

현수방법이 한우육질에 미치는 영향

황인호

농촌진흥청 축산연구소

The effect of suspension method on meat quality of Hanwoo

I. H. Hwang

National Livestock Research Institute, RDA

ABSTRACT

The current study was conducted to determine the effect of suspension method on satisfaction level of Korean consumers and objective meat quality traits in Hanwoo *longissimus dorsi*(LD), *triceps brachii*(TB) and *semimembranosus*(SM) muscles. Eighteen Hanwoo steers were slaughtered and alternative sides were hung either by pelvic bone(TS) or Achilles tendon(AT). Sensory characteristics, WB-shear force, sarcomere length, water-holding capacity, sarcomere length and cooking loss were determined after a 7-d chiller ageing. Higher carcass quality grade received significantly($P < 0.05$) greater eating quality for LD, but the grade did not affect eating quality for both TB and SM. TS did not influence objective and subjective meat quality for TB, but that significantly($P < 0.05$) improved eating quality for LD and SM. The most noticeable result was that when SM was tenderstretched, eating quality was equivalent to that of normally hung LD. In relationship between objective and subjective meat quality assessments, eating quality for LD had a significant($P < 0.05$) relationship with intramuscular fat content, while that for SM was greatly($P < 0.05$) related to sarcomere length. The current study indicated that pelvic hanging was an effective way to improve eating quality both LD and SM, and carcass quality grades did not greatly reflect eating quality of SM and TB. The data also implied that instrumental measurements poorly estimated the satisfaction level of Korean consumers.

(Key words : Suspension method, Eating quality, Beef, Muscle)

I 서 론

고기의 품질은 궁극적으로 소비자의 선호도 및 만족도에 따라 달라지고, 그것은 개인적 사회문화적 요인에 의해 결정된다. 연도가 쇠고기의 소비자 만족도 및 기호성에 가장 큰 요인이라는 결과가 호주(Thompson, 2002), 미국(Miler 등, 1997), 캐나다(Jeremiah 등, 2003), 유럽(Maher 등, 2004) 등의 나라에서 보고되고 있다. 한국 소비자들은 근내지방도가 높은 고기를 선호하는데(Cho 등, 1999), 이것은 우수한 향미와 다즙한 특성(Kim와 Lee, 2003)과 관련되어 있는

것으로 해석된다. 국내 쇠고기가 불고기형 바비큐로 많이 소비된다는 점을 감안하면, 연도가 국내 소비자들에게 중요한 요인이 아닌 것으로 판단되어 왔으나, 최근 Park 등(2004)은 한국소비자들도 연도가 기호도 및 만족도에 큰 영향을 미친다는 것을 보고했다.

Tenderstretch가 연도를 향상 시킨다는 사실은 잘 알려져 있으며, 여러 나라에서 산업적으로 이용되고 있다(Hwang 등, 2002; Thompson, 2002; Sorheim와 Hildrum, 2002). 이 처리는 actomyosin 결합력(Hopkins와 Thompson, 2001)과 Calpain 효소 작용(O'Halloran 등, 1998)에 영향을 미치

Corresponding author : In Ho Hwang, National Livestock Research Institute, 564 Omockchun-Dong, Suwon, Kyunggi-do, 441-350, Korea, Tel : 031-290-1697, E-mail : ihhwang@rda.go.kr

지 않아, 인장력에 의한 근절길이 증가로 근섬유의 구조적 변화가 연도증가와 관련된 것으로 이해되고 있다. 이 현수 방법은 국내 쇠고기 산업에 이용되고 있지 않으나 소비자들의 균일한 품질과 맛있는 쇠고기에 대한 요구가 증가하는 시점에서 현수방법에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 근내지방은 국내 쇠고기 생산자 뿐 아니라 소비자에게도 중요한 요인으로 도체 육질등급 결정에 중요한 요인이다(Moon 등, 2003). 근내지방이 관능특성에 미치는 영향에 대한 결과는 보고자에 따라 조금씩 다르나, 일반적으로 근내지방이 15% 이내에서 비선형적으로 다즙성이 증가하였으며(Thompson, 2001), 쇠고기의 관능특성에 대한 10 ~ 15%의 변이를 설명하는 것으로(Dikeman, 1987) 보고되고 있다. 근내지방이 관능특성 증가에 도움이 된다는 이론은 낮은 열전도성 때문에 고기가 너무 익는 것과 타는 것을 막는다는 간접적 영향(Rymill 등, 1997)과 씹힘 작용에서 윤활작용과 근섬유수를 상대적으로 줄인다는 직접적 영향(Miller, 1994), 그리고 씹셈을 자극하여 다즙성이 높은 느낌을 받게 한다는 제 3요인(Thompson, 2001)으로 설명되고 있다. 따라서 본 연구는 현수방법이 한우 육질에 미치는 영향과 근육간 육질특성 차이를 평가하기 위해 수행되었다. 이 연구는 국제컨소시엄 형태의 연구로 수행되어 Park 등(2004)에 의해 일부 결과가 보고되었으며, 이 논문은 보고되지 않은 한우의 도체 특성별 현수방법 효과와 한국 소비자 맛지수와 기계적 육질특성의 관계를 분석하였다.

