

## 시간-강도 분석에 따른 한우육과 수입우육의 연한정도 비교

차 경 희  
서울여자대학교 영양학과

### Tenderness Comparison of Korean and Imported Beef Using Time-Intensity Methodology

Gyung Hee Cha  
Dept. of Nutrition, Seoul Woman's Univ.

#### Abstract

Tenderness of loin and brisket muscles of Korean and imported beef was measured using the Time-Intensity (TI) techniques. From the TI curve, the Rx, I<sub>max</sub>, Dur and AUC parameters were determined. For the loin muscle, Korean beef showed significantly ( $p < 0.05$ ) larger Rx, I<sub>max</sub>, and AUC. This result represents Korean beef loin has higher tenderness than that of imported one. For the brisket muscle, imported beef showed significantly ( $p < 0.05$ ) larger Rx and I<sub>max</sub>. TI technique as a measurement of beef tenderness could provide a comprehensive understanding of this attribute and its change during the mastication.

Key words: time-intensity parameter, tenderness

#### I. 서 론

UR로 인하여 수입우육의 소비증가와 함께 냉장육의 시판이 날로 확대되어 가고 있는 실정이다. 한우육은 특히 숫 쇠고기나 나이든 쇠고기의 경우에 수입우육에 비하여 질긴 것으로 인식되고 있다. 한우육과 수입우육의 연한정도의 차이는 여러 가지로 설명되어질 수 있다. 첫째, 육색소 및 미세구조를 연구한 강 등<sup>1)</sup>은 한우육이 Myoglobin 함량이 더 많고 수입우육은 Mitochondria가 더 크다고 보고 하였다. 소의 경우, 적색 근육은 백색 근육보다 myosin 및 actomyosin의 활성은 높지만<sup>2)</sup> 근육의 aging에 있어서 myofibril의 Z-line이 빨리 붕괴되지 않아 연한 정도가 감소 하는 것으로 보고 있다<sup>3)</sup>. 둘째, 연령에 있어서 한우육은 18-20개월 이상이 보통이며 수입우육은 15-18개월 미만이 보통인 것으로 알려지고 있는데<sup>4)</sup> 동물의 연령이 연한 정도와 관계가 있다는 Shorthose<sup>5)</sup> 등의 보고가 있다. 셋째, 도축장 시설이 미흡하여 도살 후 예비 냉장을 거치지 않고 도소매점으로 운반되어 저온 저장하거나 냉동을 하는 것도 우육의 질긴 정도에 영향을 준다. 도살하는 곳의 온도와 사후강직이 진행되기 전에 저온 저장이나 심한 근육의 수축으로 연한 정도가 감소 할 수 있다. 저온수축(cold shortening)은 적색 근섬유의 비율이 높은 소의 근육에서 주로 일어나는데<sup>6)</sup> 이것은

백색 근섬유가 적색 근섬유에 비해 Mitochondria의 수가 적고 Mitochondria에서 유리되는 칼슘이온의 농도가 낮으며 근형질막의 칼슘 결합 능력이 적색 근섬유보다 우수하기 때문이다<sup>7)</sup>. 저온 단축된 근육에서는 actin filament와 myosin filament 사이에 actomyosin bridge가 형성됨은 물론 actin filament가 암대의 중앙에서 서로 중첩되며 myosin filament가 Z선과 인접하게 되어 근질의 길이가 짧아지면서 근육의 수축이 일어나 연한 정도(tenderness)가 급격히 감소한다고 알려져 있다<sup>8,9)</sup>.

