Korean J. Food Sci. An.
Vol. 33, No. 2, pp. 287~293(2013)
DOI http://dx.do.org/10.5851/kosfa.2013.33.2.287

ARTICLE

육질등급별 한우의 물리화학적 및 관능적 특성

김범근* · 박찬은 · 이은지 · 김윤숙 · 김병삼 · 김종찬
한국식품연구원

Effect of Quality Grade on the Physicochemical and Sensory Properties of Hanwoo

Bum-Keun Kim*, Chan-Eun Park, Eun-Ji Lee, Yun-Sook Kim, Byung-Sam Kim, and Jong-Chan Kim
Korea Food Research Institutue, Sungnam 463-746, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of quality grade on the physicochemical and sensory properties of Hanwoo beef on the basis of four quality grades (grade 1^{++}, 1^{+}, 1, and 2). Significantly decreased levels of myoglobin content (from 12.73 mg/g to 7.90 mg/g) and Warner-Bratzler shear force (WBs) (from 28.01 kg to 14.03 kg) were found with reduction in quality grade ($p<0.05$). In contrast, increasing quality grade correlated with significant increase in crude fat contents (from 8.18% to 19.55%). Crude fat contents showed a negative correlation with moisture content (r=-0.966), myoglobin content (r=-0.998), and WBs (r=-0.969). In sensory evaluation experiments it was revealed that quality grades were associated with significantly altered (all $p<0.05$) flavor, taste, juiciness, tenderness, and overall acceptability. Moisture contents showed negative correlation with taste (r=-0.969) and overall acceptability (r=-0.988). Crude fat contents showed significant correlation with taste (r=0.971), tenderness (r=0.983) and overall acceptability (r=0.968). WBs showed negative correlation with taste (r=-0.957) and overall acceptability (-0.978). The marbling score of fresh meat showed significant correlation with taste (r=0.958), juiciness (r=0.953), and overall acceptance of cooked meat. These results could be used as a fundamental dataset to evaluate the effect of quality grade on the physicochemical and sensory characteristics of Hanwoo beef.

Key words: Hanwoo, quality grade, physicochemical properties, sensory evaluation

서 론

우리나라의 2010년 육류 소비량은 총 1,967천 톤으로 추정되며, 1인당 연간 소비량은 2000년과 비교했을 때 약 21.3% 증가한 38.74 kg인 것으로 나타났다(KMTA, 2012). 국내 소비자들의 육류 소비경향이 양보다는 질적인 개념으로 전환되고 있는 시점에 수입자유화와 유통시장의 개방에 따라 외국의 질 좋은 쇠고기가 들어옴으로써 점차 소비자들의 선택의 폭은 확대되고 있으며 국제 및 국내 시장에서 고품질 한우고기의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 소비자들에게 한우고기의 맛을 차별화해줄 수 있는 시스템 확립이 필요하다고 생각된다.

육류등급제는 소비자가 가장 객관적으로 고기의 품질을 판단할 수 있는 방법으로 선진국에서도 이 제도를 도입하여 등급에 따라 차등 판매를 하고 있다. 우리나라에서는 1993년 처음 도입된 이래 5개 등급(1^{++}, 1^{+}, 1, 2, 3)으로 구분하여 현재까지 적용되고 있다. 이에 따라 육량등급은 도체중, 등지방두께, 등심단면적 등을 측정하고 있으며 육질등급은 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등을 측정하여 판정하고 있다 (Cho *et al.*, 2008). 한편 미국의 경우 약 5년 주기로 국가 차원의 쇠고기 품질평가(NBQA; National Beef Quality Audit)를 실시하여 왔으며(Garcia *et al.,* 2008), 유럽은 EUROP 제도를 적용하고 있으며, 호주는 AUS-MEAT 등급과 브랜드 프로그램인 MSA(Meat Standards Australia) 등급을 적용하고 있다(AUS-MEAT, 2005; Polkinghorne *et al.,* 2008; Verbeke *et al.,* 2010). 이와 같은 등급제도는 자국의 시장여건 변화에 따라 개정되어 왔으며, 등급판정요인은 각국의 쇠고기 산업 발전 전략 수립을 위한 목표 형질로서 역할을 하여 왔다.

