

등지방 두께가 한우 암소와 거세우의 도체 등급 요인 및 도체가격에 미치는 영향

이종문* · 최주희¹ · 박현경 · 김윤호 · 박범영 · 김관태² · 고경철² · 서상철 · 황규석
농촌진흥청 국립축산과학원, ¹건국대학교 축산식품생물공학전공, ²축산물품질평가원

Effect of Backfat Thickness on the Carcass Grade Factors and Carcass Price in Hanwoo Cows and Steers

Jong-Moon Lee*, Ju-Hui Choe¹, Hyun-Kyung Park, Yuen-Ho Kim, Beom-Young Park, Kwan-Tae Kim²,
Kyung-Chul Koh², Sang-Chul Seo, 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 424-6, Korea

Abstract

Analyses were conducted to estimate the effect of backfat thickness (BFT) on carcass grade factors and carcass price in Hanwoo cows and steers. Data on grade factors and prices were collected from 69,159 Hanwoo carcasses (n = 13,376 cows, n = 55,783 steers) obtained at the Nonghyup Seoul slaughter house in 2009. Carcass BFTs were divided into nine categories from ≤ 3 mm to ≥ 25 mm. The average BFTs were 11.93 mm in cows and 12.57 mm in steers. An increase in the BFT resulted in an increase in carcass weight, loin-eye area, skeletal maturity, fat color, but decreases in the yield index and yield grade (from grade A to C) in cows and steers. Carcass unit price (Won/kg) improved if the carcass was sold with a BFT of 13-15 mm in cows and 10-12 mm in steers. Marbling score and quality grade increased significantly to 21 mm BFT but decreased from a BFT of 22 mm in cows and steers. BFT was significantly correlated with yield index (cow, $r = -0.97^{**}$; steer, $r = -0.96^{**}$), marbling score (cow, $r = 0.20^{**}$; steer, $r = 0.14^{**}$), and carcass price (cow, $r = 0.03^{**}$; steer, $r = -0.11^{**}$). These results could be used as a fundamental dataset for further research to increase the productivity of Hanwoo carcasses.

Key words: Hanwoo, cow, steer, backfat thickness, carcass grade, carcass price

서 론

소 도체등급은 도체의 판매 정육량과 품질을 평가하여 생산과 유통 및 소비와 관련된 정보를 제공하는 등 쇠고기 산업 발전에 중추적 역할을 하고 있다(Indurain *et al.*, 2009). 소 도체지방의 평가는 도체등급 제도를 실시하고 있는 모든 국가에서 고기생산량의 추정을 위한 주요 항목이다(Dunne *et al.*, 2009). 육량등급 평가를 위한 육량지수 추정식의 변수항목 중에서 한국은 등지방두께의 계수가 -0.625이고, 일본은 피하지방두께의 계수가 -0.896이며, 미국의 소매 정육을 추정식에서 보정 등지방두께의 계수가 -5.78로서 감산요인으로 기여도가 가장 크다(APGS, 2004; JMGA, 1988; USDA, 1997). 또한 유럽의 도체등급 제도인 EUROP

시스템의 도체지방 평가는 7단계로 평가하고 있으며(AHDB, 2008), 주요국가에서 적용하고 있는 도체 가격정산 제도(grid price system)에서 도체지방은 큰 비중을 차지하고 있다(Fausti *et al.*, 2008). 소 도체에 지방이 증가하면 제거되는 지방이 많아 실거래 정육량이 감소되어 도체의 가치가 하락되기 때문에 생산자나 유통업체의 수익에 손실을 초래한다(Voges *et al.*, 2006). 특히 건강을 추구하는 소비자는 지방 섭취를 기피하며(Martínez *et al.*, 2010), 맛을 추구하는 소비자는 근내지방도가 높은 쇠고기를 선호하지만 구매 시에는 피하지방이 적은 부분육을 선호한다(Smith and Oltgen, 1996). 또한 소 도체지방 감소는 쇠고기 산업의 경쟁력 구축에 기본 전략이라고 하였다(Killinger *et al.*, 2004; Pflanzler and Felício, 2011). 예로서 1990년에 미국의 쇠고기생산자 협회에서 쇠고기 소비촉진을 위한 백서 'War on Fat'을 발표한 후 소 도체의 품질이 향상되었으나 여전히 도체의 과잉 지방이 문제가 되었다(Fausti *et al.*, 2008).

그 동안 소 도체의 지방과 품질에 관한 연구 결과에서

*Corresponding author: Jong-Moon Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1252, Fax: 82-31-290-1649, E-mail: jm9758@korea.kr

소의 지방축적은 근내지방이 마지막으로 축적되고(Harper and Pethick, 2004), 도체의 육질등급이 좋을수록, 육량등급이 낮아지는 상반되는 특성이 있고(Smith and Oltgen, 1996), 도체의 등지방두께 증가에 따른 육질등급의 향상에는 한계가 있으며(Brethour, 2004), 맛에 영향을 주는 근내지방과 같은 축적부위가 중요하나(Aldei *et al.*, 2007) 도체의 등지방두께는 근내지방과 유전적 상관관계가 낮고(Nogi *et al.*, 2010) 체지방과 상관관계가 높다고 하였다(Brethour, 2004). 또한, 도체의 가치평가에서 지방에 의한 손실이 76%이며(Smith and Oltgen, 1996), 출하우의 등지방이 4 mm 이하 및 14 mm 이상일 때 소득 감소가 가장 크다고 하였다(Amer *et al.*, 1994).

우리나라는 1993년부터 소 도체등급 제도가 도입되어 한우고기의 품질이 향상되었으나 출하체중이 증가되면서 등지방두께도 지속적으로 증가되고 있는 추세 이다(KAPE, 2009). 미래 세계 쇠고기 산업은 인구증가와 경제발전 등 개발도상국을 중심으로 소비가 증가되고, 바이오 연료 생산량 증가로 국제 사료 값이 상승될 전망으로(USDA, 2010), 한우산업도 분명 새로운 전환기를 맞이하고 있다고 생각되거나 한우도체의 생산성과 가치 향상을 위한 등지방과 도체 특성에 관련된 연구는 미미하다.

따라서, 본 연구는 전국에서 2009년도에 출하된 한우 중 출하체중이 기록된 암소 및 거세우 69,159두를 대상으로 등지방두께가 도체등급요인 및 경락가격에 미치는 영향을 구명하여 한우산업의 관련분야에서 활용될 수 있는 기초자료를 도출 하고자 수행하였다.

재료 및 방법

도체선발

한우도체의 선발은 2009년 1월부터 12월까지 출하체중을 측정하는 농협 서울 공판장에서 도축된 한우 69,159두의 도체를 조사하였으며 등지방두께는 분석에서 제외하였다.

육량등급 요인 측정

도체등급 요인은 축산물품질평가원 소속 축산물품질평가사가 측정하였으며 도체등급 요인 측정을 위한 도체 절개는 도축 후 5°C 상태의 냉각실에서 18-24시간 냉각한 다음 도체 심부 온도가 5°C 상태에 도달하였을 때 왼쪽 반도체의 마지막 흉추와 제1요추 사이를 절개하였다. 온도측정은 도축 후 냉각실에 도체를 입고하기 직전에 측정하였다. 등지방두께는 등심단면적의 오른쪽을 따라 복부 쪽으로 2/3 들어간 지점의 등지방층을 눈금자를 이용하여 mm 단위로 측정하였다. 배최장근단면적은 1 cm 단위로 표시된 면적자를 이용하여 측정하였다.

