

한우고기 및 호주산 Wagyu 쇠고기 채끝육의 이화학특성과 관능특성

이종문* · 김태우¹ · 김진형 · 조수현 · 성필남 · 정명옥 · 조용민 · 박범영 · 김동훈
농촌진흥청 국립축산과학원, ¹경주시 농업기술센터

Comparison of Chemical, Physical and Sensory Traits of *Longissimus Lumborum* Hanwoo Beef and Australian Wagyu Beef

Jong-Moon Lee*, Tae-Woo Kim¹, Jin-Hyong Kim, Soo-Hyun Cho, Pil-Nam Seong, Meyung-Ok Jung,
Yong-Min Cho, Beom-Young Park, and Dong-Hun Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea

¹Gyeongju Agricultural Technology Center, Gyeongju 780-140, Korea

Abstract

The objective of this research was to evaluate the chemico-physical and sensory traits of Hanwoo beef quality grade 1⁺⁺ (HW1⁺⁺), grade 1⁺ (HW1⁺), grade 1 (HW1), and Australian Wagyu (AUW) beef. The *Longissimus Lumborum* (LL) of HW1⁺⁺ beef had the lowest ($p<0.05$) moisture contents (54.07%) while it had the highest ($p<0.05$) CIE L, a, b value and water holding capacity (WHC). Fat contents of LL were significantly different ($p<0.05$) among the beef groups: HW1⁺⁺ (25.58%), HW1⁺ (16.39%), HW1 (11.29%), and AUW (11.87%) beef. Warner-Bratzler shear force (WBSF) values were the lowest in the beef from AUW (2.81 kg) beef. Cooking loss of AUW beef had the highest value (23.77%) among the beef groups. Quality grade affected sensory traits, with HW1⁺⁺ receiving highest ($p<0.05$) tenderness, juiciness and flavor. In Hanwoo beef, from grade 1 to grade1⁺⁺, there were significant increases in fat content (from 11.29% to 25.58%), CIE L value (37.56 to 43.15), WHC (55.97% to 60.05%), tenderness (4.63 to 5.28), and decreases in moisture contents (66.84% to 54.07%), protein contents (20.35 to 19.76%), and WBSF value (5.43 kg to 2.93 kg) value. In sensory evaluation, overall acceptability score for Hanwoo 1⁺⁺ grade beef was significantly higher than for Australian Wagyu beef. However, there were no significant differences in sensory properties between Hanwoo 1, 1⁺ grade and Australian Wagyu beef.

Key words : Korean beef, Australian beef, quality grade, physical, chemical properties, sensory.

서 론

한우고기의 경쟁력은 근본적으로 생산비 경쟁에서 취약하기 때문에 품질이 우수한 쇠고기를 생산하여 차별화된 소비계층을 확보하는 것이 중요하다고 생각된다.

이와 같은 측면에서 품질에 따른 쇠고기의 거래지표인 소 도체등급제는 1993년부터 국내에 도입되면서 고품질 쇠고기 생산 기술은 지속적으로 발전되어 왔다. 이에 따라 육질등급은 2004년 12월에 현행 5개 등급으로 개정되어 현재까지 적용되고 있다. 국내 육질 등급 중 최상등급인 1⁺⁺ 등급의 출현율은 2007년에 7.5%로 2004년 도입당시에 비교하여 증가되고 있으며 경락가격 차이도 개정 전

최상등급인 1⁺ 등급 대비 큰 폭으로 형성되고 있다(APGA, 2007).

그동안 한우고기의 품질에 관한 연구는 여러 분야에서 꾸준히 수행되어 왔다(Kim *et al.*, 2000; Kim and Lee, 2003; Moon *et al.*, 2006; Rhee and Kim, 2001; Park *et al.*, 2002).

쇠고기의 품질은 주로 조지방 함량과 같은 화학적 특성과 전단력과 같은 물리적 특성 및 관능특성이 중요하며 (Muchenje *et al.*, 2008b), 품종에 따라 다르다(Cuvelier *et al.*, 2006; King *et al.*, 2006; Purchas *et al.*, 2008; Sitz *et al.*, 2005) 사양관리 및 영양상태에 따라 다르다(Andersen *et al.*, 2005; Wheeler *et al.*, 1996).

쇠고기의 품질을 구성하고 있는 주요 요소에 대하여 Lawrie와 Leward(2006)는 외관특성과 다즙성, 연도 및 향미가 중요하며 Issanchou(1996) 및 Calkins과 Hodgen(2007)은 고기 내 지방함량은 다즙성과 향미에 좋은 영향을 준

*Corresponding author : Jong-Moon Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1683. Fax: 82-31-290-1697. E-mail: jm9758@rda.go.kr

다고 하였다. Serra 등(2008)은 동일한 사양관리 시 근내 지방도는 품종 간에 차이가 있다고 하였다. 특히 George 등(1997)은 근내지방도는 관능검사 특성 중 연도에 가장 큰 영향($p < 0.01$)을 준다고 하였다.

고기 내 지방은 맛에 영향을 주는 지방산 조성에 영향을 주며(Barton *et al.*, 2007) 지질함량이 품종에 따라 다른 것은 기본적으로 유전자 발현이나 효소기작의 차이라고 하였다(Padre *et al.*, 2007).