II 재료 및 방법

1. 시험축, 시험설계 및 처리

약 24개월령 한우 거세우 18두(도체중: 313 ~ 409 kg)를 축산기술연구소 연구용 도축장에서 3일에 걸쳐 도축하였다. 도축 후 pH 하강 속도 조절을 위해 저전압 전기자극(45 volt, 100 ms on and 12 ms off, 36 pulses/sec)을 방혈중 10 ~

20 초 동안 실시하였으며, 좌 도체와 우 도체를 순차적으로 Achilles tendon(AT) 또는 obturator foramen(Tenderstretch, TS)로 도축 후 약 30 분(냉각시작 직전) 현수하여 1℃ 다음날까지 냉각하였다. 냉각 후 등급판정된 좌우 도체에서 *m. longissimus dorsi*(LD), *m. triceps brachii*(TB) and *m. semimembranosus*(SM)를 발골하여 진공포장 후 1℃ 7일 동안 숙성시켰다.

2. 시료 준비 및 측정

숙성후 관능검사, 전단력, 근내 조지방 함량 및 근절길이 측정을 위한 시료를 채취하여 진공포장 후 -20℃ 보관하며 측정하였다. 전단력 시료는 70℃ 수조에 지름이 2.54cm 된 시료를 심부온도가 70℃ 도달 할 때까지 60분간 가열 후 수돗물(약 18℃)에서 30분 동안 냉각하여 준비하여 측정하였다(Wheeler 등, 2000). 가열 감량은 가열전과 후의 무게 차이를 측정하여 백분율로 계산하였다. 근절길이는 Helium-Neon 레이저 굴절 방법으로 고정된 시료에서 측정하였다(Cross 등, 1981). 근내지방은 Microwave-Solvent Extraction 방법에 의해 측정하였다(AOAC, 2000). 보수력은 Chae 등(2001)의 원심분리법에 의해 측정하였다. 관능평가는 지름이 25mm인 서양식 스테이크(Grill)와 지름이 4mm인 한국식 바베큐(BBQ) 시료를 각각 220 ~ 230℃ · 245 ~ 255℃ 상업용 불판에 심부온도가 약 70℃ 도달할 때 까지 가열 후 실시하였다. 평가는 수원인근 농업관련 연구기관과 대학의 식품관련에 종사 및 수학하는 일반 쇠고기 소비자 360명을 대상으로 연도, 다즙성, 향미, 기호도 및 만족도를 평가하였다. 각각의 시료는 10명에 의해 평가되었으며, 각 평가자는 7가지의 시료를 평가하여(표준시료 1점 포함), 총 2,160 시료(36 반도체 × 3 근육 × 10 반복 평가 × 2 요리방법)가 평가되었다. 관능평가 결과는 Park 등(2004)이 보고한 Table 1에 나타난 가중치를 곱하여 한국 쇠고기 맛지수(KEQ)를 계산 하였다.

Table 1. Scaled weightings of tenderness, juiciness and flavor for satisfactory rate for *longissimus*(LD), *triceps brachii*(TB) and *semimembranosus* (SM) cooked by thin slice(BBQ) and steak(Grill)^Σ

	BBQ			Grill		
	LD	TB	SM	LD	TB	SM
Tenderness	0.42	0.48	0.33	0.37	0.44	0.53
Juiciness	0.31	0.18	0.32	0.23	0.2	0.14
Flavor	0.27	0.34	0.35	0.4	0.37	0.33

^Σ Adapted from Park 등(2004).

3. 통계 처리

현수방법이 육질에 미치는 영향은 Mixed 모형(SAS, 1997)을 이용하여 평가하였다. 모형에는 육질등급과 현수방법은 고정효과로 동물은 랜덤효과로 설정되었으며, 처리 및 처리간 상호 상관관계는 pair-difference 방법에 의해 0.05% 수준에서 유의성을 검증하였다. 처리간의 1차 상호 작용은 육질 특성에 따라 유의적인 차이를 보이지 않은 경우가 있었으나, 모형에 포함시켜 pair-difference 분석에 이용하여 표로 나타내었다. 총 18두의 시험 축군내 도체 육질등급 분포가 불균형 하여, 1⁺와 1 등급(총 10두), 2와 3등급(총 8두)을 각각 같은 육질등급으로 분류하여 2가지 육질등급을 기준으로 분석하였다. 육질특성별 상호관계는 Factor 분석(SYSTAT, 2002)으로 전단력, 근내지방, 관능특성, 가열감량, 보수력, 근절길이를 이용하여 실시하였으며, 근육간 이와 같은 육질 특성차이는 Discriminant 분석(backward stepwise, alpha to enter = 0.15)으로 실시하였다.

