적 110.2 cm² 보다 낮았다(Albrecht *et al.*, 2011). 이 상의 결과에서 근내지방도가 6에서 9인 한우암소 도체의 등지방두께를 감소시킬 수 있는 연구와 근내지방도가 8과 9인 거세우 도체의 배장근면적을 증가시킬 수 있는 연구 가 필요하다고 사료된다.

Table 1, Table 2 및 Table 3의 육질등급 요인에 대한 본 연구 결과에서 성숙도는 근내지방도가 증가할수록 암소

(5.93-6.35)와 거세우(2.04-2.19)는 증가하였으나($p<0.05$) 수소는 2.20-2.53 범위로 통계적인 차이가 없는 결과는 한우 수소비육은 평균 18개월에서 20개월로써 비육기간 차이가 적어 성숙도에 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료된다. 평균 성숙도는 각 각 6.11, 2.48 및 2.14로서 암소가 가장 높은 결과는 Park 등(2002)의 결과와 유사하였으며 경산우 출하비율이 높은 것이 주요 원인으로 사료된다.

육색은 근내지방도가 증가함에 따라 암소(5.00-4.68) 및 거세우(4.97-4.48)는 밝아지는 경향이었고 수소는 근내지방도1에서 6까지(5.08-4.46)로 밝아졌으나 7부터 다소 짙어졌다. 이와 같은 결과는 육색은 1에서 7까지 육색조건표에 의하여 평가되나 Table 1-3에 제시된 암소, 수소 및 거세우의 육색 분석결과는 통계분석치로써 근내지방도 구획간 나타난 육색지수의 차이는 육색지수 1 이내의 범위로 육안적으로 구분하기는 어려운 수준이라고 생각된다. 이와 같이 근내지방도가 증가할 수록 육색이 밝아지는 것에 대하여 Fiems 등(2000)은 명도가 높기 때문이라고 하였다. 지방색은 암소, 수소, 거세우에서 근내지방도에 따라 큰 영향이 없었다.

조직감은 근내지방도 증가에 따라 암소, 수소 거세우에서 감소하였다. Judge 등(1989)은 조직감이 근내지방량에 영향을 받는 것은 도체냉각 시 근육보다 지방의 조직감이 더욱 좋아지기 때문이라고 하였다.

최종 육질등급은 1⁺⁺등급을 1로, 1⁺등급을 2로, 1등급을 3으로, 2등급을 4로, 3등급을 5로 환산하여 분석한 결과 근내지방도에 따른 1차 예비등급(근내지방 8 및 9=1⁺⁺등급, 6 및 7=1⁺등급, 4 및 5=1등급, 2 및 3=2등급, 1=3등급)의 결과가 수소와 거세우의 경우 절대적인 영향이 있는 것으로 분석되었으나 암소는 근내지방도1의 경우 최종등급이 5로 분석되어 변이가 없어 1차 예비등급의 영향이 컸으나 근내지방도 2-9의 각 그룹에서 최종등급이 4, 3, 2, 1이 아닌 4.23-1.44로 변이가 있는 것은 최종 등급 판정 시 하위등급으로 조정되는 비율이 비교적 높은 것으로 사료된다.

한우 암소의 평균 육질등급요인 분석결과(Table 1)는 Panjono 등(2009)의 암소의 육색(5.1), 지방색(3.33) 조직감(1.72) 및 성숙도(6.12)와 비슷한 수준이었으나 Oka 등(2007)의 일본 흑모화우 거세우 육색 4.1보다 다소 낮은 수준이었다.

한우 성별 근내지방도와 육질등급 요인 간 상관관계는 Table 4와 같다. 암소, 수소 거세우의 생체중과 근내지방도 간의 상관관계는 각각 0.29^{**}, 0.12^{**} 및 0.15^{**}로 암소가 가장 높았다. 도체중, 등지방두께 및 배장근 면적의 상관관계는 Panjono 등(2009)의 암소의 도체중 상관관계 0.23^{**}와 등지방 상관관계 0.13^{**} 및 한우거세우의 배최장 근면적 상관관계 0.32^{**}와 유사하였다.

Table 4에서 육질등급, 육색 및 조직감은 근내지방도가

높을 수 록 우수하였다. 특히, 근내지방도와 육질등급 간의 상관관계는 암소, 수소 및 거세우에서 각각 -0.90^{**}, -0.98^{**} 및 -0.97^{**}으로 최종 육질등급에 절대적인 영향을 주는 것으로 분석되었으며 이들 상관계수가 부(-)의 상관인 것은 가장 높은 등급인 1⁺⁺등급을 1로, 가장 낮은 등급인 3등급을 5로 환산하여 입력되었기 때문이다. 한우 암소의 육질등급이 근내지방도에 따른 1차 예비등급 판정 기준에 비하여 최종등급의 변이가 큰 결과는 한우 경산우 비육 시 성숙도 개선 등 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