쇠고기의 품질 평가는 주로 조지방 함량과 같은 화학적

*Corresponding author: Bum-Keun Kim, Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea. Tel: 82-31-780-9335, Fax: 82-31-780-9333, E-mail: bkkim@kfri.re.kr

특성, 전단력과 같은 물리적 특성 및 관능적 특성을 기준으로 하게 되는데, 이 외에 품종, 사양관리 및 영양상태 등도 일부 영향을 준다고 알려져 있다(Lee *et al.,* 2009). 한우의 육질등급에 대하여 Park 등(2002)은 출하체중의 증가에 따라 높아지고, 성별로는 거세한우가 한우암소 및 수소에 비하여 육질등급이 우수하였으며 그 원인은 근내지방도 차이라고 하였다. 한편 Kim과 Lee(2003)는 육질등급은 연도 및 향미보다 다즙성과 가장 상관성이 높았다고 보고한 바 있다.

본 연구는 한우고기 산업의 발전을 위한 정책, 연구, 지도에 활용될 수 있는 기초 자료를 도출하고자 한우고기의 육질등급(1^{++}, 1^{+}, 1, 2등급)별 물리화학적 및 관능 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에서는 경상북도 군위군에 소재하고 있는 ㈜민속엘피시에서 도축한 후 24시간이 경과된 거세한우의 등심부위(*M. longissimus dorsi*)를 쇠고기 시료로 사용하였으며, 육질등급(1^{++}, 1^{+}, 1 및 2등급)별로 총 20두(4개 육질등급 × 5두)를 공급받았다. 시료의 육질등급은 축산물품질평가원 판정확인서에 의하여 확인하였다.

일반성분, pH 및 보수력 측정

일반성분 함량은 AOAC(2000) 분석방법에 준하여 수행하였으며, 한 반복당 3회씩 실시하였다. 수분함량은 105°C의 dry oven을 이용한 상압 가열건조법, 조지방은 diethyl ether에 의한 Soxhlet 추출법을 이용하였다. pH는 세절육 5 g에 증류수 50 mL를 가하고 homogenizer를 이용하여 균질하고 여과한 후, pH meter로 측정하였다. 보수력(Water holding capacity, WHC)은 원심분리법(Laakkonen *et al.,* 1970)으로 측정하였다.

육색 및 Myoglobin 함량

육색은 시료를 절단하여 공기 중에 약 30분간 노출시켜 발색시킨 후 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)를 CIE(Commision Internationale de Leclairage) 값으로 측정하였다. 이때 표준색은 L*=96.18, a*=0.10, b*=1.90인 표준색판을 사용하여 표준화한 다음 측정하였다.

마이오글로빈 함량 측정을 위하여 근육샘플 2 g에 20 mL의 용액(40 mM phosphate buffer, pH 6.8, 4°C)을 첨가한 후 10,000 rpm에서 30초 동안 균질기로 분쇄한 시료를 3,000 *g*에서 10분 동안 원심분리한 후, 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하고, 700 nm와 525 nm에서 spectrophotometer를 이용하여 측정하였다.

가열감량 및 드립감량

가열감량(Cooking loss)은 신선육 시료를 약 1.5 cm 두께로(약 80 g) 절단하여 polyethylene bag에 넣고 75°C 항온수조에서 30분간 가열한 후 가열전후 중량차를 백분율로 계산하였다.

드립감량(Drip loss)은 시료를 2 × 2 × 1 cm로 잘라서 polyethylene bag에 넣어 4°C에서 6일 동안 보관 후 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하여 계산하였다.

전단력

가열감량을 측정한 시료들을 일정한 크기로 성형한 다음 Warner-Bratzler shear blade가 장착된 texture analyzer(TA. HD. Plus stable micro system, UK)로 전단력(WBs, Warner Bratzler shear force)을 측정하였으며, blade와 근섬유 방향이 평행하도록 절단하였다. 이때 분석조건은 load cell 50 kg, pretest speed 1.0 mm/sec, test speed 2.0 mm/sec, posttest speed 10.0 mm/sec, distance 50.0 mm이었으며 분석된 결과는 kg으로 산출하였다.