III 결과 및 고찰

1. 현수방법이 육질에 미치는 영향

근내지방이 관능특성에 영향을 주는 기작에 대한 이론은 아직 정립되지 않았으나, 여러 연

구결과들에서 몇 가지 가능한 요인들을 살펴볼 수 있다. 지방 세포의 분화 및 성장이 결체조직 사이에서 일어나므로(Nishimura 등, 1999), 고기내 결체조직 수가 상대적으로 줄어들고 씹힘 작용에서 윤활작용과(Miller, 1994), 침샘을 자극하여(Thompson, 2001) 다즙성이 높은 느낌을 받게 한다고 믿어지고 있다. 한편, 관능특성 검사의 기술적 복잡성과 육질특성 그 자체의 복잡성 때문에 이들의 상관관계는 연구보고서에 따라 차이가 있다(Dikeman, 1987, 1996). 하지만 근내지방은 관능특성을 약 10 ~ 15% 설명하는 것으로 보고되고(Dikeman, 1987), 근내지방도 15% 이상 증가해도 관능특성의 증가에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 보고되고 있다(Thompson, 2001). 한편 어떤 연구자들(예, Dikeman, 1996, Rymill 등, 1997)은 근내지방이 관능특성에 직접 영향을 미치지 않는다고 보고했다. 후자의 연구에서 조금익힘(rare doneness) 스테이크의 경우 관능특성은 근내지방에 의해 영향을 받지 않았다. 이러한 연구는 일반적인 통설과 같이 근내지방이 열 전도성이 낮아 고기가 너무 많이 익는 것(overcooking)을 막아 관능특성을 증가시킨다는 간접효과가 있다는 것을 설명해주고 있다.

Table 2은 현수 방법과 도체 육질등급간의 상호관계를 나타내고 있다. 한국 소비자들은 도체 육질등급이 높은 LD의 경우 요리방법에 관계없이 높은(P < 0.05) 맛을 느꼈으나, TB의 경우는 육질등급간 차이점을 구분하지 못했다. 한편 SM의 경우 요리방법에 따라 도체등급간 맛이 다르거나 같다고 했는데, 서양식 Grill의 경우는 높은 등급에서 더 좋은(P < 0.05) 맛을 느꼈다고 평가했다. 이 결과는 등심위주의 도체 육질등급이 등심의 맛과는 관련이 있으나, 다른 부위의 맛은 대변하지 못한다는 것을 지적하고, Shorthose 등(1990)이 보고한 바와 같이 근육간 육질의 상관관계가 낮다는 것을 간접적으로 시사한다. 또한 SM의 경우 소비자 만족도는 요리방법에 따라 크게 달라진다는 것을 시사한다. 가열시 근육은 약 60℃ 서 결체조직의 젤화되어 연성이 증가하고, 반대로 근섬유조직은 변성되어 연성이 약해진다(Davey와 Gilbert,

Table 2. Interaction between carcass quality grade and suspension method for *longissimus* (LD), *triceps brachii*(TB) and *semimembranosus*(SM)

	Carcass quality class ^Ω			Suspension method ^Ψ			Carcass quality × Suspension				
	High(A)	Low(B)	s.e.	AT(C)	TS(D)	s.e.	A × C	B × C	A × D	B × D	s.e.
Eating quality, BBQ ^Φ											
SM	58.0 ^a	57.8 ^a	1.44	51.1 ^a	64.7 ^b	1.44	51.6 ^a	50.6 ^a	64.4 ^b	64.9 ^b	2.03
LD	67.7 ^a	66.9 ^b	1.56	64.7 ^a	69.9 ^b	1.59	65.4 ^{ab}	64.0 ^a	70.1 ^b	69.8 ^b	2.25
TB	59.1 ^a	57.6 ^a	1.81	58.4 ^a	58.3 ^a	1.82	58.7 ^a	58.2 ^a	59.6 ^a	57.1 ^a	2.57
Eating quality, Grill ^Υ											
SM	48.6 ^a	46.7 ^b	1.67	44.2 ^a	51.0 ^b	1.67	45.5 ^{ac}	43.0 ^a	51.7 ^b	50.3 ^{bc}	2.36
LD	65.0 ^a	61.5 ^b	1.41	60.7 ^a	65.8 ^b	1.41	62.1 ^a	59.4 ^a	68.1 ^b	63.5 ^{ab}	1.99
TB	52.8 ^a	55.0 ^a	1.67	54.4 ^a	53.4 ^a	1.67	55.1 ^a	53.7 ^a	50.4 ^a	56.4 ^a	2.36
WB-shear force(kg)											
SM	4.0 ^a	4.5 ^b	0.16	4.2 ^a	4.3 ^b	0.16	3.8 ^a	4.6 ^b	4.2 ^b	4.4 ^b	0.23
LD	3.0 ^a	3.2 ^a	0.15	3.3 ^a	2.9 ^b	0.16	3.1 ^{ac}	3.5 ^{ab}	3.0 ^c	2.9 ^c	0.21
TB	3.7 ^a	3.8 ^a	0.12	3.6 ^a	3.9 ^a	0.12	3.6 ^a	3.6 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	0.17
Cooking loss(%)											
SM	24.1 ^a	25.2 ^a	0.70	25.4 ^a	23.9 ^a	0.71	24.1 ^a	26.6 ^a	24.1 ^a	23.7 ^a	1.00
LD	23.9 ^a	25.4 ^b	0.41	24.8 ^a	24.5 ^a	0.41	24.1 ^{abc}	25.3 ^{ad}	23.6 ^b	25.3 ^{cd}	0.58
TB	27.3 ^a	28.5 ^a	0.72	27.8 ^a	28.0 ^a	0.72	26.9 ^a	28.6 ^a	27.7 ^a	28.3 ^a	1.02
Sarcomere length(μm)											
SM	2.4 ^a	2.4 ^a	0.04	1.8 ^a	2.9 ^b	0.04	1.9 ^a	1.8 ^a	2.8 ^b	2.9 ^b	0.06
LD	2.0 ^a	2.0 ^a	0.05	1.8 ^a	2.2 ^b	0.05	1.8 ^a	1.8 ^a	2.2 ^b	2.2 ^b	0.07
TB	2.4 ^a	2.3 ^a	0.05	2.4 ^a	2.4 ^a	0.05	2.4 ^a	2.3 ^a	2.4 ^a	2.4 ^a	0.07
Intramuscular fat(%)											
SM	6.9 ^a	3.8 ^b	0.47	5 ^a	4.9 ^a	0.48	8.0 ^a	3.6 ^b	5.9 ^c	4.0 ^b	0.67
LD	13.6 ^a	8.8 ^b	0.58	11.6 ^a	10.8 ^a	0.58	14.7 ^a	8.5 ^b	12.5 ^a	9.1 ^b	0.82
TB	8.7 ^a	5.8 ^b	0.49	6.8 ^a	7.7 ^a	0.49	8.1 ^a	5.4 ^b	9.3 ^a	6.2 ^b	0.69
df ^Σ	1/35			1/35			1/35				