육색은 소비자 구매의사를 결정짓는 가장 중요한 외관적 특징으로(Maher *et al.*, 2005) 도축 전후의 비정상적인 취급으로 암적색 육이 되면 색이 어둡고 맛이 없어 소비자들이 선호하지 않을 뿐만 아니라 저장성이 떨어진다고(Zhang *et al.*, 2005). 이와 같은 육색의 차이는 품종, 연령, 근내지방 차이와 근육 내 수분 및 myoglobin 함량의 변화에 의존된다고 보고되고 있다(Lawrie and Ledward, 2006).

식육의 연도는 소비자의 고기에 대한 인식에 크게 영향을 주며 품종, 성별, 출하체중 및 도체냉각 과정의 저온단축 등에 영향을 받는다(Muchenje *et al.*, 2008a; Platter *et al.*, 2005; Razminowicz *et al.*, 2006).

전단력으로 측정된 쇠고기의 연도에 대하여 Maher 등(2005)은 연도는 단백질분해 기작에 가장 크게 영향을 받는다고 하였으며, 품종 및 개체별로 다르다고 하였다. Platter 등(2005)은 전단력이 3.9이하일 때 소비자들이 선호하는 것으로 보고하였다.

쇠고기의 정상 pH 범위는 5.4-5.7로서(Young *et al.*, 2005)은 이 범위의 pH는 냉장상태에서 좋은 품질을 유지하고(Gill and Newton, 1981), 연도가 균일하고(Sinmons *et al.*, 2000) 향미가 우수하지만(Dransfield, 1981) 높은 pH의 쇠고기는 정상 pH보다 가공적성은 우수하나 상품가치는 낮다고 하였다. 또한, pH는 쇠고기의 연도와 보수력 및 육색과 관계가 크다고 하였다(Vestergaard *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2005). 보수력은 근육의 pH와 관련되며 가공적성과 다즙성에 크게 영향을 준다(Zhang *et al.*, 2005).

소비자 기호성에 대한 정보는 산업체의 쇠고기 마케팅 전략수립에 중요하다(Behrends *et al.*, 2005). 왜냐하면 소비자가 고기를 구매할 때 고려하는 요인은 연도, 다즙성 및 향미 같은 맛과 건강을 고려하기 때문이다(Verbeke and Viaene, 1999; Wood *et al.*, 2003). 이에 대하여 Obuz 등(2004) 및 Destefanis 등(2008)은 쇠고기의 연도는 소비자 기호성에 가장 큰 영향을 주며 여러 가지 외인적 요인에 영향을 받는다고 하였으며, Özlütürk 등(2004)은 동일한 사양관리 시 품종 간에 관능특성이 다르다고 하였다. Serra 등(2008)은 소비자들의 고기에 대한 만족도는 연도($r=60$), 다즙성($r=0.59$), 향미($r=0.49$) 순이었다고 하였다. 따라서 Koochmarie(1996)는 연도의 변이를 줄이는 것이 쇠고기 산업의 가장 중요한 쟁점이라고 하였으며, Lawrie와 Ledward(2006)은 근내지방도와 보수성을 증가시키는 것이라고 하

였다.

본 연구는 한우고기 산업의 발전을 위한 정책, 연구, 지도에 활용될 수 있는 기초 자료를 도출하고자 한우고기(1⁺⁺, 1⁺, 1등급)와 호주산 Wagyu 쇠고기의 이화학 특성과 관능 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료

쇠고기 시료는 채끝(*M. Longissimus Lumborum*) 부위의 냉장육을 이용하였으며 축산과학원 도축우에는 1⁺⁺등급 판정이 없는 이유로 한우고기 1⁺⁺등급 쇠고기와 곡물로 비육된 호주산 Wagyu 쇠고기는 1개 백화점에서 동시에 구입하였으며 구입시료의 등급은 축산물등급(소) 판정서로 확인하였다. 육질분석은 구입한 한우고기 1⁺⁺등급 쇠고기와 호주산 Wagyu 쇠고기는 구입후 즉시 분석하였으며 축산과학원 부설 도축장에서 도축한 1⁺등급 및 1등급 쇠고기는 도축후 2일후에 분석하였다. 본시험에 분석된 샘플 수는 한우고기1⁺⁺등급은 27개, 한우고기1⁺등급은 14개, 한우고기1등급은 40개 그리고 호주산 Wagyu는 16개이었다.

일반성분 분석

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

육색

기계적 육색측정은 근육의 절단면에서 Chroma meter(CR 400, Minolta Co, Japan)로 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 CIE(Commision Internationale de Leclairage) 값으로 측정하였고, 표준판은 Y=93.90, x=0.3131, y=0.3193의 백색 타일을 사용하였다.

가열감량 및 전단력

신선육 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고, 80°C 항온수조에서 시료 내부중심온도가 70°C가 될 때까지 가열한 다음 냉각 후 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하여 가열감량(cooking loss)을 계산하였으며, 가열한 시료를 Wheeler 등(2000)의 방법으로 전단력가(WBS, Warner-Bratzler shear force)를 측정하였다. 전단력은 가열 후 냉각시킨 고기시료를 직경 0.5 inch의 core로 시료를 근섬유 방향으로 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler Shear Meter, USA)로 측정하였다.

pH 및 보수력

pH는 근육시료에 직접 pH meter(NWKninar pH PK-21, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 보수력(water holding capacity, WHC)은 원심분리법(Laakkomen *et al.*, 1970)으로 측정하였다.