근내지방도와 이화학 특성

한우도체의 근내지방도에 따른 이화학적 특성은 Table 5와 같다. 근내지방도에 따른 가열감량은 20.13%에서 22.31% 수준으로 유의적인 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 Cho 등(2010) 및 Jeremiah(1996)의 근내지방도 증가와 가열감량은 차이가 없다는 결과 및 Ueda 등(2007)이 일본흑모화우의 근내지방도 2에서 9까지 가열감량은 비슷하다는 결과와 유사한 경향이였다. 한우고기 평균 가열감량 21.06%는 Panjono 등(2011)의 한우거세우(29.63%) 및 Fiems 등(2003)의 유럽종 경산우(23.6%)의 가열감량에 비하여 낮았으나 Toshiaki 등(2008)의 일본흑모화우 미경산우 가열감량 21.9%와 비슷하였다.

전단력은 근내지방도가 1에서 9까지 증가함에 따라 8.58 kg에서 2.60 kg으로 직선적으로 감소하였으며($p<0.05$), 근내지방도 7부터 평균 전단력은 4 kg 이하 수준이었다.

이와 같은 결과는 Cho 등(2010) 한우거세우의 육질등급이 높을수록 전단력이 낮다는 결과와 유사하였다. 이와 같이 근내지방도 증가에 따라 전단력이 감소하는 것은 조직방의 증가가 주요원인이라고 하였다(Ueda *et al.*, 2007). 한우 근내지방도별 전단력과 외국품종의 전단력 비교에서

Table 4. Simple correlation coefficient between marbling score and carcass grading factors

Traits	Marbling score ¹⁾		
	Cow (n=13,376)	Bull (n=4,157)	Steer (n=55,783)
Live weight (kg)	0.29 ^{**}	0.12 ^{**}	0.15 ^{**}
Carcass weight (kg)	0.30 ^{**}	0.14 ^{**}	0.20 ^{**}
Loin eye area (cm ²)	0.29 ^{**}	0.09 ^{**}	0.35 ^{**}
Back fat thickness	0.20 ^{**}	0.37 ^{**}	0.14 ^{**}
Yield index	-0.17 ^{**}	-0.32 ^{**}	-0.07 ^{**}
Skeletal maturity ³⁾	0.06 ^{**}	-0.09 ^{**}	0.07 ^{**}
Meat color ⁴⁾	-0.16 ^{**}	-0.19 ^{**}	-0.20 ^{**}
Fat color ⁵⁾	0.02 [*]	0.06 ^{**}	-0.05 ^{**}
Texture ⁶⁾	-0.62 ^{**}	-0.85 ^{**}	-0.72 ^{**}
Yield grade ⁷⁾	0.04 ^{**}	0.22 ^{**}	0.07 ^{**}
Quality grade ⁸⁾	-0.90 ^{**}	-0.98 ^{**}	-0.97 ^{**}

For footnote denomination see Table 1.

^{*} $p<0.05$, ^{**} $p<0.01$

Choat 등(2006)의 미경산우 전단력 3.36 kg, Garmyn 등(2011)의 앵거스 품종의 전단력 3.67 kg, Rathmann 등(2009)의 거세우 전단력 3.54 kg는 본 연구의 근내지방도 6의 전단력 5.01 kg 보다 낮았다. 한우 근내지방도 9의 전단력 2.60 kg은 Toshiaki 등(2008)의 일본흑모화우 미경산우의 전단력 1.3 kg보다 낮은 결과였다. 이와 같은 결과에서 한우고기의 전단력 수준을 감소시켜 연도를 증진시킬 수 있는 다각적인 연구가 필요하다고 생각된다.

보수력은 근내지방도가 1에서 9로 증가할수록 52.09%에서 58.66%로 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 Kim과 Lee(2003)의 한우 암소의 근내지방도가 증가할수록 보수력은 증가(51.26%-55.69%) 하였다는 결과와 유사하였다.

한우 근내지방도 8 및 9의(Table 5) 평균 보수력 57.72% 및 58.66%는 유럽종 경산우와 수소의 보수력 68.4% 및 67.2%(Fiems *et al.*, 2003)와 일본흑모화우 미경산우의 84.6%(Toshiaki *et al.*, 2008)보다 보수력이 떨어지는 것은 한우 경산우 및 수소 쇠고기의 보수력 증진을 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

한우고기의 육색(CIE L^* , a^* , b^*)은 근내지방도가 증가함에 따라 명도(34.08-41.97), 적색도(18.19-24.84) 및 황색도(7.76-13.28)는 증가하였다($p<0.05$). 근내지방도 8 및 9의 명도는 각각 41.97 및 40.36으로 Cho 등(2010)의 한우거세우 명도(42.05)와 유사한 결과였으나 유럽종 경산비육우의 명도 38.4(Fiems *et al.*, 2003)와 거세우의 명도 36.6(Bass *et al.*, 2010)에 비하여 높은 것은 근내지방도의 영향이 큰 것으로 사료되며 이에 대하여 Pflanzner와 Felício(2011)는 근내지방도의 증가는 명도에 영향을 준다($p<0.05$)고 하였다.

pH₂₄ 값은 5.50-5.66 범위로 근내지방도에 따른 유의적인 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 한우고기의 pH에 대한 Cho 등(2010)의 5.54 수준과 유사하였고, 유럽종에 대

한 Bass 등(2010)과 King 등(2011)의 5.49 및 5.59와 비슷하였다.