^Ω High : Carcass quality grade 1⁺ or 1(n=10), Low: Carcass quality grade 2 or 3(n=8).

^Ψ At : Hung by Achilles tendon, TS: Hung by obturator foramen.

^Φ Eating quality of Korean consumers for thin slice cooking method.

^Υ Eating quality of Korean consumers for grilled steak method.

^{abcd} Means bearing a common letter within each testing for each muscle did not significantly differ(P > 0.05).

^Σ df : Numerator/denominator degree of freedom.

1974; Lewis와 Purslow, 1989). 이것은 근육간
결체조직의 강도와 보수력이 다르다(Torrescano
등, 2003)는 점에서 해석할 때 근육마다 가장

적합한 요리방법이 다르다는 것을 의미한다
(Savell 등, 1999). 본 실험에서 평가한 시료는 7
일 동안 숙성되어 근섬유와 관련된 대부분의 연

화작용이 이루어졌을 것으로(Hwang 등, 2003a) 판단되어, SM의 요리방법에 따른 관능 특성의 차이는 요리방법이 결체 조직에 미치는 영향과 밀접한 관계가 있다고 판단되었다. 한편 전단력은 SM의 경우만 높은 육질등급이 낮았으며 ($P < 0.05$), 다른 근육에서는 육질 등급간 차이 점이 관찰되지 않았다. 이것은 전단력과 관능 특성과의 관계는 근육에 따라 다르다(Shackelford 등, 1995)는 것을 증명한다. 한편, Park 등(2001)의 한우 연구에서는 도축 1일째 등심 전단력은 관능특성을 잘 설명했던 결과를 고려할 때, 본 결과는 장기간 숙성된 전단력가는 관능특성 예측에 한계가 있음을 시사한다.

본 실험에서 현수방법은 TB의 관능특성 및 물리적 육질 특성에 영향을 미치지 않았다(Hwang 등, 2002; Thompson, 2002; Sorheim와 Hildrum, 2002). 한편, 잘 알려진 바와 같이 tenderstretch는 모든 요리방법에서 LD와 SM의 근절길기와 맛을 증가시키고($P < 0.05$) 전단력을 감소($P < 0.05$) 시켰다(Ferguson 등, 1999). 가열 감량은 사후 강직기동안 도체 온도와 pH 하강 속도에 의한 근섬유소 변성(Offer, 1991)에 의해 크게 영향을 받는데(Hwang와 Thompson, 2003; Zhu와 Brewer, 2002), 본 실험에서 현수방법은 가열 감량에 영향을 미치지 않았다. 이 결과는 현수방법은 도축 후 사후 대사 속도에 큰 영향을 미치지 않았다는 것을 시사한다(Eikelenboom 등, 1998). 근절길기와 가열 감량과의 관계에서, Tornberg(1996)는 냉각단축된 근육을 예로 단축된 근육은 가열시 수축공간이 많아 가열 감량이 증가한다(Bouton 등, 1976)고 하였는데, 본 실험에서는 차이점을 발견할 수 없었다. Tenderstretch가 쇠고기 맛을 증가시키는 생물학적 요인에 대해서는 정확한 기작이 밝혀지지 않았다. 하지만 이 처리가 Actin과 Myosin의 결합력에는 영향을 미치지 않고(Hopkins와 Thompson, 2001), Calpain 효소 작용에도 영향을 미치지 않는다(O'Halloran 등, 1998)고 보고되고 있어, 현재로서는 Bouton 등(1973)이 제시했던 바와 같이 결체조직의 약화로 인한 연도 증진과 관련된 것으로 이해되고 있다.