우육의 연한 정도는 palatability에 영향을 주는 주요인 중의 하나이며, 저작하는 동안에 느껴지는 조직감이 계속 다르게 느껴지는 특성중의 하나이므로 저작 시간이 변함에 따라 어떻게 연한 정도가 변하게 되는지를 분석할 필요가 있다. 국외의 경우에는 우육의 질에 관한 연구<sup>10-14)</sup> 및 풍미의 변화에 관한 연구<sup>15)</sup> 등이 오래 전부터 되어 왔으며 우리나라에서도 한우육에 관한 연구로서 도체공급, 고온 숙성, 선도변화, 도살후 저장 온도에 따른 육질에 미치는 영향 등, 화학적 물리적 관능적, 형태학적인 연구가 보고 되어 있다.<sup>12,8,16-20)</sup>

시간-강도 분석(Time-Intensity)은 제품의 중요한 관능적 특성의 강도가 시간에 따라 변화하는 양상을 조사하기 위하여 개발된 방법이다<sup>21-24)</sup>. 이 방법은 1957년 Neilson<sup>25)</sup>에 의해 Flavor 온도 관계에 대한 변화를 시간-

강도 분석으로 연구하면서 처음 개발되었는데 1970년 대말에 가서야 2~3개의 연구 결과가 보고 되었다<sup>26)</sup>. 그 후에 외국에서는 계속적인 연구가 지속되어 맥주의 쓴맛과 향미 변화<sup>27)</sup>, 아이스 크림의 점도 변화<sup>28)</sup>, 초콜렛 푸딩의 입 안에서의 점도 변화<sup>29)</sup>, 과일의 단맛의 변화<sup>30)</sup>, 젤라틴의 경도의 변화<sup>31)</sup>, 휴잉점의 texture 변화, 감미료가 첨가된 음료수의 단맛, 쓴맛, 향미, 신맛의 측정 등에 시간-강도 분석이 활발하게 이용되어 왔다<sup>26,31-33)</sup>. 그에 비해서 국내 연구는 별로 이루어지지 않고 있으며 최근 일부 연구자들의 주목을 받고 있을 뿐이다.

본 연구에서는 한우육과 수입우육의 등심(loin)과 양지육(brisket)의 연한정도에 대하여 저작 중에 나타나는 특성 강도의 변화양상을 시간-강도 분석을 이용하여 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료준비

한우육(안동육)과 수입우육(미국육)은 1등급으로 각각 등심과 양지육 부위를 시중 백화점 정육 코너에서 구입하여 -20°C의 냉동실에서 보관 하며 사용하였다. 시료는 근육 내부의 기름이 없는 부분을 1×2×1 cm cube로 잘라 polyethylene wrap으로 두겹 포장하여 냉동 상태로 보관하였다가, 실험 2시간 전에 꺼내어 뚜껑이 있는 3자리의 난수표에 의한 코드 표시가 된 pyrex 측정병(25 ml/ bial)에 하나씩 담아 뚜껑을 덮어서 실온에서 해동하였다. 조리는 88°C 항온수조(Water bath incubator: MASUDA model M-305)에서 10분간 하고 72°C 보온밥통(마마전기, MHC-530)에서 5분간 보온후 실온에서 제공하였다.

### 2. 패널요원 선정 및 훈련

관능검사에 경험과 관심이 많은 서울여대 영양학과 대학원생 5명을 패널요원으로 선정하였다. 먼저 시간-강도 분석에 따른 연한 정도의 훈련을 위하여 보통검과 무설탕검을 사용하여 시간에 따른 연한정도의 변화양상을 비교하는 기술을 익혔다. 두번째 훈련 단계로 본 실험 시료와는 다른 batch를 이용하여 우육의 연한 정도에 대한 시간-강도 분석 훈련하였다. 이들은 총 15회의 예비 훈련기간을 통하여 우육의 연한정도의 개념과 시료의 저작방법, 평가하는 방법, 및 척도표를 확립하였으며 평가 결과의 재현성이 나타나도록 충분히 훈련되었을 때 본 실험에 임하도록 하였다. 척도표는 15 cm 선척도(unstructured line scale)를 이용하여 개발하였다. 이때 왼쪽으로 갈수록 특성의 강도가

약해지며 오른쪽으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다.