육질등급요인측정

육질등급 요인의 측정은 절개된 배최장근을 30분 정도

예냉실에서 노출하여 발색 시킨 다음 측정하였다. 근내지방도, 육색 및 지방색은 판정기준도표를 이용하여 측정하였고, 성숙도는 왼쪽반도체 척추 가시돌기에서 연골의 골화 정도를 기준으로 측정하였다. 조직감은 배최장근단면의 보수력과 탄력성을 육안으로 판정하였다. 육질등급 요인별 판정은 다음과 같은 기준으로 실시하였다.

근내지방도는 9개 단계(1 = 거의 없음; 9 = 매우 풍부), 뼈의 성숙도는 9개 단계(1 = 연골이 뚜렷함; 9 = 골화정도가 극심함), 육색은 7개 색도(1 = 밝은 적색; 7 = 암적색), 지방색은 7개 색도(1 = 흰색; 7 = 황노랑색), 조직감은 3개 단계(1 = 매우 좋음; 3 = 매우 거침)로 구분하였다.

등지방두께 및 경락가격

등지방두께의 구분은 3 mm 이하에서 25 mm 이상 범위에서 9개 단계로 구분하였으며 3 mm에서 25 mm 사이는 3 mm 간격으로 구분하였다. 도체 경락가격(carcass auction price)은 도체당 경락가격을 입력하였으며, 도체 kg당 가격은 각 도체당 경락가격을 도체중으로 환산하였다.

통계분석

본 연구에서 이용한 자료에 대한 통계분석은 SAS@9.2 Package/PC(SAS, 2010)의 일반선형 모형 분석절차인 PROC GLM을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 추정된 최소제곱평균에 대한 등지방두께별 유의성 검정을 위해 던컨 다중범위검정을 실시하였다. 또한 상관관계는 Pearson' correlation coefficient를 구하고 이에 대한 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

육량등급 요인 특성

본 연구에서 조사된 한우 암소(13,376두) 및 거세우(55,783두)의 생체중, 도체등급 요인 특성 및 가격에 대한 평균, 표준편차, 변이계수, 최소치 및 최고치는 Table 1 및 Table 2와 같으며, 등지방두께에 따른 한우 암소 및 거세우의 출하체중 및 도체등급 요인의 분석결과는 Table 3과 Table 4와 같다. 한우 암소의 평균 등지방두께는 11.93 mm이고 거세우는 12.57 mm로서 거세우가 암소보다 높았다. 성별 비교에서 암소의 등지방두께가 거세우보다 높았다는 Garcia 등(2008)의 결과에 비하여 한우는 반대로 거세우의 등지방두께가 높은 것은 한우는 다산우의 출하율이 높기 때문인 것으로 사료 된다. 한우도체의 등지방두께 구간별 분포에서 암소는 7-9 mm 구간이 21.93%로 가장 높았으며, 77.52%가 4-15 mm 구간에 속하였고. 거세우의 등지방두께 분포는 7-9 mm 구간이 22.67%로 가장 높았으며, 74.7%가 7-18 mm 구간에 속하였다. 이와 같은 결과는 Jeremiah(1996)가 발표한 유럽종 거세우와 미경산우에서 79.4%가 등지방층 2-6 mm 범위에 속하며 20 mm 이상은 1%에 불과하다는 결

Table 1. Means, minimum and maximum values for carcass grade factors and price in Hanwoo cow

Traits	Heads	Mean±SD ¹⁾	CV ²⁾	Min. ³⁾	Max. ⁴⁾
Backfat thickness (mm)	13,376	11.93±5.65	5.09	1	68
Live weight (kg)	13,376	551.4±69.1	11.79	232	885
Carcass weight (kg)	13,376	315.5±47.7	13.92	149	532
Loineye area (cm ²)	13,376	76.7±10.5	13.34	4	127
Yield index	13,376	66.36±3.87	1.60	29.73	75.32
Marbling score ⁵⁾	13,376	3.83±2.06	52.21	1	9
Skeletal maturity ⁶⁾	13,376	6.11±1.97	31.81	1	9
Meat color ⁷⁾	13,376	4.85±0.49	10.29	2	7
Fat color ⁸⁾	13,376	3.03±0.55	18.06	1	7
Texture ⁹⁾	13,376	1.74±0.46	25.88	1	3
Yield grade ¹⁰⁾	13,376	1.94±0.64	22.91	1	3
Quality grade ¹¹⁾	13,376	3.55±1.07	29.48	1	5
Carcass unit price ¹²⁾	13,376	14,394±3256.4	22.35	52,00	25,810

¹⁾SD is the standard deviation of the means. ²⁾CV : coefficient of variation. ³⁾Min. : minimum

⁴⁾Max. : maximum. ⁵⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant

⁶⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature. ⁷⁾Meat color : 1=bright red, 7=dark red

⁸⁾Fat color : 1=white, 7=yellowish. ⁹⁾Texture : 1 = very fine, 3=very coarse

¹⁰⁾Yield grade : A=1, B=2, C=3. ¹¹⁾Quality grade : 1⁺⁺=1, 1⁺=2, 1=3, 2=4, 3=5

¹²⁾Carcass unit price : Won/kg carcass

Table 2. Means, minimum and maximum values for carcass grade factors and price in Hanwoo steer

Traits	Heads	Mean±SD ¹⁾	CV ²⁾	Min. ³⁾	Max. ⁴⁾
Backfat thickness (mm)	55,783	12.57±5.48	4.47	1	90
Live weight (kg)	55,783	681.9±69.40	9.48	280	1027
Carcass weight (kg)	55,783	413.2±47.50	10.29	153	654
Loineye area (cm ²)	55,783	86.2±9.70	11.10	3	171
Yield index	55,783	64.85±3.97	1.75	15.25	79.81
Marbling score ⁵⁾	55,783	5.29±2.10	39.03	1	9
Skeletal maturity ⁶⁾	55,783	2.11±0.33	15.25	1	8
Meat color ⁷⁾	55,783	4.67±0.51	10.89	1	7
Fat color ⁸⁾	55,783	2.92±0.29	10.11	1	7
Texture ⁹⁾	55,783	1.31±0.46	34.99	1	3
Yield grade ¹⁰⁾	55,783	1.89±0.73	17.67	1	3
Quality grade ¹¹⁾	55,783	2.58±1.05	40.08	1	5
Carcass unit price ¹²⁾	55,783	17,043±2228	12.91	6,010	41,538

¹⁾⁻¹²⁾ Refer to Table 1.

과에 비하여 한우 암소 및 거세우의 등지방두께는 높은 구간에 분포되어 있다.