외관 및 관능 특성

신선육의 외관 및 조리육의 관능 특성은 훈련된 관능 평가요원 15명을 선발하여 9점 척도법으로 실시하였다. 조리육은 구이용 불판에 내부 온도가 70°C가 되도록 앞면은 2분 30초, 뒷면은 2분간 익혀서 제조하였다. 모든 시료들은 2 × 2 × 1 cm로 정형하여 각각의 용기에 담아 내부 온도가 60°C가 되었을 때 관능 요원들에게 제공되었다. 신선육의 경우 표면의 수분, 마블링, 이취 및 전체적인 기호도에 대하여 평가하였으며, 조리육의 경우에는 향미, 이취, 맛, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도에 대하여 평가하였다.

통계분석

본 실험에서 얻어진 결과는 Windows용 SAS 8.0 통계분석 프로그램을 이용하여 분산분석으로 각 군의 평균과 표준편차를 구했으며, 던컨 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 또한 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 구하고 이에 대한 유의성 검증을 하였다.

결과 및 고찰

일반성분, pH 및 보수력

육질등급별 한우의 수분함량 및 조지방 함량 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 육질등급이 1^{++}(61.86%)에서 2등급(70.60%)으로 낮아질수록 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 조지방 함량은 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 8.18%에서 19.55%로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 한편, 일본의 흑모화우의 경우 조지방 함량이 21.10-24.90% 수준으로 매우 높은 값을 나

타낸 반면(Gotoh *et al.,* 2009), 미국 choice 등급의 조지방 함량의 경우 약 11.2% 수준을 나타내어(Luchak *et al.,* 1998), 한우 1등급 혹은 2등급의 함량과 비슷한 수준인 것을 알 수 있다.

pH는 약 5.42-5.51 범위였으며 정상적인 pH 값을 나타내었다(Table 1). 일반적으로 쇠고기의 정상 pH 범위는 5.42-5.70이며, 보수력 및 연도 등의 품질 변화와 밀접한 관계가 있어 식육의 품질 판정에서 가장 기본이 된다고 알려져 있다(Lee *et al.,* 2010).

보수력(WHC)은 1^{++}등급이 71.15%, 2등급은 69.21%로 육질등급이 높을수록 높은 보수력을 보였지만 유의적인 차이는 없었다(Table 1). 그러나, 한우 1^{++}등급의 보수력이 56.10%였다는 Kim 등(2008)의 결과와 비교하였을 때 높은 수준을 나타내었다. 일반적으로 보수력은 pH, 단백질변성도, 근절길이 등에 의해 결정되고 식육의 외관과 조리 시 큰 영향을 미치는 요소 중 하나로서 경제적인 면에서도 매우 중요하다고 알려져 있다(Barge *et al.,* 1991).

육색 및 Myoglobin 함량

육질등급별 한우의 육색 및 myoglobin 함량을 Table 1에 나타내었다. 육색은 근내지방도와 함께 육질 등급을 결정하는 주요 요인일뿐만 아니라, 소비자의 구매 관점에서도 매우 중요하다고 알려져 있다 (Cho *et al.,* 2008). 본 연구 결과에서는 1^{++}등급의 경우 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness) 값은 각각 40.37, 18.99 및 8.09로 측정되었으며, 육질등급이 낮아질수록 감소하는 경향을 보였다. 이는 근내지방도가 높을수록 L, a, b 값이 높다는 결과(Kim *et al.,* 2008)와 비슷하다는 것을 보여준다. 또한, 육색은 총 색소의 80-90%를 차지하는 마이오글로빈의 양에 의해 결정되며, 그 양은 축종, 연령, 성별, 부위 및 운동정도 등에 따라 다른 것으로 보고되고 있다(Lee *et al.,* 2001). 육질등급별 한우의 마이오글로빈 함량은 육질등급이 1^{++}등급에서 2등급으로 낮아질수록 7.90 mg/g에서 12.73 mg/g로 증가하였다 (p<0.05).