근내지방도와 일반성분

한우도체 근내지방도에 따른 일반성분은 Table 6과 같다. 수분함량은 근내지방도가 1에서 9까지 증가함에 따라 73.62%에서 55.87%로 감소하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 Lee 등(2010)이 한우육질등급이 높을수록 수분함량은 74.59%에서 57.40%로 직선적으로 감소한($p<0.05$) 결과와 같은 경향이였다. 이에 대하여 Ueda 등(2007)은 지방 증가에 따라 수분이 지방으로 대체되기 때문이라고 하였다.

단백질함량은 근내지방도 증가에 따라 21.15%에서 19.57%으로 감소하는 경향이였으나 유의적인 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 한우에서 Cho 등(2010)이 육질등급 간 단백질 함량은 차이가 없었다는 보고와 Luchak 등(1998)이 근내지방도 간 단백질함량은 차이가 없다는 보고와 유사하였다. 한우 평균 단백질 함량 20.69%는 Panjono 등(2011)의 한우 거세우 단백질 함량 20.35%와 비슷하였다.

조지방 함량은 근내지방도 증가에 따라 3.07%에서 26.70%로 직선적으로 증가($p<0.05$)하였으며, 근내지방도 1에서 6까지의 조지방 함량 증가율은 비슷한 경향이었으나 근내지방도 8 및 9는 근내지방도는 7의 18.69%에 비하여 크게 증가하였다. 이와 같은 결과는 유럽종에서 Savell 등(1986), Luchak 등(1998)의 결과 및 일본 흑모화우에 대한 Ueda 등(2007)의 결과와 유사하였다. Table 5의 한우 근내지방도 6-9의 조지방 함량 13.12%-26.70%은 미국 최상위 근내지방도(Moderate Abundant)의 조지방 함량 10.42%(Savell *et al.*, 1986) 보다 높았고 한우고기 평균 조지방 함량 9.11%는 호주산 곡물비육 쇠고기의 6.5%(Baghurst, 2004)에 비하여 높았다. 한우 최고 근내지방도 9의 조지

Table 5. Physicochemical traits of *M. longissimus dorsi* from Hanwoo by marbling scores

Traits	Marbling score ¹⁾									Mean	RSEM ²⁾	P>F
	1 (n=95)	2 (n=40)	3 (n=38)	4 (n=22)	5 (n=14)	6 (n=18)	7 (n=8)	8 (n=22)	9 (n=14)			
Cooking loss (%)	22.31	21.31	20.20	20.13	20.92	20.70	20.93	20.98	20.79	21.29	3.35	<0.0383
WBs ³⁾ (kg)	8.58 ^a	7.29 ^b	7.13 ^b	6.66 ^b	5.08 ^c	5.01 ^c	3.04 ^d	3.00 ^d	2.60 ^d	6.71	1.89	<0.0001
WHC ⁴⁾ (%)	52.09 ^f	53.35 ^{ef}	54.10 ^{def}	54.72 ^{cde}	55.98 ^{bcd}	55.46 ^{cde}	56.73 ^{abc}	57.72 ^{ab}	58.66 ^a	54.13	3.16	<0.0001
CIE L^*	34.08 ^d	35.33 ^d	35.09 ^d	35.35 ^d	37.66 ^c	38.23 ^c	39.31 ^{bc}	41.97 ^a	40.36 ^{ab}	36.06	2.87	<0.0001
CIE a^*	18.19 ^c	19.19 ^{bc}	18.82 ^c	19.66 ^{bc}	20.82 ^b	19.84 ^{bc}	23.64 ^a	23.32 ^a	24.84 ^a	19.71	2.70	<0.0001
CIE b^*	7.76 ^c	8.21 ^{bc}	8.07 ^{bc}	8.47 ^{bc}	9.08 ^b	9.18 ^b	12.73 ^a	12.45 ^a	13.28 ^a	8.90	1.77	<0.0001
pH ₂₄	5.65	5.64	5.66	5.62	5.62	5.59	5.62	5.57	5.50	5.63	0.21	<0.5117

¹⁾Marbling score: 1, devoid; 9, very abundant

²⁾RSEM is the standard error of the means.