한우 암소의 도체중은 평균 315.5 kg으로 거세우의 평균 413.2 kg보다 낮았으며, 등지방두께의 증가에 따라 암소의 도체중은 274.3 kg에서 362.7 kg으로, 거세우의 도체중은 337.6 kg에서 460.5 kg으로 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 Park 등(2002)이 발표한 암소 8,301두의 평균 도체중 259.3 kg 및 거세우 6,565두의 평균 도체중이 320.9 kg이었다는 보고와 Lee 등(2008)이 한우 암소와 거세우의 도체중이 각각 303.9 kg 및 380.4 kg이었다는 보고에 비하여 높

은 수준이었다. 이는 고급육 생산과 관련된 사육기술 향상 및 출하체중이 증가된 것이 주요 원인인 것으로 생각된다. 등지방두께 구간별 도체중 비교에서 한우 암소의 등지방두께 13-14 mm 구간의 도체중은 327.4 kg으로 Holmer 등(2009)이 등지방두께 14 mm일때 337.2 kg이었다는 발표에 비하여 낮았으나 한우거세우는 등지방두께 10 mm-12 mm 구간의 도체중이 410.3kg으로 Reinhardt 등(2009)이 등지방두께 11 mm일 때 336 kg이었다는 발표에 비하여 높았다.

성별로는 거세우의 도체중이 미경산우보다 높았다는 King 등(2006)의 발표와 일치하고 있으나, Garcia 등(2008)이 거

Table 3. Carcass grade factors of Hanwoo cow by backfat thickness

Traits	Backfat thickness (mm)										Mean	RSEM ¹⁾	P>F
	≤3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25 ≥				
Heads	114	2,125	2,934	2,900	2,411	1,155	900	513	324	-	-	<0.0001	
Occurance (%)	0.85	15.89	21.93	21.68	18.02	8.63	6.73	3.83	2.42	-	-	<0.0001	
Backfat thickness (mm)	2.94 ⁱ	5.27 ^h	8.06 ^g	11.04 ^f	13.93 ^e	16.91 ^d	19.86 ^c	22.76 ^b	29.70 ^a	11.93	0.60	<0.0001	
Live weight (kg)	498.6 ^h	520.4 ^g	533.8 ^f	545.8 ^e	567.6 ^d	580.4 ^c	580.8 ^c	592.6 ^b	610.1 ^a	551.4	64.82	<0.0001	
Carcass weight (kg)	274.3 ^h	292.4 ^g	301 ^f	311.2 ^e	327.4 ^d	337.8 ^c	340.3 ^c	349.1 ^b	362.7 ^a	315.5	43.78	<0.0001	
Loineye area (cm ²)	73.4 ^f	74.8 ^{ef}	74.6 ^e	76.1 ^d	78.8 ^c	78.6 ^c	79.2 ^{bc}	80.5 ^a	80.2 ^{ab}	76.73	10.23	<0.0001	
Yield index	72.53 ^a	70.83 ^b	68.84 ^c	66.93 ^d	65.09 ^e	62.95 ^f	61.12 ^g	59.28 ^h	54.57 ⁱ	66.36	1.06	<0.0001	
Marbling score ²⁾	2.11 ^f	3.09 ^e	3.54 ^d	3.91 ^c	4.18 ^b	4.27 ^{ab}	4.52 ^a	4.39 ^{ab}	4.30 ^{ab}	3.83	2.00	<0.0001	
Skeletal maturity ³⁾	5.53 ^f	5.62 ^f	5.73 ^f	6.15 ^e	6.33 ^{de}	6.43 ^{de}	6.66 ^{bc}	6.84 ^{ab}	7.05 ^a	6.11	1.93	<0.0001	
Meat color ⁴⁾	4.85 ^{ab}	4.88 ^a	4.87 ^a	4.84 ^{ab}	4.82 ^{ab}	4.78 ^b	4.82 ^{ab}	4.84 ^{ab}	4.85 ^{ab}	4.85	0.49	<0.0001	
Fat color ⁵⁾	2.96 ^d	2.99 ^{cd}	3.02 ^{cd}	3.04 ^{bc}	3.03 ^{bc}	3.04 ^{bc}	3.09 ^{ab}	3.10 ^{ab}	3.13 ^a	3.03	0.55	<0.0001	
Texture ⁶⁾	1.99 ^a	1.85 ^b	1.78 ^c	1.72 ^{de}	1.69 ^{de}	1.69 ^{de}	1.66 ^e	1.69 ^{de}	1.75 ^e	1.74	0.45	<0.0001	
Yield grade ⁷⁾	1.65 ^f	1.45 ^h	1.54 ^g	1.89 ^e	2.01 ^d	2.29 ^c	2.91 ^b	2.99 ^a	3.00 ^a	1.94	0.44	<0.0001	
Quality grade ⁸⁾	4.32 ^a	3.86 ^b	3.68 ^c	3.50 ^d	3.39 ^{cd}	3.35 ^{cd}	3.24 ^f	3.39 ^{cd}	3.46 ^{cd}	3.55	1.04	<0.0001	

¹⁾RSEM : root mean square error from analysis of variance table. ²⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. 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 : 1st=1, 1st=2, 1=3, 2=4, 3=5. ^{a-i} Means with the same letter are not significantly differ in the same row ($p<0.05$).

Table 4. Carcass grade factors of Hanwoo steer by backfat thickness

Traits	Backfat thickness (mm)										Mean	RSEM ¹⁾	P>F
	≤3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25 ≥				
Heads	159	6,253	12,645	11,202	11,120	6,705	3,857	2,304	1,538	-	-	<0.0001	
Occurance (%)	0.29	11.21	22.67	20.08	19.93	12.02	6.91	4.13	2.76	-	-	<0.0001	
Backfat thickness (mm)	2.97 ⁱ	5.38 ^h	8.04 ^g	11.02 ^f	13.97 ^e	16.91 ^d	19.87 ^c	22.81 ^b	28.58 ^a	12.57	0.56	<0.0001	
Live weight (kg)	582.5 ⁱ	635.6 ^h	664.5 ^g	678.7 ^f	692.5 ^e	704.4 ^d	712.9 ^c	721.9 ^b	735.8 ^a	681.9	64.62	<0.0001	
Carcass weight (kg)	337.6 ⁱ	376.1 ^h	398.0 ^g	410.3 ^f	420.9 ^e	431.6 ^d	439.9 ^c	448.2 ^b	460.5 ^a	413.2	42.47	<0.0001	
Loineye area (cm ²)	78.4 ^e	83.7 ^d	86.1 ^c	86.6 ^{ab}	86.5 ^{ab}	86.7 ^{ab}	87.9 ^a	87.3 ^{ab}	86.2 ^c	86.23	9.58	<0.0001	
Yield index	71.64 ^a	69.89 ^b	68.02 ^c	65.93 ^d	63.81 ^e	61.75 ^f	59.87 ^g	57.75 ^h	53.70 ⁱ	64.85	1.13	<0.0001	
Marbling score ²⁾	3.27 ^f	4.54 ^e	5.10 ^d	5.39 ^c	5.47 ^{bc}	5.54 ^{bc}	5.74 ^a	5.65 ^{ab}	5.60 ^{ab}	5.29	2.07	<0.0001	
Skeletal maturity ³⁾	2.03 ^f	2.03 ^f	2.08 ^e	2.10 ^d	2.11 ^d	2.16 ^c	2.21 ^b	2.27 ^a	2.28 ^a	2.12	0.32	<0.0001	
Meat color ⁴⁾	4.77 ^a	4.81 ^a	4.73 ^b	4.66 ^c	4.63 ^{de}	4.58 ^d	4.61 ^d	4.59 ^d	4.59 ^d	4.67	0.51	<0.0001	
Fat color ⁵⁾	2.92 ^a	2.93 ^a	2.93 ^a	2.92 ^a	2.91 ^a	2.92 ^a	2.92 ^a	2.89 ^c	2.89 ^c	2.92	0.29	<0.0001	
Texture ⁶⁾	1.81 ^a	1.48 ^b	1.33 ^c	1.28 ^d	1.27 ^d	1.26 ^{cd}	1.23 ^e	1.26 ^{cd}	1.28 ^d	1.31	0.46	<0.0001	
Yield grade ⁷⁾	1.21 ^e	1.07 ^f	1.22 ^c	1.81 ^d	2.04 ^c	2.59 ^b	2.97 ^a	2.99 ^a	3.00 ^a	1.89	0.33	<0.0001	
Quality grade ⁸⁾	3.65 ^a	2.99 ^b	2.69 ^c	2.53 ^d	2.49 ^{cd}	2.44 ^{cd}	2.35 ^f	2.41 ^{ef}	2.41 ^{ef}	2.58	1.03	<0.0001	