가열감량, 드립감량 및 전단력

육질등급별 한우의 가열감량, 드립감량 및 전단력을 Table 1에 나타내었다. 가열감량(cooking loss)을 분석한 결과 1^{++}등급에서 2등급으로 낮아질수록 29.70%에서 33.79%로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다(p<0.05). 고기를 가열할 경우 가열방법, 성분조성 및 익힘 정도에 따라 그 구조가 크게 변화할 수 있으며, 가열방법에 관계없이 고기가 가열될 때 근섬유의 수축과 근절의 단축으로 인하여 보수력의 감소 및 가열감량이 발생하게 된다(Cho *et al.,* 2008). Moon 등(2006)과 Schmidt 등(2010)이 발표한 바에 의하면, 육질등급이 낮아질수록 가열감량이 증가한다고 하였으며, 이는 본 연구 결과와 일치하는 것을 보여준다. 또한 이 근내지방도가 높을수록 가열감량이 적다고 한 Breidenstein 등(1968)의 보고와도 일치하는 것을 알 수 있다.

드립감량(drip loss)은 2등급의 경우 약 3.11%로 유의적으로 높은 값을 나타내었으며(p<0.05), 육질등급이 높아질수록 감소하였다. 드립감량은 근절의 수축에 따른 근육 미세구조의 변화에 의한 것으로 근육이 수축되면 될수록 근육 내부의 공간이 줄어들게 되어 근육 내 수분이 근육 외부로 유출되어 감량이 발생한다고 알려져 있다(Kim *et al.,* 1994).

전단력은 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 28.01 kg에서 14.03 kg으로 감소하였는데(p<0.05), 이는 육질등급이 높아질수록 전단력이 낮아진다는 Laster 등(2008)과 Obuz 등(2004)의 연구결과와 비슷한 경향을 나타낸다. 이에 대하여 Berry(1993)는 근내지방도가 높을수록 전단력이 낮아진다고 하였으며, Kim 등(2008)은 육질등급과 전단력 간에는 높은 유의적 수준(p<0.05)에서 음의 상관관계를 보인다고 보고한 바 있다.

Table 1. Meat quality measurements in Hanwoo by quality grade

		Quality grade			
		1^{++}	1^{+}	1	2
Moisture (%)		61.86±1.14^{c}	62.89±2.33^{c}	67.80±0.89^{b}	70.60±1.55^{a}
Crude fat (%)		19.55±0.63^{a}	15.71±1.50^{b}	12.60±1.08^{c}	8.18±1.59^{d}
pH		5.46±0.09^{a}	5.43±2.42^{a}	5.42±0.11^{a}	5.51±0.17^{a}
WHC (%)		71.15±4.43^{a}	69.78±1.30^{a}	69.12±0.21^{a}	69.21±5.06^{a}
Meat color	CIE L*	40.37±5.12^{a}	37.79±3.93^{a}	38.41±3.65^{a}	36.78±1.14^{a}
	CIE a*	18.99±2.47^{a}	16.55±3.15^{a}	18.51±0.47^{a}	17.77±1.26^{a}
	CIE b*	8.09±1.41^{a}	6.66±1.44^{b}	7.43±0.52^{ab}	7.00±0.48^{ab}
Myoglobin (mg/g)		7.90±0.76^{c}	8.93±0.53^{c}	11.06±2.10^{b}	12.73±0.49^{a}
Cooking loss (%)		29.70±2.88^{b}	30.62±1.08^{b}	30.15±1.45^{b}	33.79±0.79^{a}
Drip loss (%)		2.58±0.12^{b}	2.61±0.31^{b}	2.55±0.24^{b}	3.11±0.16^{a}
WBs (kg)		14.03±2.58^{c}	15.54±2.32^{c}	23.15±4.26^{b}	28.80±4.17^{a}

$^{a-d}$Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).
WHC: Water holding capacity, WBs: Warner Bratzler shear force