³⁾CL, Cooking Loss

⁴⁾WBs, Warner-Bratzler shear force

⁵⁾WHC, Water holding capacity

^{a-h}Means within a row with different superscript differ significantly ($p<0.05$).

방 함량은 26.7%는 일본 흑모화우 최고 근내지방도 12의 평균 조지방 함량 34.0%(Cameron *et al.*, 1994)보다 낮았다. 따라서 곡물사료의 수입의존도가 높은 한우산업에서 한우고기의 근내지방도와 조지방함량 관련 연구를 통한 미국산 쇠고기와 호주산쇠고기에 비하여 품질을 차별화할 수 있는 범위내에서 육질등급별 근내지방도 범위를 조정하거나 근내지방도별 조지방 함량 수준을 감소시키는 연구가 필요하다고 사료된다.

근내지방도와 관능특성

6점 만점으로 평가한 관능특성은 Table 6과 같다. 근내지방도가 1에서 9까지 증가함에 따라 다즙성(4.20-5.38), 연도(3.55-5.44), 향미(4.27-5.18) 및 전체기호도(4.01-5.33)는 증가하였다($p<0.05$). 근내지방도 8 및 9구분간 비교에서 다즙성, 연도, 향미 및 전체 기호도는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 관능특성 연도, 다즙성, 향미 및 전체기호도 점수는 근내지방도가 높을수록 증가하였다($p<0.05$)는 Moon 등(2006)의 결과와 유럽중에서 Jeremiah(1996)의 결과와 같았다. 이와 같이 근내지방도가 증가에 따라 연도가 증가는 것은 지방조직이 근육 내 결체조직을 파괴하기 때문이라고 하였다(Nishimura *et al.*, 1999).

근내지방도와 이화학특성 및 관능특성 상관관계

한우 등심육의 이화학 특성과 근내지방도의 상관관계는 Table 7과 같다. 근내지방도는 가열감량(-0.15*), 전단력(-0.73**), 및 pH₂₄(-0.15*)와 부의 상관관계가 있었으며 보수력(0.54**, $p<0.01$), 명도(0.63**), 적색도(0.56**) 및 황색도(0.66**)와는 정(+)의 상관관계를 나타내었다. 이와 같은

결과는 한우에서 Moon 등(2006)의 가열감량(-0.49**), 전단력(-0.37**)의 결과와 Ueda 등(2007)의 일본흑모 화우에서 근내지방도와 전단력(-0.85**)의 상관관계와 유사한 경향이었다. 전단력은 가열감량(-0.01), 보수력(-0.51**), 및 pH₂₄(-0.01), 육색 명도(-0.51**), 적색도(-0.48**) 및 황색도(-0.63**)와 부의 상관관계를 나타내었다.

한우 등심육의 근내지방도와 일반성분의 상관관계는 Table 7과 같다. 근내지방도는 수분(-0.91**) 및 단백질(-0.38**)함량과 부의 상관관계가 있었다. 한우의 근내지방도와 조지방 함량간에 0.91**의 높은 상관관계는 유럽중에서 Dow 등(2011)의 0.93*** 및 Moore 등(2010)의 0.85와 비슷하였다.

한우 등심육의 근내지방도와 관능특성의 상관관계는 Table 7과 같다. 근내지방도는 연도(0.55**), 다즙성(0.69**) 및 향미(0.54**)와 정의 상관관계를 나타내었다. 이와 같은 결과는 한우에서 Moon 등(2006)의 조지방(0.77**), 연도(0.28*), 다즙성(0.22), 향미(0.24)와 비슷한 결과였으며 유럽중에서 근내지방도는 연도, 다즙성 및 향미와 정의 상관관계가 있다는 Garmyn 등(2011)의 결과와 유사하였다.

전단력은 다즙성(-0.47**), 연도(-0.64**) 및 향미(-0.52*)와 부의 상관관계를 나타내었다. 이와 같은 결과는 유럽중에서 Garmyn 등(2011)이 전단력은 연도(-0.64*), 다즙성(-0.12*), 풍미(-0.05)와 부의 상관관계가 있다는 결과와 유사하였다.

이상의 결과 한우고기의 관능특성은 근내지방도가 높을수록 우수하며 전단력이 높을수록 나쁜 것으로 분석되었다. 특히, 근내지방도 8 및 9 그룹간에 관능특성 요인 간에 유의적인 차이가 없는 것은 1차 예비등급 지표인 근내지방도의 범위 및 이화학 특성에 관한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

Table 6. Proximate composition and sensory characteristics of *M. longissimus dorsi* from Hanwoo by marbling scores