### 3. 관능검사

본 실험은 한우육과 수입우육 각각의 등심과 양지육의 시료에 대하여 4회 반복하였다. 패널요원들은 무작위로 제시된 시료들을 엄지와 검지로 집어서 어금니에 놓은 후 처음 씹었을 때의 연한정도를 척도표에 표시하면서 매 10초마다 연한정도의 변화를 평가하였다. 각 시료에 대한 평가는 약 60초간 지속되었다. 시료의 평가 사이에 입을 헹글 수 있도록 증류수와 벨을 수 있는 컵이 따로 제공되었다.

### 4. 통계 분석

모든 자료의 분석은 SAS/STAT package를 이용하여 분산 분석(One-way Analysis of Variance: ANOVA)하여 유의성의 검정을 하였다. 분산분석후 시료간의 차이 유무를 보기 위하여 Least Significant Difference(LSD) Test에 의하여 평균들간의 다중비교를 하였다. 시간-강도 분석으로 나타낼 수 있는 감각 시작시간(Reaction Rate: Rx), 최대강도(Maximum Intensity: Imax), 지속시간(Duration: Dur), 곡선 하 전체면적(Area Under the Curve: AUC), 최대강도에 도달할 때까지의 곡선하의 면적(Increased Area: Inc Area), 최대강도부터 곡선 하의 면적(Decreased Area: Dec Area), 그리고 최대강도에 도달하는 시간(Time at Maximum Intensity: Tmax) 등의 parameter들에 대한 용어의 정의는 Table 1과 같다. 연한정도(tenderness)는 감각시작시간(Rx)에서 최대강도(Imax)까지의 차로 계산하였다. 각 parameter간의 상관관계를 보기 위해 pearson correlation coefficients를 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

한우육과 수입우육의 연한정도를 비교하여 얻은 결과는 Table 2, 3과 같다. 연한 정도에 대한 분산분석 결과 4가지 근육에 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 본 실험 조건하에서는 수입우육 및 한우육의 등심육과 양지육의 연한 정도 비교시 등심육이 양지육보다 더 크게 나타났으며 특히 한우 등심육이 가장 연한 것으로 평가되었다( $p < 0.05$ ).

등심과 양지육의 한우육과 수입우육에 대한 시간-강도 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 등심에서는 수입우육에 비해 한우육이 감각시작시간(Rx)과 최대강도(Imax)가 커 더 연한 것으로 나타났고, 최대강도에 도달하는 시

**Table 1. Parameters and their definitions for Time-Intensity curves**

Parameter	Definitions
감각시작 시간 (Reaction rate: Rx)	the time (in sec) at which the attributes being measured were first detected
최대강도 (Maximum Intensity: I <sub>max</sub> )	the highest force to chew
지속시간 (Duration: Dur)	the time (in sec) required to complete the test from first bite through to swallowing
곡선하 전체 면적 (Area under the curve: AUC)	the total area under the curve
최대강도에 도달할 때까지의 곡선하의 면적 (Increase Area: Inc Area)	the area under the ascending portion of the curve from the start of the test to maximum intensity
최대강도부터 곡선하의 면적 (Decreased area: Dec Area)	the area under the descending portion of the curve from I <sub>max</sub> to the last recorded value
최대강도에 도달하는 시간 (Time at Maximum Intensity: T <sub>max</sub> )	time (in sec) required to reach maximum force to chew

**Table 2. ANOVA of tenderness using the Korean and imported beef muscles**

source of variation	df	Anova SS	F-value
Rep	3	8.1033	1.01
Muscle	3	21.8681	2.72*
Panel	4	11.9634	1.12
Rep*Muscle <sup>1</sup>	9	18.5235	0.77
Rep*Panel <sup>2</sup>	12	40.4031	1.26
Muscle*Panel <sup>3</sup>	12	37.7021	1.17
Error	36		

1: interaction of replication and muscle.  
2: interaction of replication and panel.  
3: interaction of muscle and panel.