관능검사

10명의 훈련된 관능 요원들에 의하여 6점 평가법에 준하여 다음과 같이 평가하였다. 전체기호도(1=대단히 싫다, 6=대단히 좋다), 연도(1=대단히 질기다, 6=대단히 연하다), 다즙성(1=대단히 건조하다, 6=대단히 다즙하다), 향미(1=대단히 싫다, 6=대단히 좋다).

통계분석

통계분석은 SAS(1989) 프로그램을 이용하였다. 소고기의 등급 및 원산지별 이화학 특성 및 관능검사 결과에 대한 유의성 검정은 ANOVA 및 Duncan의 다중검정을 실시하여 검정하였다.

결과 및 고찰

화학적 조성

한우고기 1⁺⁺등급, 1⁺등급, 1등급 및 호주산 쇠고기의 채끝육의 화학적 조성은 Table 1에 나타나 있다. 수분함량은 한우고기 1등급 육이 66.84%로 가장 높았으며($p<0.05$) 호주산 쇠고기는 64.77%이었고 한우고기 1⁺⁺등급 육이 54.07%로 가장 낮았다. 한우고기의 육질등급 간 수분함량은 육질등급이 높아질수록 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

이와 같은 결과는 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 1등급의 수분 함량이 67.75%였다는 결과 및 Savell 등(1986)이 Prime 등급의 수분함량이 68.14%였다는 결과와 비교할 때 한우고기 및 호주산 쇠고기의 수분 함량은 54.07% -66.84%로 낮은 수준이었다. 또한 Lunt 등(1993)이 Angus 종의 수분함량이 64.51%였다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급과 1⁺등급의 수분함량은 낮았으나, 수분함량이 낮을수록 조지방 함량이 높게 나타난 결과(Table 1)는 Aldai 등(2006)이 근내지방이 높으면 수분함량이 적다고 한 보고와 일치

하고 있다.

조지방 함량은 한우고기 1⁺⁺등급이 26.58%로 가장 높았으며($p<0.05$), 한우고기 1⁺등급이 16.39%로 그 다음 순이었다. 한우고기 1등급의 조지방 함량은 11.29%로 곡물로 비육된 호주산 쇠고기의 11.87%와 비슷하였다.

호주산 쇠고기의 조지방 함량이 11.87%로 높게 나타난 결과는 호주쇠고기 등급제도(AUS-MEAT Limited, 2005)의 근내지방도 판정이 종전의 7개에서 10개로 상향조정되는 등 수출용 쇠고기는 근내지방이 높은 쇠고기를 생산하는 것으로 사료된다.

이와 같은 결과는 Kim 등(2008)이 한우고기 1⁺⁺등급의 조지방이 25.3%였다는 결과와 Moon 등(2006)이 한우고기 1⁺등급의 조지방 함량이 10.54%였다는 결과 및 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 1등급의 조지방 함량이 9.87%였다는 결과보다 본 시험의 한우고기 등급별 조지방 함량이 높은 수준이었다. Lunt 등(1993)이 Angus 품종의 배최장근의 조지방 함량이 14.50%였다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺ 등급과 한우고기 1⁺ 등급의 조지방 함량이 높은 수준이었다.

한편 Carmeron 등(1994)이 일본 Wagyu 품종에서 제시한 조지방 함량과 비교할 때 한우고기 1⁺⁺등급(26.58%)은 일본 육질등급의 근내지방도 10 수준의 조지방 함량 26.1%와 비슷하였고 Savell 등(1986)이 보고한 미국 Prime 등급의 조지방 수준 10.42%와 한우고기 1⁺등급과 호주산 쇠고기의 조지방 함량은 비슷한 수준이었다.

단백질 함량은 호주산 쇠고기가 21.12%로 가장 높았으며($p<0.05$), 한우고기의 등급간에는 19.20%-20.35%로 유의적인 차이는 없었다.

이와 같은 결과는 Hedrick 등(1981)이 Hereford종의 단백질 함량이 Choice 등급에서 17.9%였다는 결과에 비하여 한우고기 및 호주산 쇠고기의 단백질 함량은 19.20%-21.12%로 높은 수준이었다. 한편 Kim 등(2000)이 한우수소 등심육의 단백질 함량이 21.7%였다는 결과와 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 1등급의 단백질함량이 19.77%였다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급과 1⁺등급은 낮은 수준이었으며 한우고기 1등급과 호주산 쇠고기는 각각 20.35 및 21.12%로 높은 수준이었다.