^{1)-⁸⁾Refer to Table 3}

^{a-i} Means with the same letter are not significantly differ in the same row ($p<0.05$).

세우와 암소 간에 도체중은 차이가 없었다는 발표와 차이가 있었다.

한우의 등지방두께가 증가되면서 도체중이 직선적으로 증가되는 것은($p<0.05$), Dikeman 등(1998)과 Garcia 등(2008)의 발표와 일치하고 있으며, 미국의 경우 1991년도 국가조사에서 평균 도체중 345 kg이고 보정 등지방두께는 15 mm이었으나(Lorenzen *et al.*, 1993), 2005년 조사에서 도체중은 359.9 kg으로 증가된 반면 보정 등지방두께는 13 mm로 감소된 결과(Garcia *et al.*, 2008)는 한우도체의 등지방두께 감소를 위한 연구가 필요하다고 사료된다.

한우 암소의 배최장근면적은 평균 76.73 cm²로 거세우의 평균 86.23 cm²보다 낮았으며 등지방두께의 증가에 따라 암소의 배최장근면적은 73.4 cm²에서 80.2 cm²로, 거세우의 배최장근면적은 78.4 cm²에서 86.2 cm²로 증가하였다($p<0.05$).

이와 같은 결과는 Garcia 등(2008)의 암소 배최장근면적이 82.1 cm² 라는 보고보다는 낮았으나, Holmer 등(2009)이 암소의 등지방두께가 14 mm인 축군의 배최장근면적 79.1 cm² 보다는 높았다. 거세우의 배최장근면적은 Garcia 등(2008)의 86.7 cm²와 유사하며 Reinhardt 등(2009)의 배최장근면적 80.18 cm²에 비하여 높았다.

품종별로는 Wheeler 등(2005)이 발표한 거세우 검정성적에서 Charolais (88.7 cm²), Simmental (87.6 cm²), Limousin (89.9 cm²)종에 비하여 낮았으며, Gelbvieh (86.5 cm²)종과 유사한 수준이고 Hereford (79.5 cm²), Red Angus (78.4 cm²) 및 Angus (82.9 cm²)종에 비하여 높았다.

성별로는 거세우의 배최장근면적이 암소보다 높은 결과는 Boles 등(2009) 및 King 등(2006)이 거세우가 미경산우보다 낫다는 발표와 같은 경향이였다. 한우 암소 및 거세우의 등지방층이 증가되면서 배최장근면적이 유의적으로 증가($p<0.05$)된 결과는 Apple 등(1999) 및 Garcia 등(2008)의 결과와 일치하고 있다. 등심면적에 대하여 Lawrence 등(2008)이 도체가격 결정(grid price)에서 배최장근면적의 크기를 강조한 점은 금후 한우의 등심단면적의 규격과 이용성에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

한우 암소의 육량 지수는 평균 66.36이었으며 거세우의 육량지수는 평균 64.85로, 등지방두께 증가에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 한우의 육량 A등급을 1로, C등급을 3으로 계산하였을 때 등지방두께 증가에 따라 한우 암소의 육량등급은 1.65에서 3.00으로, 거세우는 1.21에서 3.00으로 육량등급이 C등급으로 낮아졌다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 암소에서 나이가 증가됨에 따라 육량등급은 유의적으로 증가한다는 Sawyer 등(2004)의 결과와 같은 경향이였다.

거세우에서도 Dikeman 등(1998) 및 Garcia 등(2008)이 등지방두께 증가에 따라 육량등급은 직선적으로 낮아졌다($p<0.05$)는 결과와 유사하였다. 성별로는 암소가 거세우보다 육량등급이 낮은 것은 암소의 배최장근면적이 거세우보다 작기 때문인 것으로 사료되며 이와 같은 결과는 Garcia

등(2008) 및 Reinhardt 등(2009)의 결과와 일치하고 있다.

육질등급 요인 특성

Table 3과 4에서 한우 암소의 평균 근내지방도는 3.83이며 거세우는 5.29로서 거세우가 암소보다 우수하였다. 한우 암소 및 거세우의 근내지방도는 등지방두께가 21 mm까지 증가되면서 암소는 2.11에서 4.52로 거세우는 3.27에서 5.74로 증가하였고 ($p<0.05$), 22 mm 이상부터 근내지방도가 감소하였다.

이와 같은 결과는 May 등(1992)은 거세우에서 지방두께가 증가하면서 근내지방도는 증가하였으나 18 mm이상에서 감소되었다는 결과와 Garcia 등(2008)이 등지방두께를 10개 구간으로 구분하여 조사한 결과 등지방두께 증가에 따라 근내지방도는 Slight에서 Modest로 증가하였다는 발표와 유사한 경향이였다. 이와 같은 결과에 대하여 Sawyer 등(2004)은 암소의 나이가 증가됨에 따라 마블링은 노령우보다 중간연령이 높으며, Moon 등(2006)도 등지방두께가 비슷한 경우 노령암소의 근내지방도가 낮아진다고 하였다.

한우 암소 및 거세우의 성숙도는 각각 6.11 및 2.12로 암소의 골화 정도가 높았으며 등지방두께가 증가되면서 암소는 5.53에서 7.05로 골화 정도가 증가되었고, 거세우는 2.03에서 2.28로 증가되었다($p<0.05$).

암소의 성숙도는 연령증가에 따라 골화 정도가 증가된다는 발표(Sawyer *et al.*, 2004)와 거세우에서 등지방두께가 증가할수록 성숙도는 증가하였다(May *et al.*, 1992)는 결과 및 등지방두께가 증가할수록 골화 정도가 증가된다는 발표와도 유사하였다(Holmer *et al.*, 2009; Garcia *et al.*, 2008). 성별로는 거세우의 성숙도가 암소 및 미경산우보다 우수하였다는 Garcia 등(2008) 및 King 등(2006)의 결과와 일치하고 있다.