Traits	Marbling score ¹⁾									Mean	RSEM ²⁾	P>F
	1 (n=95)	2 (n=40)	3 (n=38)	4 (n=22)	5 (n=14)	6 (n=18)	7 (n=8)	8 (n=22)	9 (n=14)			
Moisture (%)	73.62 ^a	71.33 ^b	69.87 ^{bc}	68.73 ^{bc}	67.59 ^d	65.96 ^e	60.35 ^f	56.04 ^g	55.87 ^g	68.82	2.34	<0.0001
Crude protein (%)	21.15	20.71	21.26	20.45	20.96	19.86	19.74	19.59	19.57	20.69	3.20	<0.0356
Crude fat (%)	3.07 ^h	5.99 ^g	7.82 ^{fg}	9.22 ^{ef}	10.39 ^e	13.12 ^d	18.69 ^c	24.36 ^b	26.70 ^a	9.11	2.89	<0.0001
Crude ash (%)	0.95 ^a	0.93 ^{ab}	0.95 ^a	0.94 ^a	0.93 ^{ab}	0.88 ^{bc}	0.83 ^c	0.69 ^d	0.66 ^d	0.90	0.09	<0.0001
Juiciness ³⁾	4.20 ^d	4.41 ^d	4.52 ^{cd}	4.36 ^d	4.57 ^{cd}	4.91 ^{bc}	4.93 ^{bc}	5.25 ^{ab}	5.38 ^a	4.50	0.52	<0.0001
Tenderness ⁴⁾	3.55 ^e	4.21 ^d	4.32 ^d	4.35 ^d	4.34 ^d	4.58 ^{cd}	4.93 ^{bc}	5.34 ^{ab}	5.44 ^a	4.18	0.57	<0.0001
Flavor ⁵⁾	4.27 ^d	4.56 ^{cd}	4.59 ^c	4.60 ^{bc}	4.57 ^{cd}	4.73 ^{bc}	4.95 ^{ab}	5.02 ^{ab}	5.18 ^a	4.54	0.39	<0.0001
Acceptability ⁶⁾	4.01 ^e	4.39 ^d	4.48 ^d	4.44 ^d	4.50 ^d	4.74 ^{cd}	4.93 ^{bc}	5.20 ^{ab}	5.33 ^a	4.40	0.42	<0.0001

¹⁾Marbling score: 1, devoid; 9, very abundant

²⁾RSEM of the standard error of the means for each treatment is presented.

³⁾Juiciness: 1, not at all juicy; 6, very juicy

⁴⁾Tenderness: 1, not tender at all; 6, very tender

⁵⁾Flavor: 1, none at all; 6, extreme amount

⁶⁾Overall acceptability: 1, dislike extremely; 6, like extremely

^{a-e}Means within a row with different superscript differ significantly ($p<0.05$).

Table 7. Simple correlation coefficients between marbling, WBs and beef quality properties of *M. longissimus dorsi* from Hanwoo (n=271)

Traits	Marbling	WBs ²⁾
CL ¹⁾	-0.15*	-0.01
WBs ²⁾	-0.73**	1.00
WHC ³⁾	0.54**	-0.51**
L*	0.63**	-0.51**
a*	0.56**	-0.48**
b*	0.66**	-0.63**
pH	-0.15*	-0.01
Marbling	1.00	-0.73**
Moisture	-0.91**	0.69**
Crude protein	-0.38**	0.40**
Crude fat	0.91**	-0.69**
Juiciness	0.55**	-0.47**
Tenderness	0.69**	-0.64**
Flavor	0.54**	-0.52**
Overall acceptability	0.67**	-0.61**

¹⁾CL, cooking loss

²⁾WBs, Warner-Bratzler shear force

³⁾WHC, water holding capacity

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

요 약

한우의 근내지방도에 따른 도체등급 요인과 이화학특성 및 관능특성에 관한 기초자료를 도출하기 위하여 73,316두(2009년)의 도체와 271두(2005년-2009년)의 한우 등심을 분석하였다. 근내지방도가 1에서 9로 증가할수록 도체 중, 배최장근단면적 및 등지방두께는 감소, 수소, 거세우에서, 직선적으로 증가하였다($p < 0.05$). 성숙도는 근내지방도가 증가할수록 감소와 거세우에서 증가하였고 평균 성숙도는 암소가 6.11로 가장 높았다.

이화학 특성 분석 결과 근내지방도의 증가에 따라 전단력은 8.58 kg에서 2.60 kg으로 직선적으로 감소하였으며($p < 0.05$) 보수력은 52.09%에서 58.66%로 증가하였고 명도는 34.08-41.97 범위로 증가되었다($p < 0.05$).

일반성분 분석결과 수분함량은 근내지방도 증가에 따라 73.62%에서 55.87%로 감소($p < 0.05$)하였으나 단백질함량은 유의적인 차이가 없었다. 조지방 함량은 근내지방도 증가에 따라 3.07%에서 26.70%로 직선적으로 증가($p < 0.05$)하였으며, 근내지방도 1에서 6까지 증가율은 비슷한 경향이었으나 근내지방도 8 및 9의 조지방 함량은 각각 24.36% 및 26.70%로 근내지방도 7의 조지방 함량 18.69%에 비하여 크게 증가하였다.