Table 1. Chemical composition of *M. Longissimus Lumborum* of Hanwoo beef and Australian Wagyu beef

Items	Hanwoo beef ¹⁾			Australian beef (n=16)
	Grade 1 ⁺⁺ (n=27)	Grade 1 ⁺ (n=14)	Grade 1 (n=40)	
Moisture (%)	54.07 ^a ± 0.91 ²⁾	63.13 ^b ± 1.01	66.84 ^a ± 0.51	64.77 ^{ab} ± 0.32
Curde fat (%)	26.58 ^a ± 1.43	16.39 ^b ± 1.28	11.29 ^c ± 0.53	11.87 ^c ± 0.36
Curde protein (%)	19.76 ^a ± 1.42	19.20 ^a ± 0.26	20.35 ^a ± 0.30	21.12 ^a ± 0.14
Curde ash (%)	0.58 ^c ± 0.02	0.78 ^b ± 0.04	0.87 ^a ± 0.01	0.83 ^{ab} ± 0.02

¹⁾Quality grade of Korean carcass grading system (Grade 1⁺⁺, Grade 1⁺, Grade 1, Grade 2 and Grade 3).

²⁾Mean ± SE.

^{a-d}Means in the row with different letters are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. The meat color, Warner-Bratzler shear force, cooking loss, pH, and water holding capacity of *M. Longissimus Lunborm* of Hanwoo beef and Australian Wagyu beef

Items	Hanwoo beef ¹⁾			Australian beef (n=16)
	Grade 1 ⁺⁺ (n=27)	Grade 1 ⁺ (n=14)	Grade 1 (n=40)	
CIE L	43.15 ^a ± 0.61 ²⁾	37.89 ^c ± 0.88	37.56 ^c ± 0.48	39.92 ^b ± 0.83
a	24.33 ^a ± 0.27	20.40 ^b ± 0.75	20.91 ^b ± 0.51	23.77 ^a ± 0.38
b	12.90 ^a ± 0.20	9.41 ^b ± 0.57	9.38 ^b ± 0.36	12.98 ^a ± 0.28
WBs (kg)	2.93 ^b ± 0.21	4.60 ^a ± 0.26	5.43 ^a ± 0.35	2.81 ^b ± 0.06
Cooking loss (%)	21.19 ^{ab} ± 0.61	20.49 ^b ± 1.11	21.13 ^{ab} ± 0.79	23.59 ^a ± 0.50
pH	5.61 ^a ± 0.03	5.58 ^a ± 0.02	5.60 ^a ± 0.02	5.48 ^b ± 0.01
WHC (%)	60.05 ^a ± 0.08	57.70 ^b ± 0.36	55.97 ^{bc} ± 0.36	55.08 ^c ± 0.19

¹⁾Quality grade of Korean carcass grading system (Grade 1⁺⁺, Grade 1⁺, Grade 1, Grade 2 and Grade 3).

²⁾Mean ± SE.

WBs : Warner-Bratzler shear force.

WHC : water holding capacity.

^{a-c}Means in the row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

회분함량은 0.87%로 한우고기 1등급이 가장 높았으며 한우고기 1⁺⁺등급이 0.58%로 가장 낮았다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 Kim 등(2000) 및 Kim과 Lee(2003)가 보고한 한우고기의 회분함량 1.06 및 1.67%에 비하여 낮은 수준이었다.

물리적 특성

주요국별 쇠고기 채끝육의 물리적 특성은 Table 2에 나타나 있다. CIE 명도(L)는 한우고기 1⁺⁺ 등급이 43.15%로 가장 높았으며($p < 0.05$), 호주산 쇠고기는 39.92로 그다음 순이었다. 한우고기 1⁺ 등급 및 한우고기 1등급의 명도(L) 값은 37.89-37.56로 비슷한 수준이었다. CIE 적색도(a) 값도 한우고기 1⁺⁺ 등급이 24.33으로 가장 높았으며($p < 0.05$) 그 다음이 호주산 쇠고기 23.77이었다. CIE 황색도 (b) 값은 호주산 쇠고기가 12.98로 가장 높았으며($p < 0.05$) 한우고기 1⁺⁺등급은 12.90으로 그 다음 순이었다.

이와 같은 결과는 Kim 등(2003)이 한우 거세우의 L, a, b값이 37.67, 24.01 및 9.58이었다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급 및 1⁺등급의 L값은 높았으며, 한우고기 1⁺⁺

등급 및 호주산 쇠고기의 적색도는 24.33 및 23.77로 비슷하였고 Kim 등(2008)이 보고한 한우고기 1⁺⁺등급의 L, a, b값이 42.8, 24.7 및 12.0이었다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급의 결과는 비슷한 수준이었다. 본시험의 결과가 Moon 등(2006)이 한우고기의 근내지방이 높은 경우 육색의 명도 36.1 적색도 19.5 및 황색도 9.2 보다 높은 결과는 당시 공시된 한우고기(최고 1⁺등급) 보다 본 시험의 시료가 조지방 함량이 높은 것이 원인으로 생각된다. 한편 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 3개 등급(1, 2, 3) 비교 시 1등급의 명도 39.57보다 본 시험의 1⁺등급육과 1등급육의 명도 값은 낮았으며 적색도 15.7 및 황색도 3.07보다 높은 결과였다. 본시험의 1등급육의 명도 값이 다소 낮은 것은 현행 등급의 한우고기 1⁺⁺ 등급과 1⁺등급이 당시의 1등급에 포함되어 조사된 것이 주요 원인이라고 생각된다.