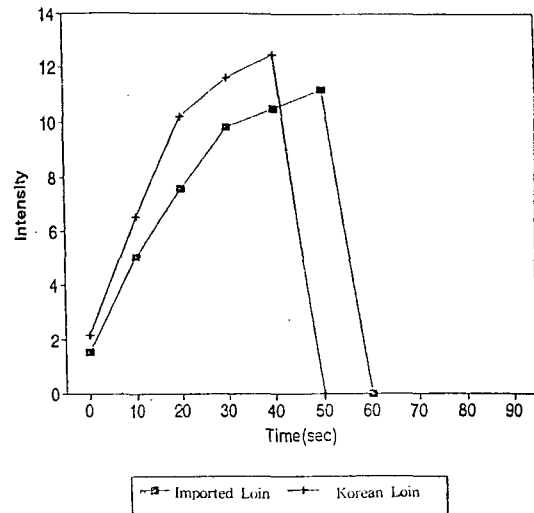
간(T<sub>max</sub>)과 지속시간(Dur)은 더 짧은 것으로 나타났다. 반대로 양지육에서는 수입우육이 Rx와 I<sub>max</sub>는 크지만, T<sub>max</sub>는 길고 Dur은 한우육과 같게 나타났다. 한편, 시료에 대한 일반적인 인상에 대해서 패널 요원들은 수입우육이 더 건조하며 딱딱하다고 묘사하였다.

시간 강도 분석으로 나타난 parameter의 결과는 Table 4, 5와 같다. 4가지 근육간의 연한정도에 대하여 Rx, I<sub>max</sub>, Dur, 곡선하 전체 면적(AUC)에서 각각 유의적인 차이를 나타내었다. 입 안에서 저작이 시작되었을 때 Rx는 한우 등심육이 수입 등심육보다 더 크게 나타났고, 양지육에서는 수입우육의 Rx가 유의적으로 더 크게 평가되었다(p < 0.05). I<sub>max</sub>에서는 수입

**Table 3. Mean value and standard deviations of Tenderness using the Korean and Imported beef**

Loin		Brisket	
Imported	Korean	Imported	Korean
10.42±1.67 <sup>a</sup>	10.62±1.48 <sup>b</sup>	10.05±1.49 <sup>ab</sup>	9.25±2.01 <sup>b</sup>

mean not followed by the same letter within a row are significantly different at p < 0.05.  
NS: not significant.



**Fig. 1. Mean tenderness time-intensity curves of the Korean and imported beef loin muscles.**

우육과 한우육의 등심육에서 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 한우육이 더 높은 경향을 보여 연한정

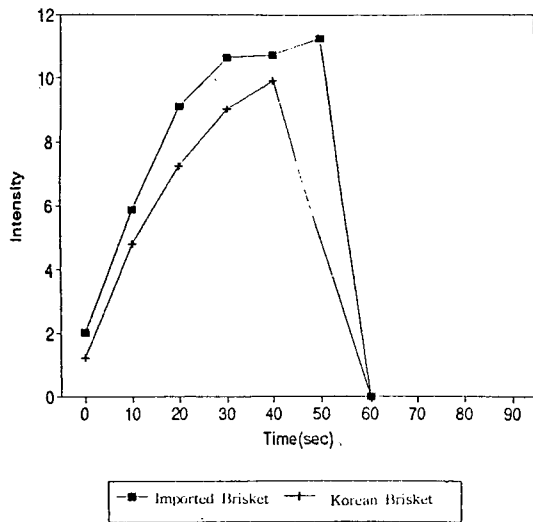


Fig. 2. Mean tenderness time-intensity curves of the Korean and imported beef brisket muscles.

도가 컸음을 알 수 있었고, 양지육에서는 수입우육의  $I_{max}$ 가 유의적으로 더 높다고 평가되었다( $p < 0.05$ ).