한우 암소 및 거세우의 평균 육색은 각각 4.85 및 4.67으로 비슷한 수준이었으며 등지방두께별 암소의 육색은 4.78-4.88범위에 속하였고, 거세우의 육색은 4.58-4.81 범위로써 정상적인 육색 범위에 속하였다. 이와 같은 결과는 Shojo 등(2006)이 일본 흑모화우의 육색이 사육지역(Tottori지역 및 Hyogo지역)에 따라 3.7-3.9라는 결과 보다 다소 높았으나, 거세우에서 Montgomery 등(2009)의 육색 5.12 보다는 낮았다.

한우 거세우의 육색은 등지방두께가 증가될수록 낮아지는 경향은 등지방두께는 마블링 축적에 영향을 주며 그에 따라 명도가 높아지기 때문이라고 하였다(Fiems *et al.*, 2000; Pflanzler and Felício, 2011).

육색은 한국의 소비자들이 쇠고기 구입 시 고려하는 사항 중에서 52.2%로 가장 높았으며(MIFAFF, 2010), 일반적으로 소비자들은 선홍색 쇠고기를 선호하기 때문에(Killinger *et al.*, 2004) 금후 한우고기의 육색개선을 위한 많은 연구가 필요하다고 생각된다. 한우 암소 및 거세우의 평균지방

색은 각각 3.03 및 2.92이었다. 등지방두께의 증가에 따라 암소는 2.06에서 3.13으로 증가되는 경향이었으며($p<0.05$), 거세우는 2.93에서 2.89로 감소되는 경향이였다. 한우 암소의 지방색이 거세우보다 높은 결과는 Dunne 등(2009)의 보고와 일치하고 있다. 한우도체의 조직감은 등지방두께의 증가에 따라 암소는 1.99에서 1.75로, 거세우는 1.81에서 1.28로 조직감이 향상되었다($p<0.05$). 성별로는 암소의 조직감이 평균 1.74로써 거세우의 1.31보다 거친 것은 우리나라의 경우 암소비육은 외국의 미경산우 비육보다는 경산우 비육이 많기 때문인 것으로 생각된다.

한우도체의 최상위 육질등급인 1⁺⁺등급을 1로, 최하위 육질등급인 3등급을 5로 환산된 한우 암소의 육질등급은 평균 3.55으로 1등급과 2등급의 중간 수준이었으며 거세우의 육질등급은 평균 2.58로 1등급과 1⁺등급의 중간 수준이었다. 성별로는 한우 거세우가 암소에 비하여 전체 등지방층 구간에서 육질등급이 우수한 결과는 Aldei 등(2007)이 육질등급은 거세우가 높다는 결과와 같았으나, Garcia 등(2008)의 연구에서 7단계로 분류된 미국의 마블링 등급 중 암소의 평균 마블링은 최상위인 Slight Abundant로 거세우의 두 번째 마블링 등급인 Moderate보다 우수하였다는 결과와는 다르다.

한우 암소의 등지방두께가 21 mm까지 증가되면서 등지방층 구간별로 평균 육질등급은 4.32에서 3.24로 1등급 수준으로 좋아지는 경향($p<0.05$)이었으나 등지방두께가 22 mm 이상인 경우 육질등급이 2등급 수준으로 낮아지는 것으로 분석되었다. 이와 같은 현상은 한우 거세우에서도 같은 경향으로 등지방두께가 21 mm까지 증가되면서 평균 육질등급은 3.65에서 2.35로 육질등급이 1⁺등급 수준으로 좋아지는 경향($p<0.05$)이었으나 등지방두께가 22 mm 이상인 경우 육질등급이 1등급 수준으로 낮아지는 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과는 암소에서 등지방두께가 증가할수록 육질등급이 향상되었다는 Cranwell 등(1996)의 결과와 일치하

고 있다. 거세우에서 Riley 등(1983)이 육질등급은 등지방두께가 높은 구에서 좋았다는 결과와 같았다. 등지방두께별로는 Brethour(2004)가 등지방두께가 11.58 mm까지는 마블링이 6.00으로 증가하는 경향이였으나 13.07 mm에서는 마블링 점수가 5.40로 낮아졌다는 보고와 Dikeman 등(1998)이 등지방두께가 2.09 cm까지 증가되면서 미국의 Choice 등급 이상 출현율이 87.9%로 증가하였으나 등지방 두께 2.58 cm 이상에서는 83.3%로 낮아졌다는 보고 및 Garcia 등(2008)이 등지방 두께가 2.53 cm까지 증가되면서 육질 등급이 향상되었으나 등지방 두께 2.54 cm 이상에서 육질등급이 다소 낮아졌다는 결과와 유사하였다.

도체등급 출현율

5개의 육질등급중 상위 3개 등급(1⁺⁺등급, 1⁺등급, 1등급)에 대한 한우암소 및 거세우의 등지방두께별 육질등급 출현율은 Table 5과 같다. 한우 암소의 1⁺⁺등급과 1⁺등급의 출현율은 도체 등지방두께 19-21 mm 구간에서 각각 7.33%와 16.89%로 가장 높았으며, 21 mm까지 계속 증가하였으나 22 mm이상에서는 감소되었다. 1등급 이상 출현율은 등지방 두께 19-21 mm 구간에서 55.66%로 가장 높았다.

한우 거세우의 1⁺⁺등급 출현율은 등지방두께 22-24 mm구간에서 25.04%로 가장 높았으며, 25 mm이상 구간에서는 감소하였다. 1⁺등급의 출현율은 도체 등지방두께 19-21 mm 구간에서 32.23%로 가장 높았다. 거세우의 1등급이상 출현율은 도체 등지방 두께 19-21 mm 구간에서 84.73%로 가장 높았다.

본 연구에서 등지방층이 증가하면서 1등급 이상 육질등급 출현율이 증가된 결과는 Brethour(2004)가 도체등지방두께가 8 mm에서 16 mm로 증가할수록 Choice 등급이상 출현율이 유의적으로 증가하였다는 결과와 Dikeman 등(1998)이 등지방두께가 증가되면서 Choice등급 이상 출현율은 증가하다가 25 mm 이상에서는 감소하였다는 결과 및 Garcia

Table 5. Occurrence of quality grade of Hanwoo by backfat thickness

Sex	Quality grade ¹⁾	Backfat thickness (mm)								
		3≤	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25≥
Cow (n=13,376)	Heads	114	2,125	2,934	2,900	2,411	1,155	900	513	324
	1 ⁺⁺	0.00	1.46	2.69	4.28	4.73	5.28	7.33	5.65	6.79
	1 ⁺	1.75	7.48	10.87	13.90	14.56	15.76	16.89	14.62	11.42
	1	15.79	22.12	26.14	28.69	32.10	32.81	32.44	29.63	27.47
	Over 1	17.54	31.06	39.70	46.87	51.39	53.85	55.66	49.90	45.68
Steer (n=55,783)	Heads	159	6,253	12,645	11,202	11,120	6,705	3,857	2,304	1,538
	1 ⁺⁺	3.14	9.61	14.32	18.18	18.92	20.67	24.37	25.04	23.41
	1 ⁺	14.47	23.57	29.47	31.93	32.09	31.92	32.23	27.82	29.06
	1	22.01	30.90	31.46	30.32	30.35	30.60	28.13	29.34	30.69
	Over 1	39.62	64.08	75.25	80.43	81.36	83.19	84.73	82.20	83.16

¹⁾Quality grade : 1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3

등(2008)이 등지방두께가 증가할수록 육질등급은 직선적으로 향상되다가 등지방두께 25.4 mm 이상에서 감소되었다는 결과와 유사한 경향이였다.