기계적으로 측정된 전단력은 호주산 쇠고기가 2.81 kg으로 가장 연한 것으로($p < 0.05$) 분석되었으며 그 다음이 한우고기 1⁺⁺ 등급으로 2.93 kg이었다. 한우고기 1⁺등급 및 1등급의 전단력은 각각 4.60 kg 및 5.43 kg 이었다. 호주산 쇠고기의 전단력가가 낮은 것은 근내지방도가 비교적 높은

Table 3. Sensory panal ratings of *M. Longissimus lumborum* of Hanwoo beef and Australian Wagyu beef

Items	Hanwoo beef ¹⁾			Australian beef (n=16)
	Grade 1 ⁺⁺ (n=27)	Grade 1 ⁺ (n=14)	Grade 1 (n=40)	
Overall like ³⁾	5.13 ^a ± 0.10 ²⁾	4.69 ^b ± 0.12	4.67 ^b ± 0.07	4.66 ^b ± 0.11
Tenderness ⁴⁾	5.28 ^a ± 0.11	4.72 ^b ± 0.13	4.63 ^b ± 0.08	4.88 ^b ± 0.10
Juiciness ⁵⁾	5.22 ^a ± 0.12	4.64 ^b ± 0.13	4.69 ^b ± 0.08	4.85 ^b ± 0.10
Flavor ⁶⁾	4.89 ^a ± 0.08	4.72 ^a ± 0.09	4.70 ^a ± 0.06	4.24 ^b ± 0.12

¹⁾Quality grade of Korean carcass grading system (Grade 1⁺⁺, Grade 1⁺, Grade 1, Grade 2, Grade 3).

²⁾Mean ± SE.

³⁾Overall like : 6, like extremely; 1, dislike extremely.

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

⁵⁾Juiciness: 6, very juicy; 1, not at all juicy.

⁶⁾Flavor: 6, like extremely; 1, dislike extremely.

^{a-d}Means in the row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

것과 연도를 중시하는 호주의 품질관리에 의한 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 George 등(1997)이 숙성 14일시 2.41 kg보다 높은 수준이었으며 Destefanis(2008)가 연하하는 기준으로 제시한 4.36 kg과 Miller 등(1997)이 Choice 등급의 전단력이 3.43 kg이었다는 결과 및 Kim 등(2008)이 한우고기 1⁺⁺ 등급의 전단력가가 3.7 kg이었다는 결과에 비하여 본 시험의 한우고기 1⁺⁺ 등급 및 호주산 쇠고기의 전단력(2.93 kg, 2.81 kg)는 낮았으며 한우고기 1⁺등급 및 1 등급은 높은 수준이었다.

한편, 전단력이 낮을수록 관능특성 중 연도가 우수하다는 Caine 등(2003)의 결과나 Destefanis 등(2008)이 전단력가와 연도와는 -0.72 상관관계가 있다는 보고는 Table 3의 관능특성 조사결과와 일치되고 있다.

McKenna 등(2004)이 전단력가는 육질등급이 Low Select에서 Low Choice로 높아질수록 3.34 kg에서 2.95 kg로 낮아진다는 보고 및 Gruber 등(2006)이 도축 후 2일시 등심육의 전단력가가 6.64에서 5.64 kg으로 낮아지며 육질등급이 영향을 준다는 보고와 비교할 때 본 시험의 결과는 수준차이는 있으나 그 경향은 일치되고 있다. 특히 George 등(1997) 및 Obuz 등(2004)은 전단력가는 등급이 높을수록 낮아진다($p<0.05$)는 결과와 일치하고 있다. 이에 대하여 Smith 등(1984)은 근내지방도가 높은 근육은 지방함량이 높아 단백질 변성이 적고 결체조직의 강도를 낮게 하여 연도를 증가시킨다고 하였으며, 이와 같은 결과는 Table 1의 조지방함량이 높을수록 전단력가가 낮아진 본 시험의 결과(Table 2)와 유사한 경향이였다.

가열감량은 호주산 쇠고기가 23.59% 으로 가장 높았으며($p<0.05$), 한우고기의 등급간(1⁺⁺등급, 1⁺등급, 1등급) 가열감량은 20.49-21.13%로 유의적인 차이는 없었다.

본 시험에서 가열감량이 높을수록(Table 2) 연도의 다즙성이 낮은 결과(Table 3)는 Serra 등(2008)이 가열감량은 다즙성과 연도에 부의 상관관계가 있다고 보고한 결과와 일치하고 있다. Moon 등(2006)이 한우고기의 가열감량은 근내지방도가 낮을 경우가 19.7%로 근내지방도가 높은 경우 15.1%보다 높은 수준이라는 보고에 비하여 수준 차이는 있었으나 유사한 결과였다.

Kim과 Lee(2008)가 한우고기 1등급의 가열감량이 27.72% 이었다는 결과와 Özlütürk 등(2004)이 보고한 Charolais 종(29.03%) 및 Simmental 종(25.05%)의 가열감량에 비하여 한우고기 및 호주산 쇠고기는 낮았다.

pH는 한우고기 등급 간에 5.58-5.61로서 호주산 쇠고기의 5.48보다 높았다($p<0.05$). 이와 같은 본시험의 pH값은 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 1등급 pH가 5.47이었다는 보고와 유사하였으며 Kim 등(2008)이 한우고기 1⁺⁺등급의 pH가 5.7이었다는 수준보다는 낮았으나, Young 등(2005)이 쇠고기의 정상 pH 범위는 5.42-5.7라는 수준에 포함되고 있다.