관능특성은 근내지방도 증가에 따라 다즙성, 연도, 향미 및 전체 기호도는 증가하였으나($p < 0.05$) 근내지방도 8 및 9 그룹간 관능특성은 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다. 한우 등심육의 근내지방도는 가열감량, 전단력 및

수분함량과 부(-)의 상관관계가 있었고 조지방함량, 보수력, L값 및 전체기호도 간에 정(+)의 상관관계가 있었다.

감사의 글

본 연구에 2009년도 등급판정 자료를 제공해주신 축산물 품질 평가원 임직원께 감사드립니다.

참고문헌

- Albrecht, E., Gotoh, T., Ebara, F., Viergutz, J., X., Xu, T., Nürnberg, G., Maak, S., and Wegner, J. (2011) Cellular conditions for intramuscular fat deposition in Japanese Black and Holstein steers. *Meat Sci.* **89**, 13-20.
- AOAC (2000) Official methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp. 1-8.
- Apple, J. K., Davis, J. C., Stephenson, J., Hankins, J. E., Davis J. R., and Beaty, S. L. (1999) Influence of body condition score on carcass characteristics and sub primal yield from cull beef cows. *J. Anim. Sci.* **77**, 2660-2669.
- AUS-MEAT Limited (2005) Handbook of Australian meat. 7th ed., pp. 1-111.
- Baghurst, K. (2004) Dietary fats, marbling and human health. *Australian J. Exp. Agri.*, **44**, 635 -644.
- Bass, P. D., Engle, T. E., Belk, K. E., Chapman, P. L., Archibeque, S. L., Smith G. C., and Tatum, J. D. (2010) Effects of sex and short-term magnesium supplementation on stress responses and longissimus muscle quality characteristics of crossbred cattle. *J. Anim. Sci.* **88**, 349-360.
- Cameron, P. J., Zembayashi, M., Lunt, D. K., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Ozawa, 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.
- Cho, S. H., Park, B. Y., Seong, P. N., Kang, G. H., Kim, J. H., Jung, S. G., Im, S. K., Kim, D. H. (2010) Assessment of meat quality properties and development of a palatability prediction model for Korean Hanwoo steer beef. *Meat Sci.* **86**, 236-242.
- Choat, W. T., Paterson, J. A., Rainey, B. M., King, M. C., Smith, G. C., Belk K. E., and Lipsey, R. J. (2006) The effects of cattle sex on carcass characteristics and longissimus muscle palatability. *J. Anim. Sci.* **84**, 1820-1826.
- Dikeman, M. E., Pollak, E. J., Zhang, Z., Moser, D. W., Gill, C. A., and Dressler, E. A. (2005) Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. *J. Anim. Sci.* **83**, 2461-2467.
- Dodson, M. V., Jiang, Z., Chen, J., Hausman, G. J., Guan, L. L., Novakofski, J., Thompson, D. P., Lorenzen, C. L., Fernyhough, M. E., Mir, P. S., and Reecy, J. M. (2010) Allied industry approaches to alter intramuscular fat content and