한우 암소 및 거세우의 육량등급별 출현율은 Table 6과 같다. 한우 암소의 육량 A등급 출현율은 등지방두께 9 mm 까지 52.76% 높은 수준이었으나 10 mm 이상에서 급격히 감소하였으며 암소의 육량 C등급은 등지방 두께가 19 mm 이상으로 증가되면서 급격하게 높은 출현율을 나타내었다. 한우 거세우의 육량 A등급 출현율은 등지방 두께가 4-6 mm 구간에서 93.33%로 가장 높았으며 10 mm 이상에서 급격히 감소하였다. 거세우의 육량 C등급은 등지방 두께가 10 mm 이하 구간에서는 1% 미만이었으나 19 mm 이상에서는 97% 이상으로 급격히 증가하였다.

본 연구에서 등지방층이 증가하면서 육량등급이 A등급에서 C등급으로 변환 결과는 Dikeman 등(1998)이 거세우에서, Garcia 등(2008)이 암소 및 거세우의 등지방 두께가 증가할수록 육량등급은 낮아진다는($p < 0.05$) 결과와 같았다. 따라서, 등지방 두께는 적정출하시기 결정에 중요한 요인이라고 사료된다.

도체가격

등지방 두께에 따른 한우 암소 및 거세우의 도체가격은 Table 7과 같다.

한우 암소의 kg당 도체가격은 평균 14,394 원이었으며, 등지방두께 13-15 mm 구간에서 14,970원으로 가장 높았다. 거세우의 kg당 도체가격은 평균 17,043원으로 등지방두께 10-12 mm 구간에서 17,318 원으로 가장 높았다. 도체당 경락 가격은 암소가 평균 4,603 천원이었으며 등지방층 16-18 mm 구간에서 5056.8 천원으로 가장 높았으나 19 mm 이상부터는 도체가격이 감소되었다. 거세우의 평균 도체가격은 7,057 천원이었으며 등지방층 15 mm 이상인 구간에서 유의적인 차이는 없었다. 등지방층 구간별 도체당 경락가격은 모든 구간에서 거세우가 암소에 비하여 높았다.

본 연구 결과 등지방두께가 낮은 구간이나 너무 높은 구간의 도체 kg당 가격이 낮은 결과는 Amer 등(1994)이 출하 시 등지방두께가 4 mm 이하 및 14 mm 이상일 때 소득 감소가 가장 크다는 결과와 유사한 경향이였다.

Priyanto 등(1997)은 도체조성의 예측과 가격(grid price) 결정에 있어 도체중이나 등지방두께 의존도가 크다고 하였으며, Smith와 Oltgen(1996)은 유전력과 관련된 도체 평가 손실액 중 피하지방 손실액이 전체의 45.1%로 가장 크다고 하였다. 이상의 결과에서 한우 암소의 kg당 도체가격은 등지방층 18 mm 이상의 구간에서 유의적으로 감소($p < 0.05$) 하였으며 거세우의 경우 등지방두께 15 mm 이상의 도체 kg당 가격은 유의적으로 감소($p < 0.05$)한 결과는 한우 도체의 경락가격은 등지방두께에 의하여 영향을 받는 것으로 사료된다.

Table 6. Occurrence of yield grade of Hanwoo by backfat thickness

Sex	Yield grade ¹⁾	Backfat thickness (mm)								
		3≤	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25≥
Cow (n=13,376)	Heads	114	2,125	2,934	2,900	2,411	1,155	900	513	324
	A	35.96	55.67	52.76	15.07	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	63.16	43.76	40.66	80.10	98.01	70.48	8.67	0.19	0.00
	C	0.88	0.56	6.58	4.83	1.58	29.52	91.33	99.81	100
Steer (n=55,783)	Heads	159	6,253	12,645	11,202	11,120	6,705	3,857	2,304	1,538
	A	79.25	93.33	78.56	19.27	0.36	0.03	0.00	0.00	0.00
	B	20.75	6.46	21.19	80.50	95.58	40.39	2.54	0.39	0.00
	C	0.00	0.21	0.28	0.22	4.06	59.58	97.46	99.61	100

¹⁾Yield grade : A, B, C

Table 7. Carcass price by backfat thickness in Hanwoo cows and steers

Items	Sex	Backfat thickness (mm)									Mean	RSEM ¹⁾	P>F
		3≤	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25≥			
Carcass unit price ²⁾	Cow	12,102 ^f	13,946 ^{cd}	14,199 ^{cd}	14,563 ^{ab}	14,970 ^a	14,893 ^a	14,358 ^c	13,891 ^d	13,211 ^e	14,394	3,219	<0.0001
	Steer	14,988 ^f	16,882 ^b	17,306 ^a	17,318 ^a	17,239 ^a	16,787 ^b	16,549 ^c	16,259 ^d	15,860 ^e	17,043	2,196	<0.0001
Carcass auction price ³⁾	Cow	3361.5 ^f	4131.5 ^e	4363.6 ^d	4604.9 ^c	4938.9 ^{ab}	5056.8 ^a	4916.1 ^{ab}	4879.2 ^b	4824.7 ^b	4603	1,404	<0.0001
	Steer	5140.1 ^e	6392.2 ^d	6915.0 ^b	7127.5 ^b	7268.3 ^a	7252.1 ^a	7288.9 ^a	7294.6 ^a	7304.7 ^a	7057	1248.9	<0.0001

¹⁾RSEM, root mean square error from analysis of variance table.

²⁾Carcass unit price, Won/kg, carcass (Auction price/carcass weight)

³⁾Carcass auction price : 1,000Won/ carcass

^{a-f} Means with the same letter in the same row are not significantly differ ($p < 0.05$)

상관관계

한우 암소와 거세우의 등지방두께와 도체등급요인 및 도체가격 간의 상관관계는 Table 8과 같다. 한우 암소의 등지방두께는 생체중, 온도체중, 배최장근단면적, 성숙도, 근내지방도, 지방색, 육량등급 및 경락가격과는 정(+)의 상관관계가 있었으나 육량지수, 육색, 조직감과는 부(-)의 상관관계가 있었다.