보수력(WHC)은 한우고기 1⁺⁺등급이 60.05%로 가장 높았으며($p<0.05$), 한우고기 1⁺등급은 57.70%로 그다음 순이었으며 호주산 쇠고기가 55.08%로 가장 낮았다.

이와 같은 결과는 Kim과 Lee(2003)가 한우고기 1등급의 보수력 55.69%에 비하여 호주산 쇠고기는 낮았으나 한우고기는 높았으며 Kim 등(2008)이 한우고기 1⁺⁺등급의 보수력이 56.1%였다는 보고에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급 및 1⁺등급은 높은 수준이었다.

또한, Young 등(2005)이 채끝육의 보수력이 58.2% 이었다는 결과에 비하여 한우고기 1⁺⁺등급은 높았으나 그 밖의 쇠고기는 낮은 수준이었다.

관능 특성

주요국별 쇠고기의 관능특성을 10명으로 구성된 전문평가요원이 6점 만점으로 평가한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 연도는 한우고기 1⁺⁺등급이 5.28로 가장 좋았으며($p<0.05$) 호주산 쇠고기가 4.88 한우고기 1⁺등급이 4.63순이었다. 이와 같은 결과는 Table 2의 기계적으로 측정된 전단력은 호주산 쇠고기가 2.81로 가장 낮은 결과와 다소 다른 결과였다. 다즙성은 한우고기 1⁺⁺등급(5.22), 호주산 쇠고기(4.85), 한우고기 1등급(4.69), 한우고기 1⁺등급(4.64) 순이었다. 향미는 한우고기 1⁺⁺등급이 4.89로 가장 좋았으며($p<0.05$) 한우고기 1⁺등급이 4.72, 한우고기 1등급이 4.70, 호주산 쇠고기가 4.24로 호주산 쇠고기가 가장 나쁜 것으로 분석되었다.

전체 평점에서는 한우고기 1⁺⁺등급이 5.13으로 가장 우수하였으며($p<0.05$), 한우고기 1⁺등급이 4.69, 한우고기 1 등급이 4.67 및 호주산 쇠고기가 4.66으로서 한우고기 1⁺⁺ 등급이 가장 좋았으며 호주산 쇠고기는 한우고기 1⁺ 등급 및 1등급과 비슷하였다.

호주산 쇠고기의 관능검사 전체평점이 우수한 것은 수출용 호주산쇠고기의 생산체계가 과거와는 달리 근내지방도를 향상시키고 숙성 등 연도를 증진시킨 결과라고 생각된다. 이와 같은 결과는 Moon 등(2006)이 근내지방도가 높은 것과 낮은 한우고기에 대한 관능검사 비교시험 결과와 비교할 때 연도(4.85 vs. 4.02), 다즙성(4.54 vs. 4.42) 향미(4.93 vs. 4.13) 및 전체 평점(4.95 vs. 3.87)은 근내지방도가 높을수록 좋았다는 결과와 일치하고 있다. 한편 외국품종에 대한 결과보고에서 Behrend 등(2005), Berry와 Leddy(1990), Bronson 등(1986), Laster 등(2008), McKenna 등(2004), Miller 등(1997) 및 Smith 등(2008)이 관능특성은 육질등급이 높아질수록 연도, 다즙성, 향미 및 전체평점이 높아진다는 결과와 유사한 경향이였다.

요 약

한우고기 채끝부위 1⁺⁺등급의 조지방 함량이 26.58%로

가장 높았으며 호주산 쇠고기의 조지방 함량은 11.87%로 한우고기 1등급과 비슷한 수준으로 분석되었다. 한우고기 1⁺⁺등급과 1⁺등급 및 1등급의 조지방 함량은 각각 26.58%, 16.39%, 11.29% 로서 육질등급 간에 차이가 크게 나타났다. 보수력은 한우고기 1⁺⁺등급이 60.05%로 가장 높았다. 전단력은 호주산 쇠고기가 2.81 kg로 가장 낮아 호주산 쇠고기의 연도증진 효과가 있는 것으로 분석되었으며 관능검사 요원이 평가한 맛은 전체평점에서 한우고기(1⁺⁺등급, 1⁺등급, 1등급)가 호주산 쇠고기 보다 우수하였다. 한우고기 육질등급 간 관능평가 결과 1⁺⁺등급은 가장 우수하였으나($p < 0.05$) 1⁺등급과 1등급간에는 차이가 없었다. 이상의 결과에서 호주산 Wagyu 쇠고기는 한우1등급 및 1⁺등급 쇠고기와 비교할 때 향미는 다소 나쁘지만 전체적인 관능검사 평점은 비슷하였다.