- composition in beef animals. *J. Food Sci.* **75**, R1-R8.
12. Dow, D. L., Wiegand, B. R., Ellersieck, M. R., and Lorenzen, C. L. (2011) Prediction of fat percentage within marbling score on beef longissimus muscle using 3 different fat determination methods *J. Anim. Sci.* **89**, 1173-1179.
 13. Fiems, L. O., De Campeneere, S., De Smet, D., Van de Voorde, G., Vanacker, J. M., and Boucque, C. V. (2000). Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Sci.* **56**, 41-47.
 14. Fiems, L. O., De Campeneere, S., Van Caelenbergh, W., De Boever, J. L., and Vanacker, J. M. (2003) Carcass and meat quality in double-musled Belgian Blue bulls and cows. *Meat Sci.* **63**, 345-352.
 15. Garcia, L. G., K. L. Nicholson, T. W. Hoffman, T. E. Lawrence, D. S. Hale, D. B. Griffin, J. W. Savell, D. L. VanOverbeke, J. B. Morgan, K. E. Belk, T. G. Field, J. A. Scanga, J. D. Tatum, and Smith, G. C. (2008) National beef quality audit 2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. *J. Anim. Sci.* **86**, 3533-3543.
 16. Garmyn, A. J., Hilton, G. G., Mateescu, R. G., Morgan, J. B., Reecy, J. M., Tait, R. G., Beitz, D. C., Duan, Q. J., Schoonmaker, P. M., Mayes, S., Drewnoski, M. E., Liu Q., and VanOverbeke, D. L. (2011) Estimation of relationships between mineral concentration and fatty acid composition of longissimus muscle and beef palatability traits. *J. Anim. Sci.* **89**, 2849-2858.
 17. Gotoh, T., Albrecht B. E., Teuscher, B. F., Kawabata, C. K., Sakashita, C. K., Iwamoto, A. H., and Wegner, J. (2009) Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. *Meat Sci.* **82**, 300-308.
 18. Haper, J. M. (2011) Beef quality audit underway, producer input needed at www.cattlesurvey.com. Agriculture and Natural Resources, University of California.
 19. Hwang, Y. H., Kim, G. D., Jeong, J. Y., Hur, S. J., and Joo, S. T. (2010) The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. *Meat Sci.* **86**, 456-461.
 20. Indurain, G., Carr, T. R., Goni, M. V., Insausti, K., and Beriain, M. J. (2009) The relationship of carcass measurements to carcass composition and intramuscular fat in Spanish beef. *Meat Sci.* **82**, 155-161.
 21. Irie, M., Kouda, M., and Matono, H. (2011) Effect of ursodeoxycholic acid supplementation on growth, carcass characteristics, and meat quality of Wagyu heifers (Japanese Black cattle). *J. Anim. Sci.* **89**, 4221-4226.
 22. Jeremiah, L. E. (1996) The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef Palatability and consumer acceptability *Food Res. Inter.* **29**, 513-520,
 23. JMGA (1988) New Beef Carcass Grading Standards. Japan Meat Grading Assoc., Tokyo.
 24. Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B., and Merkel, R. A. (1989) Principle of meat science, 2nd edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA.
 25. KAPE (Korea institute for animal products quality evaluation) (2011) Animal products grading statistical yearbook. Korea, pp. 166-167.
 26. Kim, C. J. and Lee, E. S. (2003) Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* **63**, 397-405.
 27. King, D. A., Shackelford, S. D., Rodriguez, A. B., and Wheeler, T. L. (2011) Effect of time of measurement on the relationship between metmyoglobin reducing activity and oxygen consumption to instrumental measures of beef longissimus color stability *Meat Sci.* **87**, 26-32.
 28. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. 1. Change in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble component. *J. Food Sci.* **35**, 175-177.
 29. Lawrence, T. E., Gasch, C. A., Hutcheson, J. P., and Hodgen, J. M. (2011) Zilpaterol improves feeding performance and fabrication yield of concentrate - finished cull cows. *J. Anim. Sci.* **89**, 2170-2175.
 30. Lorenzen, C. L., Hale, D. S., Griffin, D. B., Savell, J. W., Belk, K. E., Frederick, T. L., Miller, M. F., Montgomery, T. H., and Smith, G. C. (1993) National beef quality audit: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.* **71**, 1495-1502.
 31. Luchak, G. L., Miller, R. K., Belk, K. E., Hale, D. S., Michaelsen, S. A., Johnson, D. D., West, R. L., Leak, F. W., Cross, H. R., and Savell, J. W. (1998) Determination of sensory, chemical and cooking characteristics of retail beef cuts differing in intramuscular and external fat. *Meat Sci.* **50**, 55-72.
 32. MAFF (2011) National survey report for meat distribution. MAFF. Korea. December. **34**, 23-26.
 33. MAFF (2010) Goal of livestock improvement and growth. MAFF. Japan. http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/pdf/h2207_katiku_mokuhyo.pdf. 10-18.
 34. Matsuishi, M., Fujimori, M., and Okitani, A. (2001) Wagyu beef aroma in Wagyu (Japanese black cattle) beef preferred by the Japanese over imported beef. *J. Anim. Sci.* **72**, 498-504.
 35. Moon, S. S., Hwang, I. H., Jin, S. K., Lee, J. G., Joo, S. T., and Park, G. B. (2003) Carcass traits determining quality and yield grades of Hanwoo steers. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* **16**, 1049-1054.
 36. Moon, S. S., Yang, H. S., Park, G. B., and Joo, S. T. (2006) The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. *Meat Sci.* **74**, 516-521.
 37. Moore, C. B., Bass, P. D., Green, M. D., Chapman, P. L., O'Connor, M. E., Yates, L. D., Scanga, J. A., Tatum, J. D., Smith, G. C., and Belk, K. E. (2010) Establishing an appropriate mode of comparison for measuring the performance of marbling score output from video image analysis beef carcass grading systems. *J. Anim. Sci.* **88**, 2464-2475.
 38. Neill, S., Unruh, J. A., Marston, T. T., Jaeger, J. R., Hunt, M. C., and Higgins, J. J. (2009) Effects of implanting and feeding zilpaterol hydrochloride on performance, carcass characteristics, and subprimal beef yields of fed cows. *J. Anim. Sci.*