Table 2. Pearson correlation coefficients of meat quality measurements in Hanwoo

	Moisture	Fat	L	a	b	MG	CL	DL	WHC	WBs
Moisture	-	-0.966*	-0.735	0.18	-0.319	0.995**	0.781	0.730	-0.816	0.998**
Fat		-	0.884	0.237	0.545	-0.988*	-0.855	-0.779	0.875	-0.969*
L			-	0.664	0.870	-0.801	-0.813	-0.699	0.853	-0.741
a				-	0.938	-0.085	-0.304	-0.185	0.387	0.009
b					-	-0.413	-0.504	-0.365	0.674	-0.321
MG						-	0.815	0.753	-0.848	0.994**
CL							-	0.985*	-0.541	0.815
DL								-	-0.402	0.770
WHC									-	-0.792

*p<0.05, **p<0.01

MG: Myoglobin, CL: Cooking loss, DL: Drip loss, WHC: Water holding capacity, WBs: Warner Bratzler shear force

Table 3. Sensory traits in Hanwoo by quality grade

	Fresh meat				Cooked meat					
	Surface moisture	Marbling score	Off-flavor	Overall like	Flavor	Off-flavor	Taste	Juiciness	Tenderness	Overall like
1^{++}	7.33±1.37^{a}	7.96±0.86^{a}	1.50±0.78^{b}	7.83±0.87^{a}	7.08±1.64^{a}	1.54±0.72^{a}	7.54±1.14^{a}	7.29±1.52^{a}	5.38±1.53^{a}	7.50±1.14^{a}
1^{+}	7.54±1.06^{a}	7.54±1.02^{a}	1.63±0.92^{ab}	7.58±0.78^{a}	7.04±1.12^{a}	1.46±0.51^{a}	7.00±1.25^{ab}	6.63±1.69^{ab}	4.38±1.41^{b}	7.13±1.15^{a}
1	7.17±1.20^{a}	5.54±1.50^{b}	1.54±0.83^{b}	6.75±1.07^{b}	6.79±1.64^{ab}	1.67±0.82^{a}	6.25±1.70^{bc}	5.96±1.46^{b}	4.21±1.77^{b}	6.29±1.04^{b}
2	6.83±1.13^{a}	5.79±1.61^{b}	2.21±1.41^{a}	6.46±1.10^{b}	5.92±1.69^{b}	2.04±1.76^{a}	6.00±1.50^{c}	5.96±1.30^{b}	3.46±1.38^{b}	6.00±1.18^{b}

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

품질요인 간의 상관관계

육질등급별 한우의 품질요인 간의 상관관계를 Table 2에 나타내었다. 조지방 함량의 경우 수분함량, 전단력 및 myoglobin 함량과 부(–)의 상관관계(p<0.01)를 나타내었는데, 이는 근내지방도가 다즙성과 유의적인 관련성이 있다고 하는 Flores 등(1999)의 보고와 일치하며, 근내지방도가 높을수록, 즉 육질등급이 높을수록 전단력이 낮아 연도가 좋아진다고 하는 Berry(1993)의 보고와도 일치하는 것을 보여준다. 한편, Kim 등(2002)에 의해 근내지방등급이 높아짐에 따라 myoglobin 함량이 줄어들고 유의차(p<0.001)가 있었다고 보고된 바 있다.

관능적 특성

육질등급별 한우의 신선육에 대한 외관특성 결과를 Table 3에 나타내었다. 신선육에 있어서 쇠고기 표면의 수분은 등급간 큰 차이를 보이지 않았으나(p<0.05), 마블링은 1^{++}등급이 7.96점으로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 또한 등급이 낮아질수록 이취가 많이 나는 것으로 나타났다(p<0.05). 전체적인 기호도는 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 6.46점에서 7.83점으로 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