참고문헌

- Aldai, N., Murray, B. E., Oliván, M., Martínez, A., M., Troy, D. J., Osoro, K., and Nájera, A. I. (2006) The influence of breed and *mh*-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Sci.* **72**, 486-495.
- Andersen, H. A., Oksbjerg, N., Young, J. F., and Therkildsen, M. (2005) Feeding and meat quality-a future approach. *Meat Sci.* **70**, 543-554.
- AOAC. (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, Chapter **39**, pp.1-8.
- APGS (2007) Report of business for animal products grading service, Korea.
- AUS-MEAT Limited (2005) Handbook of Australian meat 7th ed., pp.1-111.
- Bartoň, L., Marounek, M., Kudrna, V., Bureš, D., and Zahrádková, R. (2007) Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifer fed extruded linseed. *Meat Sci.* **76**, 517-523.
- Behrends, J. M., Goodson, K. J., Koohmaraie, M., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., Wheeler, W. W., Morgan, J. O., Reagan, B. L., Gwartney, J. W., and Savell, J. W. (2005) Beef customer satisfaction: USDA quality grade and marination effects on consumer evaluations of top round steaks. *J. Anim. Sci.* **83**, 662-670.
- Berry, B. W. and Leddy, K. F. (1990) Influence of steak temperature at the beginning of broiling on palatability, shear and cooking properties of beef loin steaks differing in marbling. *J. Food Service Sys.* **5**, 287-298.
- Branson, R. E., Cross, H. R., Savell, J. W., Smith, G. C., and Edwards, R. A. (1986) Marketing implications from the national consumer beef study. *West. J. Agri. Eco.* **11**, 82-91.
- Caine, W. R., Aalhus, J. L., Best, D. R., Dugan, M. E., and Jeremia, L. E. (2003) Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.* **64**, 333-339.
- Calkins, C. R. and Hodgen, J. M. (2007) A fresh look at meat flavour. *Meat Sci.* **77**, 63-80.
- 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.
- Cuvelier, C., Clinquart, A., Hocquette, J. F., Cabaraux, J. F., Dufresne, I., Istasse, L., and Hornick, J. L. (2006) Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. *Meat Sci.* **74**, 522-531.
- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., and Dal Molin, E. (2008) Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner- Bratzler shear force. *Meat Sci.* **78**, 153-156.
- Dransfield, E. (1981) Eating quality of DFD beef. In: The problem of dark-cutting beef. D. E. Hood & P. V. Tarrant (eds.), The Hague: Martinus Nijhoff, pp. 344-358.
- George, M. N., Tatum, J. D., Dolezal, H. G., Morgan, J. B., Wise, J. W., Calkins, C. R., Gordon, T., Reagan, J. O., and Smith, G. C. (1997) Comparison of USDA quality grade with tendertec for the assessment of beef palatability. *J. Anim. Sci.* **75**, 1538-1546.
- Gill, C. O. and Newton, K. G. (1981) Microbiology of DFD meat. In: The problem of dark-cutting in beef. D. E. Hood & P. V. Tarrant (eds.), The Hague: Martinus Nijhoff, pp. 305-327.
- Gruber, S.L., Tatum, J.D., Scanga, J. A., Chapman, P. L., Smith, G. C., and Belk, K. E. (2006) Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. *J. Anim. Sci.* **84**(12), 3387-3396.
- Hedrick, H. B., Krause, G. F., Ellersieck, M. R., Epley, R. J., Riley, J. C., and Thompson, G. B. (1981) Beef carcass composition as influenced by yield and quality grade. *J. Anim. Sci.* **53**, 102-106.
- Issanchou, S. (1996) Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Sci.* **43**, S5-S19.
- 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.
- Kim, K. H., Kim, Y. S., Lee, Y. K., and Baik, M. G. (2000) Postmortem muscle glycolysis and meat quality characteristics of intact male Korean native (Hanwoo) cattle. *Meat Sci.* **55**, 47-52.
- Kim, N. K., Cho, S. H., Lee, S. H., Park, H. R., Lee, C. S., Cho, Y. M., Choy, Y. H., Yoon, D. H., Im, S. K., and Park, E. W. (2008) Proteins in longissimus muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. *Meat Sci.* **80**, 1068-1073
- 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.