도체 육질등급에 따른 현수방법의 효과는 대

부분의 육질 특성에서 관찰되지 않았다. 하지만 이 연구결과의 특이한 내용은, tenderstretch를 했을 경우 SM의 맛 지수가 처리하지 않은 LD와 동일해 진다는 것이다. 이것은 특히 한국식 BBQ형 요리에서 명료했다. 재료 및 방법과 Park 등(2004)에서 잘 설명된 바와 같이 소비자 맛 지수는 만족도에 영향을 주는 연도, 다즙성과 향미의 상대적 중요성을 고려하여 계산된 소비자 만족도 수치를 의미한다. 이 결과를 중심으로 볼때 우둔(즉, SM)도 tenderstretch를 했을 경우 불고기형 요리에서 등심과 같은 맛을 낼 수 있다는 것을 증명한다. Tenderstretch는 호주와 아일랜드를 포함하여 몇몇 나라에서 산업체에 적용되고 있다(Sorheim와 Hildrum, 2002). 이러한 나라들은 대부분 연도가 소비자 만족도에 큰 영향을 미치는 경우에 해당하나, Park 등(2004)에 나타난 바와 같이 한국 소비자들도 연도가 만족도에 중요한 요인으로 나타나 현수방법의 개선은 우둔과 같은 비선호 부위의 경제적 효율성을 증가시킬 것으로 판단되었다. 본 실험의 결과는 한국 소비자들은 LD의 경우 도체 육질등급이 높은 고기에서 더 좋은 맛을 느끼지만, 한국형 바비큐요리에서 TB와 SM의 맛 지수는 도체 육질등급과 관련되어 있지 않다는 것을 나타낸다. 또한, SM도 현수방법을 개선할 경우 LD의 같은 맛을 낼 수 있다는 것을 시사한다. 한편, 전단력 측정은 등심근육의 숙성 7일된 시료에서 맛 차이를 예측하지 못한 것으로 밝혀졌다.

2. 소비자 맛 지수와 기계적 육질특성과의 상관관계 및 근육별 분리특성

고기에 대한 소비자 만족도는 개개인의 기호성과 문화적 차이에 따라 다르지만(Lorenzen 등, 1999), 요리 후 시식시 입안에서 느껴지는 조직의 변형성, 잘림성 및 다즙성 등의 복합적인 요인이 작용하여 육질과 만족도에 대한 판단에 이르게 된다(Jowitt, 1974; Szczesniak, 1986). 쇠고기 생산 및 판매자의 최종 목표는 소비자가 원하는 육질의 고기를 생산하고 판매하는 것이지만, 소비자를 대상으로 육질을 평가하는

것은 경제적 시간적인 측면에서 많은 노력을 요구한다. 이러한 이유로 많은 연구소에서는 Volodkevish's device, Warner-Bratzler device, INRA shearing, MIRINZ tenderometer 등을 개발해 왔다(Peachey 등, 2002; Kamoun와 Culioli, 1988). 또한 이런 기계적 측정치들을 종합하거나(Caine 등, 2003; Eikelenboom 등, 1998), 보수력과 같은 다른 측정 요인을 합하여(Perry 등, 2001; Shorthose 등, 1990) 관능특성을 예측하려는 시도가 있어왔다. 1930년대 Warner-Bratzler 기계가 도입된 이래, 이에 대한 많은 연구와 다양한 측정기계의 개발은 육질특성에 대한 기계적 측정이 소비자의 맛을 예측하는데 한계가 있음을 시사하고 있다.

Table 3은 한국소비자 맛 지수와 가열감량, 전단력, 근절길이, 근내조지방도 및 보수력과의 단순 상관관계를 분석한 결과이다. 상관도의 크기는 측정치의 범위와 숙성일에 따라 크게 영향을 받는다(Perry 등, 2001). 한편, 본 실험의 자료는 다양한 육질의 범위를 보여주고 있으나, 대부분의 관계에서 유의적(P < 0.05) 상관관계는 나타나지 않았다. 국내 쇠고기 유통기간을 약 7일 이내로 보았을 때, 이 결과는 실험실적인 측정치와 소비자들이 느끼는 쇠고기 맛과의 차이가 크다는 것을 직접적으로 나타낸

다. LD의 경우 근내지방과 유의적(P < 0.05) 상관관계를 보였고, SM의 경우는 근절길기와 유의적(P < 0.05) 상관관계를 보였다. 이것은 이러한 특성들이 숙성 7일 후에도 맛에 큰 영향을 미친다는 것을 의미하고, 근육에 따라 맛을 대변할 수 있는 예측 요인이 다르다는 것을 시사한다. 이것은 Fig. 1에 나타난 요인 분석에 의해 더 잘 설명되었다. 요인 1과 2를 합한 설명도는 약 60%에 미치지지만, 본 결과는 실험실 육질평가 항목간 상호관계는 근육에 따라 다르고, 맛 지수에 미치는 요인과 정도도 다르다는 것을 나타낸다. Table 3의 단순 상관관계에서 예시된 바와 같이 LD의 경우 근내지방이 맛 지수와 가장 가까이 위치해 있으며, SM의 경우 맛지수가 근절길기와 가장 높은 상관관계를 나타내고 있다. TB와 SM은 전단력과 보수력은 높은 상관성을 보였으나, LD는 상대적으로 먼 거리를 보였다. 이 분석에서 특이한 결과는 SM의 경우 보수력과 가열 감량이 높은 음의 상관관계를 보여, Offer(1991)가 증명한 보수력과 가열 감량과의 관계를 잘 나타내고 있으나, 다른 근육에서는 높은 상관도가 관찰되지 않았다. 이 분석 결과는 식육 연구에 많이 이용되는 전단력 측정의 절대치와 맛과의 관계는 근육에 따라 다르다는 것을 나타내며, 근육간 맛 차이는 전