한우거세우의 등지방두께는 생체중, 온도체중, 배최장근단면적, 성숙도, 근내지방도, 육량등급과는 정(+)의 상관관계가 있었으나 육량지수, 육색, 지방색, 조직감 및 경락가격과는 부(-)의 상관관계가 있었다. 본 연구 결과 등지방두께가 증가할수록 육량지수와 육량등급에 가장 큰 영향을 주는 것으로 분석 되었으며 근내지방도는 암소는 0.20**, 수소는 0.14**로 비교적 상관관계가 낮은 것으로 분석되었다. 육질등급과의 상관관계는 암소 및 거세우에서 각각 -0.15**로 같았으며 부(-)의 관계로 분석된 것은 육질1**등급을 1로, 육질 3등급을 5로 환산하였기 때문이다. 이와 같은 결과는 Nogi 등(2010)의 일본 흑모화우에 대한 결과, Pflanzler와 Felício (2011)의 거세우에 대한 결과, Wheeler 등(2005)의 Charolais, Simmental, Limousin, Hereford, Red Angus 및 Black Angus에 대한 결과와 유사한 결과였다.

이상의 결과에 대하여 Farrow 등(2009)은 피하지방두께는 도체의 정육 생산량에 가장 큰 영향을 준다고 하였고 Gotoh 등(2009)은 흑모화우의 근내지방도와 도체지방 간에

상관관계 적은 것은 근내지방도 증가비율에 따라 제거되는 지방(waste fat)이 많이 생산되는 것을 의미한다고 하였다.

요 약

본 연구는 2009년도에 전국에서 출하된 한우 암소 및 거세우 69,159두를 대상으로 등지방두께가 도체등급요인 및 경락가격에 미치는 영향을 구명하였다.

평균 등지방두께는 거세우(12.57 mm)가 암소(11.93 mm)보다 높았으며, 암소의 77.52%가 등지방두께 4-15 mm 구간에, 거세우의 85.91 %가 등지방두께 4-18 mm 구간에 속하였다. 암소 및 거세우의 도체중(평균, 315.5 kg과 413.2 kg)과 배최장근면적(평균, 76.73 cm²와 86.23 cm²)은 등지방두께가 높아짐에 따라 증가 하였으며($p<0.05$), 육량등급은 C 등급으로 낮아졌다($p<0.05$). 평균 근내지방도는 거세우(5.29)가 암소(3.83)보다 우수하였으며 등지방두께 21 mm까지 증가하였고($p<0.05$), 22 mm 이상부터 감소하였다. 암소 및 거세우의 평균 성숙도는 각각 6.11과 2.12로 암소의 골화 정도가 높았으며 평균 육색은 4.85 및 4.67 로써 비슷한 수준이었다. 암소의 평균 육질등급은 1등급과 2등급의 중간 수준(평균 3.55)이었고 거세우는 1등급과 1+등급의 중간 수준(평균 2.58)으로 등지방두께가 21 mm까지 육질등급은 향상 되었으나($p<0.05$), 22 mm 이상부터 암소는 2등급 수준으로 거세우는 1등급 수준으로 낮아졌다. 암소도체 kg당 경락가격은 등지방두께 13-15 mm 구간에서 14,970원으로, 거세우는 등지방두께 10-12 mm 구간에서 17,318원으로 가장 높았다($p<0.05$). 도체 kg당 경락가격은 암소는 등지방두께 18 mm이상, 거세우는 15 mm이상에서 유의적으로($p<0.05$) 감소되었다. 특히, 거세우의 경우 도체 경락가격은 등지방두께 15 mm 이상에서 유의적인 차이가 없었다. 1**등급 출현율은 암소는 등지방두께 19-21 mm 구간에서 7.33%, 거세우는 22-24 mm구간에서 25.04%로 가장 높았다. 육량 A 등급은 등지방두께 4-6 mm구간에서 암소 및 거세우 각각 55.67%와 93.33%로 가장 높았다. 암소 및 거세우의 등지방두께는 육량지수와 각각 -0.97** 및 -0.96**로써 상관관계가 높았으며 근내지방도와 각각 0.20** 및 0.14** 상관관계가 있었고 육질 등급(1**등급 = 1, 3등급 = 5)과의 상관관계는 -0.15**로 같았다.

본 연구에서 한우도체의 등지방두께는 도체등급 요인 및 도체가격에 영향을 미치는 것으로 분석되어 금후 한우도체의 등지방 감소를 위한 다양한 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구를 위하여 2009년도 등급판정 자료를 제공해주신 축산물품질평가원 임직원께 감사드립니다.

Table 8. Simple correlation coefficient between backfat thickness and carcass grade factors in Hanwoo

Traits	Backfat thickness (mm)	
	Cow	Steer
Live weight (kg)	0.34**	0.35**
Carcass weight (kg)	0.39**	0.43**
Loineye area (cm ²)	0.17**	0.08**
Yield index	-0.97**	-0.96**
Marbling score ¹⁾	0.20**	0.14**
Skeletal maturity ²⁾	0.19**	0.17**
Meat color ³⁾	-0.04**	-0.12**
Fat color ⁴⁾	0.06**	-0.03**
Texture ⁵⁾	-0.11**	-0.11**
Yield grade ⁶⁾	0.69**	0.85**
Quality grade ⁷⁾	-0.15**	-0.15**
Carcass unit price ⁸⁾	0.03**	-0.11**

¹⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. ²⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature. ³⁾Meat color : 1=bright red, 7=dark red. ⁴⁾Fat color : 1=white, 7=yellowish. ⁵⁾Texture : 1=very fine, 3=very coarse.

⁶⁾Yield grade : A=1, B=2, C=3. ⁷⁾Quality grade : 1**=1, 1+=2, 1=3, 2=4, 3=5. ⁸⁾Carcass unit price : Won/ kg carcass