Dur은 등심육에서는 한우육보다 수입우육이 유의적으로 더 컸으나 ( $p < 0.05$ ), 양지육에서는 오히려 수입우육보다는 한우육의 Dur이 더 큰 경향만을 보였다. 저작중의 전체적인 연한정도를 총괄적으로 나타낼 수 있는 AUC는 등심육에서는 수입우육이 유의적으로 높은 수치를 나타내어 전체적으로 한우육보다 덜 연하게 평가되었고( $p < 0.05$ ), 양지육에서는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 수입우육의 AUC가 더 높은 경향만을 보여 주었다.

한편, 시간-강도 곡선으로부터의 모든 parameter에서 패널요원에 의한 유의적인 차이를 보였다. 개개인의 평가에는 재현성이 있었으나 패널요원간에 평가기준의 차이를 보인 결과이다. 이와 같은 결과는 Duizer 등<sup>33)</sup> 및 Noble 등<sup>34)</sup>의 연구에서도 보고되었듯이 여러 번인들에 대한 감각작용의 정도는 시료에서 나타나는 질감의 구조적인 차이와 치아상태, 턱의 힘과 같은 개인적, 생리적인 차이라고 생각되어진다.

각 parameter간의 상관 관계는 Table 6과 같다. Rx는  $I_{max}$ 와 AUC와 양의 상관관계를 보이며( $p \leq 0.0001$ ), Tmax와 최대강도에 도달할 때까지의 곡선하의 면적(Inc Area), Dur과는 음의 상관관계를 보였다( $p \leq 0.0001$ ).  $I_{max}$ 와 Tmax는 Inc Area와는 양의 상관관계를 나타내었고( $p \leq 0.0001$ ), Tmax와 최대강도부터 곡선하의 면적(Dec Area)는 음의 상관관계를 보였다( $p \leq 0.0001$ ). Inc Area와 Dec Area는 Dur과 AUC에서

Table 4. ANOVA of main TI parameters for tenderness comparisons using the Korean and imported beef muscles

Parameter	Source of variation	df	Anova SS	F-value
Rx	Muscle	3	11.18	4.21**
	Rep	3	3.31	1.24
	Panel	4	31.28	8.83***
	Muscle*Rep	9	8.67	1.09
	Muscle*Panel	12	6.06	0.57
	Panel*Rep	12	11.06	1.04
	Error	36	31.87	
$I_{max}$	Muscle	3	49.11	5.71***
	Rep	3	20.99	2.44
	Panel	4	28.81	2.60**
	Muscle*Rep	9	29.56	1.15
	Muscle*Panel	12	60.82	1.77
	Panel*Rep	12	30.80	0.89
	Error	36	103.27	
Tmax	Muscle	3	361.65	1.50
	Rep	3	1002.65	4.15**
	Panel	4	1822.70	5.66***
	Muscle*Rep	9	1560.05	2.15*
	Muscle*Panel	12	1254.10	1.30
	Panel*Rep	12	1523.10	1.58
	Error	36	2897.70	
Inc Area	Muscle	3	14902.22	1.23
	Rep	3	16669.16	1.37
	Panel	4	54215.03	3.36*
	Muscle*Rep	9	49841.31	1.37
	Muscle*Panel	12	35226.49	0.73
	Panel*Rep	12	68065.33	1.40
	Error	36	384708.36	
Dec Area	Muscle	3	11856.52	1.31
	Rep	3	13288.47	1.47
	Panel	4	207068.34	17.14***
	Muscle*Rep	9	31737.79	1.17
	Muscle*Panel	12	70552.55	1.95
	Panel*Rep	12	49520.35	1.37
	Error	36	108707.55	
Dur	Muscle	3	2052.14	4.07**
	Rep	3	1456.34	2.89*
	Panel	4	2469.45	3.67**
	Muscle*Rep	9	3400.01	2.25*
	Muscle*Panel	12	3339.05	1.66
	Panel*Rep	12	1863.85	0.92
	Error	36	6052.05	
Auc	Muscle	3	52550.99	3.33*
	Rep	3	23057.82	1.46
	Panel	4	15776.77	7.50***
	Muscle*Rep	9	144714.23	3.06**
	Muscle*Panel	12	96327.72	1.53
	Panel*Rep	12	108502.49	1.72
	Error	36	189253.37	

\*, \*\*, \*\*\*Significant at  $p \leq 0.05$ , 0.01, and 0.001 respectively.