Table 3. Mean and range of objective measurements and Korean eating quality(KMQ), and similar correlation coefficient between KMQ and the objective measurements(n=36)

Means(minium-maximum)						
	KMQ	Cooking loss (%)	WB-shear force (kg)	Sarcomere length (um)	Intramuscular fat (%)	Water-holding capacity (%)
TB ^Ω	58.5(44 ~ 75)	27.8(20 ~ 32)	3.8(2.6 ~ 4.7)	2.4(2.0 ~ 2.8)	7.3(2 ~ 15)	54.3(48 ~ 60)
LD	67.3(51 ~ 79)	24.6(21 ~ 28)	3.1(2.3 ~ 5.4)	2.0(1.7 ~ 2.7)	11.3(6 ~ 21)	57.3(50 ~ 63)
SM	57.9(38 ~ 74)	24.6(19 ~ 34)	4.2(2.6 ~ 5.7)	2.4(1.6 ~ 3.3)	5.5(2 ~ 14)	56.4(52 ~ 60)
Simple correlation coefficient						
TB	1	-0.09	-0.17	0.08	0.32	0.06
LD	1	-0.28	-0.03	0.09	0.45*	-0.20
SM	1	-0.19	0.03	0.75***	-0.08	0.00

^Ω TB : *triceps brachii*, LD : *longissimus*, SM : *semimembranosus*.

* P < 0.05, *** P < 0.001.

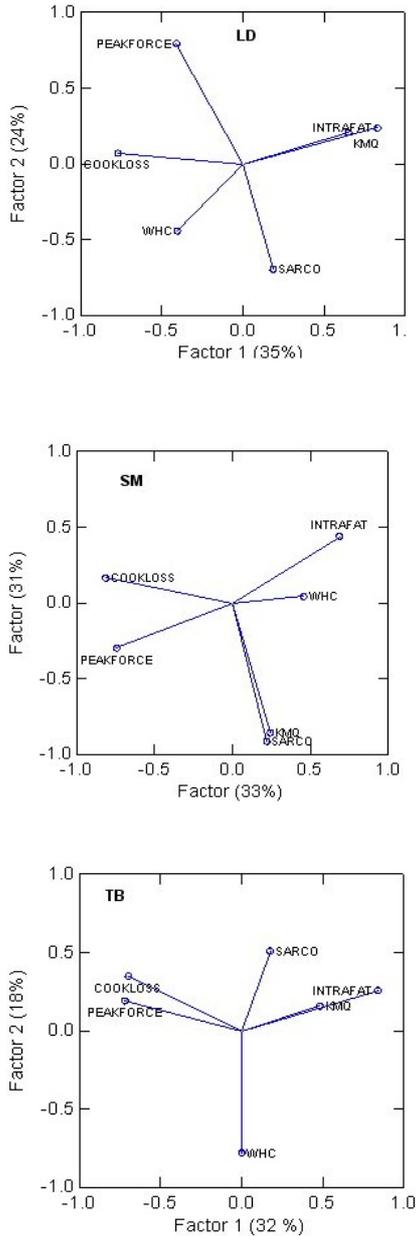


Fig. 1. Plots of the first two component loading vectors of factor analysis using WB-shear force(PEAKFORCE), intramuscular fat(INTRAFAT), cooking loss(COOKLOSS), water-holding capacity(WHC), sarcomere length(SARCO), and eating quality of thin slice BBQ(KMQ) within longissimus(LD), semimembranosus(SM) and triceps brachii(TB).

단력보다 가열 감량과 근절길이가 설명력이 높다는 것을 나타냈어, 기계적 육질 측정치를 이용한 근육별 소비자 관능특성 예측 많은 주의가 필요하다는 것을 시사하고 있다.

IV 요약

본 연구는 현수방법이 한우 육질에 미치는 영향과 근육간 육질특성 차이에 영향을 주는 요인을 평가하기 위해 수행되었다. 총 18두 한우 거세우의 좌도체와 우도체를 순차적으로 tenderstretch(TS) 처리하고, 다음날 양 도체의 longissimus(LD), semimembranosus(SM), triceps brachii(TB)을 발골하여 7일 동안 숙성하였다. 관능검사는 한국식 바베큐(BBQ)와 서양식 스테이크(Grill) 방법으로 360명을 대상으로 실시하였고, 동시에 전단력, 보수력, 가열 감량, 근절길이와 근내 조지방 함량을 측정하였다.

소비자 맛 지수는 도체 육질등급이 높은 경우 LD는 높았으나($P < 0.05$), TB는 차이가 없었다. 한편, SM은 Grill의 경우에만 높은 등급이 높은($P < 0.05$) 값을 얻었다. 이 결과는 높은 도체 육질등급은 LD의 경우 맛이 우수하다는 것을 증명하나, SM과 TB의 맛은 대변하지 못한다는 것을 시사한다. Tenderstretch는 TB의 관능특성 및 물리적 육질 특성에는 영향을 미치지 않았고, 다른 근육의 가열 감량에도 영향을 미치지 않았다. 한편, 이 현수 방법은 LD와 SM의 근절길이를 증가($P < 0.05$) 시키고 전단력을 감소($P < 0.05$) 시켰다. 이 결과는 시료가 7일 동안 냉장 숙성되었다는 점을 고려할 때, 결체조직의 약화와 관련되었다는 것을 시사하고 있다. 도체 육질등급에 따른 현수방법의 특별한 효과는 대부분 육질 특성에서 관찰되지 않았으나, tenderstretch된 SM의 맛 지수가 처리를 하지 않은 LD와 동하였다. 이 결과는 소비자들이 tenderstretch한 우둔을 불고기 형태로 소비했을 경우 등심과 같은 맛을 느낄 수 있다는 것을 의미한다.