25. Koohmaraie, M. (1996) Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Sci.* **43**, 193-201.
26. 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.
27. Laster, M. A., Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Miller, R. K., Griffin, D. B., Harris, K. B., and Savell, J. W. (2008) Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Sci.* **80**, 795-804
28. Lawrie, R. A. and Ledward, D. A. (2006) Lawrie's meat science. 7th ed.. Woodhead Publishing, Cambridge, England.
29. Lunt, D. K., Riley, R. R., and Smith, S. B. (1993) Growth and carcass characteristics of Angus and American Wagyu steers. *Meat Sci.* **34**, 327-334.
30. Maher, S. C., Mullen, A. M., Buckley, D. J., Kerry, J. P., and Moloney, A. P. (2005) The influence of biochemical differences on the variation in tenderness of *M. longissimus dorsi* of Belgian Blue steers managed homogenously pre and post-slaughter. *Meat Sci.* **69**, 215-224.
31. McKenna, D. R., Lorenzen, C. L., Pollok, K. D., Morgan, W. W., Mies, W. L., Harris, J. J., Murphy, R., McAdams, M., Hale, D. S., and Savell, J. W. (2004) Interrelationships of breed type, USDA quality grade, cooking method, and degree of doneness on consumer evaluations of beef in Dallas and San Antonio, Texas, USA. *Meat Sci.* **66**, 399-406.
32. Miller, M. F., Kerth, C. R., Wise, J. W., Lansdell, J. L., Stowell, J. E., and Ramsey, C. B. (1997) Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and aging time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *J. Anim. Sci.* **75**, 662-667.
33. 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.
34. Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Raats, J. G., and Strydom, P. E. (2008a) Meat quality of Nguni Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. *Meat Sci.* **79**, 20-28.
35. Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., and Raats, J. G. (2009b) Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem.* **112**, 279-289.
36. Obuz, E., Dikeman, M. E., Grobbel, J. P., Stephens, J. W., and Loughin, T. M. (2004) Beef longissimus lumborum, biceps femoris, and deep pectoralis Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Sci.* **68**, 243-248.
37. Özlütürk, A., Tuzemen, N., Yanar, M., Esenbuga, N., and Dursum, E. (2004) Fattening performance, carcass traits and quality characteristics of calves sired Charolais, Simmental and Eastern Anatorian Red sires mated to Eastern Anatorian Red dams. *Meat Sci.* **67**, 463-470.
38. Padre, R. G., Aricetti, J. A., Gomes, S. T. M., de Goes, R. H. T. B., Moreira, F. B., and Prado, I. N. (2007) Analysis of fatty acids in longissimus muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livest. Sci.* **110**, 57-63.
39. Park, G. B., Moon, S. S., Ko, Y. D., Ja, 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.
40. Platter, W. J., Tatum, J. D., Belk, K. E., Koontz, S. R., Champman, P. L., and Smith, G. C. (2005) Effects of marbling and shear force on consumer's willingness to pay for beef strip loin steaks. *J. Anim. Sci.* **83**, 890-899.
41. Purchas, R. W. and Zou, M. (2008) Composition and quality differences between the longissimus and infraspinatus muscles for several groups of pasture-finished cattle. *Meat Sci.* **80**, 470-479.
42. Razminowicz, R. H., Kreuzer, M., and Scheeder, M. R. L. (2006) Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Sci.* **73**, 351-361.
43. Rhee, M. S. and Kim, B. C. (2001) Effect of low voltage electrical stimulation and temperature conditioning on post-mortem changes in glycolysis and calpains activities of Korean native cattle (Hanwoo). *Meat Sci.* **58**, 231-237.
44. SAS (1989) SAS/STAT® Users' guide. Release 6, 4th ed.. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
45. 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**, 3.
46. Serra, X., Guerrero, L., Guardia, M. D., Gil, M., Sanude, C., Panea, B., Campo, M. M., Olleta, J. L., Garcia-Cachan, M. D., Piedrafita, J., and Oliver, M. A. (2008) Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Sci.* **79**, 98-104.
47. Simmons, N. J., Auld, M. M., Thomson, B. C., Cairney, J. M., and Daily, C. C. (2000) Relationship between intermediate pH toughness in the beef carcass. *Proc. NZ Soc. Anim. Prod.* **60**, 117-119.
48. Sitz, B. M., Calkins, C. R., Feuz, D. M., Umberger, W. J., and Eskridge, K. M. (2005) Consumer sensory acceptance and value of domestic, Canadian, and Australian grass-fed beef steaks. *J. Anim. Sci.* **83**, 2863-2868.
49. Smith, G. C., Carpenter, Z. L., Cross, H. R., Murphey, C. E., Abraham, H. C., Savell, J. W., Davis, G. W., Berry, B. W., and Parrish, Jr. F. C. (1984) Relationship of USDA marbling groups to palatability of cooked beef. *J. Food Qual.* **7**, 289-308.
50. Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Harris, K. B., Miller, R. K., Griffin, D. B., and Savell, J. W. (2008) Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Sci.* **79**, 631-639.
51. Verbeke, W. and Viaene, J. (1999) Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat consumption in Belgium:

- Empirical evidence from a consumer survey. *Food Qual. Pref.* **10**, 437-445.
52. Vestergaard, M., Oksbjerg, N., and Henckel, P. (2000) Influence of feed intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristics and meat colour of semitendinosus, *longissimus dorsi* and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Sci.* **54**, 177-185.
53. Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Koch, R. M., and Crouse, R. D. (1996) Characterisation of biological types of cattle (cycle IV): Carcass traits and longissimus palatability. *J. Anim. Sci.* **74**, 1023-1035.
54. Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. (2000) Relationship of beef longissimus tenderness classes to tenderness of gluteus medius, semimembrano and biceps femoris. *J. Anim. Sci.* **78**, 2856-2861.
55. Wood J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., and Kasapidou, E. (2003) Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* **66**, 21-32.
56. Young, O. A., Zhang, S. X., Farouk, M. M., and Podmore, C. (2005) Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. *Meat Sci.* **70**, 133-139.
57. Zhang, S. X., Farouk, M. M., Young, O. A., Wieliczko, K. J., and Podmore, C. (2005) Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Sci.* **69**, 765-772.

(Received 2008.9.30/Revised 1st 2009.1.21, 2nd 2009.1.22/
Accepted 2009.1.23)