- 87, 704-710.
39. Nishimura T., Hattori A., and Takahashi K. (1999) Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese Black cattle: Effect of marbling on beef tenderization. *J. Anim. Sci.* **77**, 93-104.
 40. Oka, A., Iwaki, F., Iwamoto, E., and Tatsuda, K. (2007) Effects of growth rate during the early fattening period on growth, carcass characteristics and circulating hormones in the different growth hormone genotypes of Japanese black steers. *Anim. Sci. J.* **78**, 142-150.
 41. Okumura, T., Saito, K., Sowa, T., Sakuma, H., Ohhashi, F., Tameoka, N., Hirayama, M., Nakayama, S., Sato, S., Gogami, T., Akaida, M., Kobayashi, E., Konishi, K., Yamada, S., and Kawamura, T. (2012) Changes in beef sensory traits as somatic-cell-cloned Japanese black steers increased in age from 20 to 30 months. *Meat Sci.* **90**, 159-163.
 42. Page, J. K., Wulf, D. M., and Schwotzer, T. R. (2001) A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.* **79**, 678-687.
 43. Panjono, Kang, S. M., Lee, I. S., and Lee, S. K. (2009) Carcass characteristics of Hanwoo (Korean cattle) from different sex conditions, raising altitudes and slaughter seasons. *Livestock Sci.* **123**, 283-287.
 44. Panjono, Kang, S. M., Lee, I. S., and Lee, S. K. (2011) The quality characteristics of *M. longissimus* from Hanwoo (Korean cattle) steer with different raising altitudes and slaughter seasons. *Livestock Sci.* **136**, 240-246.
 45. Park, G. B., Moon, S. S., Ko, Y. D., Ha, J. K., Lee, J. G., Chang, H. H., and Joo, S. T. (2002) Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. *J. Anim. Sci.* **80**, 129-136.
 46. Pflanzner, S. B. and Felício, P. E. (2011) Moisture and fat content, marbling level and color of boneless rib cut from Nelore steers varying in maturity and fatness. *Meat Sci.* **87**, 7-11.
 47. Platter, W. J., Tatum, J. D., Belk, K. E., Koontz, S. R., Chapman, P. L., and Smith, G. C. (2005) Effects of marbling and shear force on consumers' willingness to pay for beef strip loin steaks. *J. Anim. Sci.* **83**, 890-899.
 48. Rathmann, R. J., Mehaffey, J. M., Baxa, T. J., Nichols, W. T., Yates, D. A., Hutcheson, J. P., Brooks, J. C., Johnson, B. J., and Miller, M. F. (2009) Carcass cutability, composition, tenderness, and skeletal muscle gene expression in Effects of duration of zilpaterol hydrochloride and days on the finishing diet on feedlot steers. *J. Anim. Sci.* **87**, 3686-3701.
 49. SAS (2010) SAS User's Guide; Statistics (Version 9.2 Ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
 50. 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**, 838-839.
 51. Smith, R. L. and Oltgen, J. W. (1996) Advanced genetics and value-based marketing. cow-calf quality assurance hand book. University of California Cooperative Extension, US. pp. 10-100.
 52. Smith, S. B., Kawachi, H., Choi, C. B., Choi, C. W., Wu, G., and Sawyer, J. E. (2009) Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. *J. Anim. Sci.* **87**, E72-E82.
 53. Toshiaki, O., Saito, K., Nade, T., Misumi, S., Sakuma, H., Nakayama, S., Masuda, Y., Fujita, K., and Kawamura, T. (2008) Effects of high protein levels in concentrate feed during the early fattening stage on physico-chemical composition and sensory characteristics of *M. longissimus* in Japanese Black heifers. *J. Anim. Sci.* **79**, 332-338.
 54. Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., and Shinoda, M. (2007) Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). *J. Anim. Sci.* **78**, 189-194.
 55. Underwood, K. R., Means, W. J., Zhu, M. J., Ford, S. P., Hess, B. W., and Du, M. (2008) AMP-activated protein kinase is negatively associated with intramuscular fat content in longissimus dorsi muscle of beef cattle. *Meat Sci.* **79**, 394-402.
 56. USDA-AMS (2006) Instrument grading systems for beef carcasses. Performance requirements for instrument marbling evaluation (PRIME)1: Demonstration of repeatability, accuracy, and precision. USDA, Agricultural Marketing Service. Date Issued. 06/08/06. pp. 1-5.
 57. USDA-ERS (2012) USDA agricultural projections to 2020. Long-term Projection Report. February 2012. pp. 1-9.
 58. USDA (1997) Official United States standards for grading beef carcasses. Agriculture Marketing Service, USDA, Washington, DC.
 59. Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. (2001) Characterization of biological types of cattle (Cycle V): carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* **79**, 1209-1222.
 60. Yamada, T. and Nakanishi, N. (2012) Effects of the roughage/concentrate ratio on the expression of angiogenic growth factors in adipose tissue of fattening Wagyu steers. *Meat Sci.* **90**, 807-813.

(Received 2012.7.4/Revised 2012.8.31/Accepted 2012.9.18)