소비자 맛 지수와 기계적 육질 측정치와의 상관관계에서, LD의 경우 근내지방과 유의적($P < 0.05$) 상관관계를 보였고, SM의 경우는 근절길

이와 유의적($P < 0.05$) 관계를 보였다. 이 결과는 근육에 따라 맛을 대변할 수 있는 예측 요인이 다르다는 것을 시사한다. SM의 경우 보수력과 가열 감량이 높은 음의 상관관계를 보여, 보수력과 가열 감량과의 관계를 잘 나타내고 있으나, 다른 근육에서는 높은 상관도가 관찰되지 않았다. 소비자가 느끼는 맛 차이를 포함하여 실험실적 측정요인을 이용한 근육간 차별력 검사를 하였을 때 약 77%의 확률에서 분류되었다. 근육간 차이에서 가장 큰 요인은 맛 지수였고, 가열 감량과 근절길어도 큰 요인으로 작용했다. 이 결과는 전단력 측정의 절대치와 맛과의 관계는 근육에 따라 다르다는 것을 나타내며, 근육간 맛 차이는 전단력보다 가열 감량과 근절길이가 설명력이 높다는 것을 나타냈다. 본 연구 결과는 Tenderstretch는 우둔과 같은 비인기부위의 맛 지수를 높이는 데 유용한 방법이고, 기계적인 육질측정 방법이 국내 소비자 맛 지수를 예측하는데 한계가 있다는 것을 시사한다.

V 인 용 문 헌

1. AOAC. 2000. AOAC official method 185.15: Fat (crude) in meat and poultry products-Rapid microwave-solvent extraction method. AOAC international, MD, USA.
2. Bouton, P. E., Fisher, A. L., Harris, P. V. and Baxter, R. I. 1973. A comparison of the effects of some post-slaughter treatments on the tenderness of beef. *J. Food Tech.* 8:39.
3. Bouton, P. E., Harris, P. V. and Shorthose, W. R. 1976. Dimensional changes in meat during cooking. *J. Text. Stud.* 7:17.
4. Caine, W. R., Aalhus, J. L., Best, D. R., Dugan, M. E. R. and Jeremiah, L. E. 2003. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.* 64:333.
5. Chae, H. S., Yoo, Y. M., Cho, S. H., Park, B. Y., Kim, J. H., Ahn, J. M., Lee, S. G., Yun, S. G. and Choi, Y. I. 2001. Changes of Physicochemical compositions in domestic broiler chickens of different marketing standard. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 21:337.
6. Cho, S. H., Lee, J. M., Kim, J. H. Park, B. Y., Yoo, Y. M. and Kim, Y. K. 1999. Survey of consumer perception and demand on beef market. *Kor. J. Fd Sci. Anim. Reso.* 19:352.
7. Cross, H. R., West, R. L. and Dutson, T. R. 1981. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Sci.* 5: 261.
8. Davey, C. L. and Gilbert, K. V. 1974. Temperature-dependent cooking toughness in beef. *J. Sci. Fd Agric.* 25:931-938.
9. Dikeman, M. E. 1987. Fat reduction in animals and the effects on palatability and consume acceptance of meat products. Proc. 40th Recip. Meat Conf., Chicago, USA. pp. 93-107.
10. Dikeman, M. E. 1996. The relationship of animal leanness to meat tenderness. Proc. 49th Recip. Meat Conf., USA. pp. 87-101.
11. Eikelenboom, G., Barnier, V. M. H., Hoving-Bolink, A. H., Smulders, F. J. M. and Culioli, J. 1998. Effect of pelvic suspension and cookery temperature on the tenderness of electrically stimulated and aged beef, assessed with shear and compression tests. *Meat Sci.* 49:89.
12. Ferguson, D., Thompson, J. and Polkinghorne, R. 1999. Meat Standards Australia, A 'PACCP' based beef grading scheme for consumers, 3) PACCP requirements which apply to carcass processing. Proc. 45th Int. Cong. Meat Sci. Tech., Yokohama, Japan. pp. 18-19.
13. Hopkins, D. L. and Thompson, J. M. 2001. The relationship between tenderness, proteolysis, muscle contraction and dissociation of actomyosin. *Meat Sci.* 57:1.
14. Hwang, I. H., Devine, C. E. and Hopkins, D. L. 2003. The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. *Meat Sci.* 65:677.
15. Hwang, I. H., Gee, A., Polkinghorne, R. and Thompson, J. 2002. The effect of different pelvic hanging techniques on meat quality in beef. Proc. 48th Int. Cong. Meat Sci. Tech., Rome, Italy. pp. 220-221.
16. Hwang, I. H. and Thompson, J. M. 2003. Effects of pH early postmortem on meat quality in beef longissimus. *Asian.-Aust. J. Ani. Sci.* 16:121.
17. Jeremiah, L. E., Gibson, L. L., Aalhus, J. L. and Dugan, M. E. R. 2003. Assessment of palatability attributes of the major beef muscles. *Meat Sci.* 65:949.
18. Jowitt, R. 1974. Psychorheology-Its foundations and current outlook. *J. Texture stud.* 8:229.
19. Kamoun, M. and Culioli, J. 1988. Mechanical be-