육질등급별 한우의 조리육에 대한 관능특성 결과를 Table 3에 나타내었다. 신선육과는 달리 조리육에 있어서 이취 평가 결과 육질등급 간 유의적 차이를 보이지 않았다. 향미의 경우 2등급(5.92)에서 1^{++}(7.08)등급으로 높아질수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났으며(p<0.05), 이는 Lee 등(2009)이 발표한 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 맛의 경우에도 1^{++}등급(7.54)이 가장 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 다즙성의 경우 육질등급이 2등급(5.96)에서 1^{++}등급(7.29)으로 높아질수록 증가되었다(p<0.05). 연도에서는 전단력과 반대되는 결과를 나타내어, 전단력이 낮을수록, 즉, 육질등급이 높아질수록 관능평가에 있어서 높은 연도를 나타내는 것을 확인하였다. 이는 향, 연도 및 다즙성이 육질등급이 높을수록 높게 평가되어진 Lee 등(2010)의 결과와 일치하는 것을 보여준다. 전체적인 기호도의 경우 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 증가하였으며, 1^{++}등급이 7.50점으로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 이러한 결과는 근내지방도가 높을수록 연도, 향미, 다즙성 및 전체 평점이 우수하다는 보고(Moon *et al,* 2006)와도 일치하는 것을 보여준다. 또한 외국품종의 경우에도 육질등급이 높아질수록 연도, 다즙성, 향미 및 관능적 특성이 높아진다는 결과가 보고된 바 있다(Behrends *et al.,* 2005; Smith *et al.,* 2008).

신선육의 외관평가 결과와 한우의 품질요인 간의 상관도를 Table 4에 나타내었다. 이취의 경우 가열감량 및 드립감량과 정(+)의 상관관계(p<0.01)를 보여주고 있으며, 전체적인 기호도의 경우 수분함량(p<0.01), myoglobin 함량(p<0.05) 및 전단력(p<0.05)과 부(–)의 상관관계를 보여주고 있는데, 이는 수분 함량이 많을수록 myoglobin 함량이 많아 육색에 영향을 주어 전체적인 기호도가 감소하는 것에 기인한다고 볼 수 있다. 또한 전체적인 기호도에 있어서 조지방 함량과는 정(+)의 상관관계(p<0.05)를 보여주는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 한국의 소비자들이 근내지방도가 높은 쇠고기를 선호하는데 기인한다고 볼 수 있다

Table 4. Pearson correlation coefficients between fresh meat sensory traits and meat quality measurements in Hanwoo

Fresh meat	Moisture	Fat	L	a	b	MG	CL	DL	WHC	WBs
Surface moisture	-0.900	0.808	0.480	-0.305	-0.013	-0.869	-0.786	-0.813	0.483	-0.916
Marbling score	-0.934	0.871	0.620	-0.090	0.257	-0.917	-0.517	-0.438	0.878	-0.910
Off-flavor	0.762	-0.831	-0.781	-0.276	-0.468	0.794	0.999**	0.992**	-0.496	0.798
Overall acceptability	-0.994**	0.962*	0.739	0.003	0.345	-0.989*	-0.724	-0.658	0.864	-0.985*

*p<0.05, **p<0.01
MG: Myoglobin, CL: Cooking loss, DL: Drip loss, WHC: Water holding capacity, WBs: Warner Bratzler shear force

Table 5. Pearson correlation coefficients between cooked meat sensory traits and meat quality measurements in Hanwoo

Cooked meat	Moisture	Fat	L	a	b	MG	CL	DL	WHC	WBs
Flavor	-0.905	0.910	0.737	0.064	0.329	-0.913	-0.957*	-0.950	0.596	-0.929
Off-flavor	0.913	-0.872	-0.623	0.112	-0.167	0.902	0.895	0.907	-0.541	0.935
Taste	-0.969*	0.971*	0.814	0.146	0.478	-0.978*	-0.708	-0.617	0.933	-0.957*
Juiciness	-0.909	0.924	0.808	0.214	0.536	-0.924	-0.596	-0.481	0.979*	-0.888
Tenderness	-0.912	0.983*	0.930	0.357	0.628	-0.947	-0.922	-0.851	0.823	-0.924
Overall acceptability	-0.988*	0.968*	0.769	0.056	0.396	-0.988*	-0.720	-0.645	0.893	-0.978*

*p<0.05
MG: Myoglobin, CL: Cooking loss, DL: Drip loss, WHC: Water holding capacity, WBs: Warner Bratzler shear force

Table 6. Pearson correlation coefficients between fresh and cooked meat sensory traits in Hanwoo

Fresh meat \ Cooked meat	Flavor	Off-flavor	Taste	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
Surface moisture	0.928	-0.979*	0.765	0.639	0.769	0.823
Marbling score	0.692	-0.721	0.958*	0.953*	0.764	0.965*
Off-flavor	-0.955*	0.897	-0.677	-0.558	-0.901	-0.694
Overall acceptability	0.855	-0.862	0.987*	0.946	0.895	0.998**

*p<0.05, **p<0.01

(Smith *et al.,* 2009).