** $p<0.01$

참고문헌

1. AHDB (2008) Review of the EU carcass classification system for beef and sheep (EPES 0708/01). A report for DEFRA. Agriculture and Horticulture Development Board Industry Consulting, pp. 91-97.
2. Aldei, N., Nájera, A. I., Dugan, M. E. R., Celaya, R., and Osoro, K. (2007) Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. *Meat Sci.* **76**, 682-691.
3. Amer, P. R., Kemp, R. A., Buchanan-Smith, J. G., Fox, G. C., and Smith, C. (1994) A bioeconomic model for comparing beef cattle genotypes at their optimal economic slaughter end point. *J. Anim. Sci.* **72**, 38-50.
4. APGS (2004) Animal Products Grading Service. Annual report. pp. 241.
5. Apple, J. K., Davis, J. C., Stephenson, J., Hankins, J. E., Davis, J. R., and Beat, S. L. (1999) Influence of body condition score on carcass characteristics and subprimal yield from cull beef cows. *J. Anim. Sci.* **77**, 2660-2669.
6. Boles, J. A., Boss, D. L., Neary, K. I., Davis, K. C., and Tess, M. W. (2009) Growth implants reduced tenderness of steaks from steers and heifers with different genetic potentials for growth and marbling. *J. Anim. Sci.* **87**, 269-274.
7. Brethour, J. R. (2004) The relationship of average backfat thickness of feedlot steers to performance and relative efficiency of fat and protein retention. *J. Anim. Sci.* **82**, 3366-3372.
8. Cranwell, C. D., Unruh, J. A., Brethour, J. R., Simms, D. D., and Campbell, R. E. (1996) Influence of steroid implants and concentrate feeding on performance and carcass composition of cull beef cows. *J. Anim. Sci.* **74**, 1770-1776.
9. Dikeman, M. E., Cundiff, L. V., Gregory, K. E., Kemp, K. E., and Koch, R. M. (1998) Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat to yields and predictability of retail product, fat trim, and bone in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* **76**, 1604-1612.
10. Dunne, P. G., Monahan, F. J., O'Mara, F. P., and Moloney, A. P. (2009) Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Sci.* **81**, 28-45.
11. Farrow, R. L., Loneragan, G. H., Pauli, J. W., and Lawrence, T. E. (2009) An exploratory observational study to develop an improved method for quantifying beef carcass salable meat yield. *Meat Sci.* **82**, 143-150.
12. Fausti, S., Qasmi, B., and Diersen, M. (2008) Grid marketing and beef carcass quality: A discussion of issues and trends. Economics Staff Paper No 2008-3. Department of Economics, South Dakota State University, Brookings, SD USA, pp. 1-29.
13. Fiems, L. O., De Campeneere, S., De Smet, S., Van de Voorde, G., Vanacker, J. M., and Boucqué, 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. Garcia, L. G., Nicholson, K. L., Hoffman, T. W., Lawrence, T. E., Hale, D. S., Griffin, D. B., Savell, J. W., VanOverbeke, D. L., Morgan, J. B., Belk, K. E., Field, T. G., Scanga, J. A., Tatum, J. D., 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.
15. Gotoh, T., Albrecht, E., Teuscher, F., Kawabata, K., Sakashita, K., Iwamoto, H., and Wegner, J. (2009) Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. *Meat Sci.* **82**, 300-308.
16. Harper, G. S. and Pethick, D. W. (2004) How might marbling begin? *Austral. J. Exp. Agr.* **44**, 653-662.
17. Holmer, S. F., Holmer, L. W., Kutzler, F., McKeith, K., and Killefer, J. (2009) Sodium citrate as a replacement for sodium chloride in a brine solution when evaluated in cows of different backfat thickness. *Meat Sci.* **81**, 349-356.
18. 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.
19. Jeremiah, L. E. (1996) The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef: Palatability and consumer acceptability. *Food Res. Int.* **29**, 513-520.
20. JMGA (1988) New Beef Carcass Grading Standards. Jpn. Meat Grading Assoc., Tokyo, Japan.
21. KAPE (Korea institute for animal products quality evaluation) (2009) Animal products grading statistical yearbook. Korea, pp. 166-167.
22. Killinger, K. M., Calkins, C. R., Umberger, W. J., Feuz, D. M., and Eskridge, K. M. (2004) Consumer visual preference and value for beef steaks differing in marbling level and color. *J. Anim. Sci.* **82**, 3288-3293.
23. King, D. A., Morgan, W. W., Miller, R. K., Sanders, J. O., Lunt, D. K., Taylor, J. F., Gill, C. A., and Savell, J. W. (2006) Carcass merit between and among family groups of Bos indicus crossbred steers and heifers. *Meat Sci.* **72**, 496-502.
24. Lawrence, T. E., Farrow, R. L., Zollinger, B. L., and Spivey, K. S. (2008) Technical note: The United States Department of Agriculture beef yield grade equation requires modification to reflect the current longissimus muscle area to hot carcass weight relationship. *J. Anim. Sci.* **86**, 1434-1438.
25. Lee, J. M., Hah, K. H., Kim, J. H., Cho, S. H., Seong, P. N., Chong, M. Y., Cho, Y. M., Park, B. Y., Kim, D.H., and Ahn, J. N. (2008) Study on the carcass yield grade traits and prediction of retail product weight in Hanwoo. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 604-609.
26. 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.
27. Martínez, A., Aldai, N., Celaya, R., and Osoro, K. (2010) Effect of breed body size and the muscular hypertrophy gene in the production and carcass traits of concentrate-finished yearling bulls. *J. Anim. Sci.* **88**, 1229-1239.

28. May, S. G., Mies, W. L., Edwards, J. W., Williams, F. L., Wise, J. W., Morgan, J. B., Savell, J. W., and Cross, H. R. (1992) Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score, and external fatness. *J. Anim. Sci.* **70**, 2431-2445.
29. MIFAFF (Ministry for Food Agriculture Forestry and Fishery) (2010) National survey of meat distribution in Korea. Vol. 19, pp. 266.
30. Montgomery, J. L., Krehbiel, C. R., Cranston, J. J., Yates, D. A., Hutcheson, J. P., Nichols, W. T., Streeter, M. N., Swingle, R. S., and Montgomery, T. H. (2009) Effects of dietary zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of beef steers fed with and without monensin and tylosin. *J. Anim. Sci.* **87**, 1013-1023.
31. 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.
32. Nogi, T., Honda, T., Mukai, F., Okagaki, T., and Oyama, K. (2011) Heritabilities and genetic correlations of fatty acid compositions in longissimus muscle lipid with carcass traits in Japanese Black cattle. *J. Anim. Sci.* **89**, 615-621.
33. 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.
34. Pflanzner, S. B. and Felício, P. E. (2011) Moisture and fat content, marbling level and color of boneless rib cut from Nellore steers varying in maturity and fatness. *Meat Sci.* **87**, 7-11.
35. Priyanto, R., Johnsona, E. R., and Taylo, D. G. (1997) Investigations into the accuracy of prediction of beef carcass composition using subcutaneous fat thickness and carcass weight. Identifying problems. *Meat Sci.* **46**, 147-157.
36. Reinhardt, C. D., Busby, W. D., and Corah, L. R. (2009) Relationship of various incoming cattle traits with feedlot performance and carcass traits. *J. Anim. Sci.* **87**, 3030-3042.
37. Riley, R. R., Savell, J. W., Murphey, C. E., Smith, G. C., Stiffler, D. M., and Cross, H. R. (1983) Palatability of beef from steer and young bull carcass as influenced by electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and marbling. *J. Anim. Sci.* **56**, 592-597.
38. SAS (2010) SAS /STAT Software for PC. Release 9.2 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
39. Sawyer, J. E., Mathis C. P., and Davis. B. (2004) Effects of feeding strategy and age on live animal performance, carcass characteristics, and economics of short-term feeding programs for culled beef cows. *J. Anim. Sci.* **82**, 3646-3653.
40. Shojo, M., Okanishi, T., Anada, K., Oyama, K., and Mukai, F. (2006) Genetic analysis of calf market weight and carcass traits in Japanese Black cattle. *J. Anim. Sci.* **84**, 2617-2622.
41. 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.
42. USDA (1997) United States standards for grades of carcass beef. Effective date January 31, 1997. United States Department of Agriculture Agricultural Marketing Service, Livestock and Seed Division. 1-17
43. USDA (2010) Agricultural baseline projections: Summary of projections, 2010-2019. Available from: www.ers.usda.gov/briefing/Baseline/summary.htm. Accessed 2010.
44. Voges, K. L., Pfeiffer, K. D., Baird, B. E., King, D. A., Johnson, H. K., Griffin, D. B., and Savell, J. W. (2006) Retail cutting characteristics for US Choice and US Select beef. *Meat Sci.* **73**, 116-131.
45. Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. (2005) Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *J. Anim. Sci.* **83**, 196-207.

(Received 2011.1.26/Revised 2011.3.11/Accepted 2011.3.22)