- havior of cooked meat under sinusoidal compression. *J. of Texture Stud.* 19:117.
20. 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.
 21. Lewis, G. J. and Purslow, P. P. 1989. The strength and stiffness of perimysial connective tissue isolated from cooked beef muscle. *Meat Sci.* 26:255.
 22. Lorenzen, C. L., Neely, T. R., Miller, R. K. Tatum, J. D., Wise, J. W., Taylor, J. F., Buyck, M. J., Reagan, J. O. and Savell, J. W. 1999. Beef Customer Satisfaction: Cooking Method and Degree of Doneness Effects on the Top Loin Steak. *J. Ani. Sci.* 77:637.
 23. Maher, S. C., Mullen, A. M., Keane, M. G., Buckley, D. J., Derry, J. P. and Moloney, A. P. 2004. Decreasing variation in the eating quality of beef through homogenous pre- and post-slaughter management. *Meat Sci.* 67:33.
 24. 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 ageing time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *J. Anim. Sci.* 75: 662-669.
 25. Miller, R. K. 1994. Quality characteristics. In *Muscle Foods; Meat Poultry and Seafood Technology.* eds. D. A. Kinsman, A. W. Kotula, and B. C. Breidenstein. New York, Chapman and Hall.
 26. 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-aust. J. Anim. Sci.* 16:1049.
 27. 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.
 28. O'Halloran, J. M., Ferguson, D. M., Perry, D. and Egan, A. F. 1998. Mechanism of tenderness improvement in tenderstretched beef carcasses. *Proc. 44th Int. Cong. Meat Sci. Tech., Barcelona, Spain.* pp. 712-713.
 29. Offer, G. 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.* 30:157.
 30. Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Yoo, Y. M., Lee, J. M., Ahn, C. N., Kim, Y. K. and Yun, S. G. 2001. Carcass composition and meat quality by intramuscular fat contents in longissimus dorsi of Hwawoo. *Proc. 47th Int. Cong. Meat Sci. Tech. Krakow, Poland.* pp. 88-89.
 31. Park, B. Y., Hwang, I. H., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Lee, J. M., Thompson, J. M. and Pollkinghorne, R. 2004. The effect of interaction between hanging and cookery methods on palatability in beef longissimus, triceps brachii and semimembranosus. *Meat Sci.*(submitted).
 32. Peachey, B. M., Purchas, R. W. and Duizer, L. M. 2002. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat Sci.* 60:211.
 33. Perry, D., Thompson, J. M., Hwang, I. H., Butchers, A. and Egan, A. F. 2001. Relationship between objective measurement and taste panel assessment of beef quality. *Australian J. Exp. Agri.* 41:981.
 34. Rymill, S. R., Thompson, J. M. and Ferguson, D. M. 1997. The effect of intramuscular fat percentage on the sensory evaluation of beef cooked by different methods to two degrees of doneness. In *Proc. 43rd Int. Cong. Meat Sci. Tech., Auckland, New Zealand.* pp. 212-213.
 35. SAS. 1997. Applied statistics and the SAS programming language. SAS Institute INC, Cary, NC, USA.
 36. Savell, J. W., Lorenzen, C. L., Neely, T. R., Miller, R. K., Tatum, J. D., Wise, J. W., Taylor, J. F., Buyck, M. J. and Reagan, J. O. 1999. Beef Customer Satisfaction: Cooking Method and Degree of Doneness Effects on the Top Sirloin Steak. *J. Anim. Sci.* 77:645.
 37. Shackelford, S. D., Wheeler, T. L. and Koohmaraie, M. 1995. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from Bos indicus and Bos Taurus cattle. *J. Ani. Sci.* 73: 3333.
 38. Shorthose, W. R. and Harris, P. V. 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.* 55:1.
 39. Sorheim, O. and Hildrum, K. I. 2002. Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. *Trends in Fd Sci. Tech.,* 13:127.
 40. Szczesniak, A. S. 1986. Correlating sensory with instrumental texture measurements-An overview of recent developments. *J. Texture stud.* 18:1.
 41. Thompson, J. 2001. The relationship between marbling and sensory traits. In *Proc. Marbling Symposium, Coffs Harbour, Australia.* pp. 30-35.
 42. Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Sci.* 62:295.
 43. Tornberg, E. 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Sci.* 43:S175.

44. Torrescano, G., Sanchez-Escalante, A., Gimenez, B, Roncales, P. and Beltran, J. A. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Sci.* 64:85.
45. Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. and Koohmaraie, K. 2000. Relationship of beef longissimus tenderness classes to tenderness of gluteus medius, semimembranosus, and biceps femoris. *J. Anim. Sci.* 78:2856.
46. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 2002. Effects of pH and temperature on metmyoglobin solubility in a model system, *Meat Sci.* 61:419.
- (접수일자 : 2004. 3. 10. / 채택일자 : 2004. 5. 11.)