조리육의 관능평가 결과와 한우의 품질요인 간의 상관도를 Table 5에 나타내었다. 맛과 전체적인 기호도에 있어서 수분함량의 경우 부(–)의 상관관계(p<0.05)를 보이는 것으로 보아, 다즙성이 기호성에 많은 영향을 끼치고 있는 것을 알 수 있다. 또한 전단력의 경우 전체적인 기호도와 부(–)의 상관관계를 나타내는 것으로 보아, 전단력이 증가할수록 연도가 감소하여 고기의 질긴 정도가 주는 거부감이 큰 것으로 판단된다.

신선육과 조리육의 외관평가 및 관능평가 결과 간의 상관도를 Table 6에 나타내었다. 신선육에서의 marbling score는 맛(p<0.05), 다즙성(p<0.05) 및 전체적인 기호도(p<0.05)와 정(+)의 상관관계를 나타내고 있어, 소비자들이 신선육을 구입할 때 고려해야 할 품질인자로 매우 중요하게 여겨지는 것으로 판단된다. 또한 신선육의 기호도는 조리육에서의 맛(p<0.05), 기호도(p<0.01)와 정(+)의 상관관계를 보여 신선육에서의 품질차이가 조리한 후에도 여전히 나타나는 것을 알 수 있다.

요 약

육질등급별 한우의 수분함량은 육질등급이 2등급에서 1^{++}로 높아질수록 감소하였으며, 조지방 함량은 증가하였다(p<0.05). 보수력은 육질등급이 높을수록 증가하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 마이오글로빈 함량의 경우 육질등급이 높을수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 가열감량과 드립감량은 육질등급이 낮아질수록 증가하였으며, 전단력은 육질등급이 높아질수록 유의적으로 감소하였다 (p<0.05). 신선육에 대한 외관 평가 결과 표면의 수분은 육질등급별 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 마블링은 육질등급이 높은 경우 높게 나타났다. 이취에 있어서는 2등급 시료에서 유의적으로 높게 측정되었다(p<0.05). 이에 따라 신선육에 대한 전체적인 기호도는 1^{++}등급과 1^{+}등급이 1등급이나 2등급에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 조리육에 대한 관능적 특성 결과 중 향미는 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 유의적으로 좋게 나타났으며(p<0.05), 맛과 다즙성은 1^{++}등급이 유의적으로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 이에 따라 조리육에 대한 전체적인 기호도는 육질등급이 2등급에서 1^{++}등급으로 높아질수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

이상의 연구결과에서 볼 때, 한우의 품질을 결정하는데 있어서 수분함량, 조지방, myoglobin 함량 및 전단력이 중요한 물리화학적 인자라고 판단되며, 신선육에 있어서 marbling score는 조리시 맛, 다즙성 및 전체적인 기호도에