**Table 5. Mean values and stanard deviations of main TI parameters for tenderness comparisions using the Korean and imported beef muscles**

Parameter	Treatment			
	Loin		Brisket	
	Imported	Korean	Imported	Korean
Rx	1.53±1.24 <sup>bc</sup>	2.16±1.04 <sup>a</sup>	2.01±1.18 <sup>ab</sup>	1.23±0.92 <sup>c</sup>
Imax	12.08±1.93 <sup>a</sup>	12.78±1.19 <sup>a</sup>	12.06±1.78 <sup>a</sup>	10.63±2.48 <sup>b</sup>
Tmax <sup>NS**</sup>	36.25±11.17	30.50±12.24	34.85±11.21	33.50±11.37
Inc Area <sup>NS</sup>	92.84±75.66	163.52±68.53	176.46±69.55	157.16±64.85
Dec Area <sup>NS</sup>	150.96±74.91	122.96±80.97	132.55±66.33	151.32±93.50
Dur	62.20±17.47 <sup>a</sup>	50.00±14.57 <sup>b</sup>	57.15±14.72 <sup>ab</sup>	62.50±15.61 <sup>a</sup>
AUC	334.79±98.04 <sup>a</sup>	271.38±94.19 <sup>b</sup>	310.51±90.56 <sup>a</sup>	308.43±105.79 <sup>ab</sup>

\*Means not followed by the same letter within a row are significantly different at p < 0.05.

\*\*NS: not significant.

**Table 6. Correlation coefficients between the main TI parameters for tenderness comparisions using the Korean and imported beef muscles**

	Rx	Imax	Tmax	Inc Area	Dec Area	Dur
Imax	0.5246 0.0001					
Tmax	-0.5030 0.0001	-0.1433 0.2047				
Inc Area	-0.4430 0.0001	0.2193 0.0506	0.9019 0.0001			
Dec Area	-0.0142 0.9007	0.0627 0.5803	-0.2315 0.0388	-0.1697 0.1324		
Dur	-0.5185 0.0001	-0.3493 0.0015	0.5435 0.0001	0.4234 0.0001	0.6244 0.0001	
AUC	0.2815 0.0114	0.1719 0.1274	0.4521 0.0001	0.5439 0.0001	0.6964 0.0001	0.8183 0.0001

양의 상관관계를 보였고, Dur은 AUC와는 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p ≤ 0.0001).

#### IV. 요약

한우육과 수입우육의 연한정도를 비교하기 위하여 등심육과 양지육에 대하여 시간-강도 분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 등심육은 양지육에 비해 더 연한 결과를 보였으며, 등심육과 수입 양지육 간의 유의적인 차이는 볼 수 없었다(p < 0.05). Rx에서 한우 등심육이 수입 등심육보다 더 큰 수치를 나타냈고, 양지육에서는 수입우육이 더 크게 평가되었다(p < 0.05). Imax는 등심육에서는 한우육이 더 높은 경향을 보였고, 양지육에서는 수입우육의 연한정도가 유의적으로 더 높다고 평가되었다(p < 0.05). Dur은 등심육에서는 한우육보다 수입우육이 씹을수록 더 오래까지 지속되었으나(p < 0.05) 양지육에서는 오히려 수입우육보다는 한우육이 더 오래까지 지속되는 경향만을 보였다.

한편 AUC는 한우 등심육이 수입 등심육보다 유의적으로 낮은 수치를 나타내어 전체적으로 한우육이 더 연하게 평가되었다(p < 0.05). 한우육과 수입우육의 연한정도 비교에 시간-강도 분석의 이용으로 시료간의 저작 과정 동안의 변화를 연구할 수 있었다.