있어서 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. AOAC (2000) Official methods of analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp. 13-15.
2. AUS-MEAT (2005) International red meat manual. AUS-MEAT, Limited. pp. 11-12.
3. Barge, M. T., Destefanis, G., Pagano, T. G., and Brugiapaglia, A. (1991) Two reading techniques of the filter paper press method for meat water-holding capacity. *Meat Sci*. **29**, 183-189.
4. 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 matination effects on consumer evaluations of top round steaks. *J. Anim. Sci*. **83**, 662-670.
5. Berry, B. W. (1993) Tenderness of beef loin steaks as influences by marbling level, removal of subcutaneous fat and cooking method. *J. Anim. Sci.* **71**, 2412-2419.
6. Breidenstein, B. B., Cooper, C. C., Evans, R. G., and Bray, R. W. (1968) Influence of marbling and maturity on palatability of beef muscle. 1. Chemical and organoleptic consideration. *J. Anim. Sci.* **27**, 1532-1536.
7. Cho S. H., Kim, J. H., Seong, P. N., Cho, Y. M., Chung, W. T., Park, B. Y., Chung, M. O., Kim, D. H., Lee, J. M., and Ahn, C. N. (2008) Physico-chemical Meat Quality Properties and Nutritional Composition of Hanwoo Steer Beef with 1^{++} Quality Grade. *Korean J. Food Sci. An.* **28**, 422-430.
8. Flores, M., Armero, F., Aristoy, M-C., and Toldrá, F. (1999) Sensory characteristic of cooked pork loin as affected by nucleotide content and post-mortem meat quality. *Meat Sci*. **51**, 53-59.
9. Garcia, L. G., Nicholson, K. L., Hoffman, T. W., Lawrence, T. E., Hale, D. S., Griffin, D. S., Savell, D. S., Morgan, J. B., Belk, K. E., Field, T. J., 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.
10. 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.
11. 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.
12. Kim, C. J., Suck, S. J., Ko, W. S., and Lee, E. S. (1994) Studies on the cold and frozen storage for the production of high quality meat of Korean Native Cattle. II. Effect of cold and frozen storage on the drop, storage loss and cooking loss in Korean Native Cattle. *Korean J. Food Sci. An.* **14**, 155-162.
13. Kim, N. K., Cho, S., Lee, S. H., Park, H. R., Lee, C. S., Cho, Y. M., Choy, Y. H., Yoon, D, Im, S. K., Park, E. W. (2008) Proteins in *longissimus* muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. *Meat Sci.* **80**, 1068-1073
14. Kim, J. W., Cheon, Y. H., Jang, A. R., Lee, S. O., Min, J. S., and Lee, M. (2002) Determination of physico-chemical properties and quality attributes of Hanwoo beef with grade and sex. *Korean J. Anim. Sci. Technol*. **44**, 599-606.
15. Korea Meat Trade Association (KMTA). Information and data of agricultural statistics of Korea. Available from http://kmta.or.kr/html/sub6-1.html?scode=6. Accessed Oct. 20, 2012.
16. 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.
17. 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 ageing 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
18. Lee, J. M., Choe, J. H., Lee, H. K., Na, J. C., Kim, Y. H., Cheon, D. W., Sea, S. C., and Hwang, K. S. (2010) Effect of quality grades on carcass characteristics, physico-chemical and sensory traits of *Longissimus Dorsi* in Hanwoo. *Korean J. Food Sci. An.* **30**, 495-503.
19. Lee, J. M., Kim, T. W., Kim, J. H., Cho, S. H., Seong, P. N., Jung, M. O., Cho, Y. M., Park, B. Y., and Kim, D. H. (2009) Comparison of chemical, physical and sensory traits of *Longissiums Lumborum* Hanwoo beef and Australian Wagyu beef. *Korean J. Food Sci. An.* **29**, 91-98.
20. Lee, S. K., Kim, Y. S., Kim, J. Y., Liang, C., Y., Yang, B. K. (2001) Effects of reducing ability on meat color stability and lipid oxidation of Hanwoo(Korean native cattle) beef. *Korean J. Anim. Sci. Technol*. **43**, 401-408.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Park, G. B., Mon, 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.
25. Polkinghorne, R., Watson, R., Thompson, J. M., and Pthick, D. W. (2008) Current usage and further development of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. *Aust. J. Exp. Agric.* **48**, 1459-1464.

26. Schmidt, T. B., Schilling, M. W., Behrends, J. M., Battula, V., Jackson, V., Sekhon, R. K., and Lawwrence, T. E. (2010) Use of cluster analysis and preference mapping to evaluate consumer acceptability of choice and select bovine *M. Longissimus Lumborum* steaks cooked to various end-point temperatures. *Meat Sci.* **84**, 46-53.
27. 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.
28. 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.
29. Verbeke, W., Wezemael, L. V., Barcellos, M. D., Kügler, J. O., Hocquette, J. F., Ueland, Ø., and Grunert, K. G. (2010) European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee insights from a qualitative study in four EU countries. *Meat Sci*. **54**, 289-296.

(Received 2012.11.8/Revised 2013.4.2/Accepted 2013.4.3)