#### 참고문헌

1. 강중옥, 정규성, 조규석, 坂田亮一, 류상하: 한우육과 수입우육의 감별 검사에 관한 연구-I. 출하전의 한우육과 수입우육의 육색소 및 미세구조. 한국축산학회지 **34**(2): 121 (1992).
2. 김천제, 최도영, 신현길, 이무하, 이재준, 정규성, 고원식: 사후 저장온도 15°C에서 한우적색근육의 생화학, 물리적 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지 **25**(1): 57 (1993).
3. Goll. De. Stromer, M.H. & Robson, R.M.: Tryptic Digestion of Muscle Components stimulates many of the changes caused by post-Mortem storge. *J. Animsci.* **33**: 963 (1971).

4. 畑田勝司, こんなに違う, ネルスと輸入牛, 食肉通信社, p.91 (1990).
5. Shorthose, W.R. & Harris, P.V.: Effect of Animal Age on the Tenderness of Selected Beef Muscles. *J. Food Sci.* **55**(1): 1 (1990).
6. Bendall, J.R.: Cold-contraction and ATP-turnover in the red and white musculature of the pig, post-mortem. *J. sci, food Agric.* **26**: 55 (1975).
7. Corn Forth Dp. Pearson, A.M. & Merkel, R.A.: Relationship of Mitochondria and sarcoplasmic reticulum to cold shortening. *Meat sci.*, **4**: 103 (1980).
8. 김천제, 박수봉, 최도영, 최병규, 고원식: 사후 저장 온도 0~30°C가 한우근육의 이화학적 변화와 육질에 미치는 영향. *한국식품과학회지* **26**(1): 88 (1994).
9. Marsh, B.B. and Carse, W.A.: Meat Tenderness and the Sliding Filament Hypothesis, *J. Food Technol* **9**: 129 (1974).
10. Harris, J.J., Miller, R.K., Savell, J.W. & Cross, H.R. & RINGER, L.J.: Evaluation of the Tenderness of Beef Top Sirloin Steaks, *J. Food Sci.* **57**(1): 6 (1992).
11. Davis, G.W., Dustson, T.R., Smith, G.C. & Carpenter, Z.L.: Fragmentation procedure for bovine longissimus muscle as an index of cooked steak tenderness, *J. Food Sci.* **45**: 880 (1980).
12. McKeith, F.K., Savell, J.W. & Smith, G.C.: Tenderness improvement of the Major Muscles of the Beef Carcass by Electrical Stimulation, *J. Food Sci.* **46**: 1774 (1981).
13. Cross, H.R., Carpenter, Z.L. & Smith, G.C.: Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness, *J. Food Sci.* **38**: 998 (1973).
14. Szczdaniak. A.S. & Torgeson, K.W.: Methods of meat texture measurements viewed from the background of factors affecting tenderness. *Adv. Food Res* **14**: 33-165 (1965).
15. Hamm, R.: Postmortem Changes in Muscle with Regard to Processing of Hot-boned Beef. *J. Food Technol*, **105** (1992).
16. 박구부, 김영직, 이한기, 김진성, 김영환: 저장기간에 따른 육의 선도변화-II. 우육의 선도변화. *한국축산학회지* **30**(11): 672 (1988).
17. 양응, 신완철, 오두환, 진홍승, 김기태: Red muscle과 white muscle의 근원섬유단백질의 특성 비교. *한국식품과학회지* **18**(3): 173 (1986).
18. 양응, 신완철, 김기태: Red muscle과 white muscle의 근섬유간 지방질의 조성 비교, *한국식품과학회지* **21**(4): 505 (1989).
19. 최홍민, 신광후, 윤정의, 이부응: 육류단백질의 소화  
에 미치는 영향, *한국식품과학회지* **6**(2): 70 (1974).
20. 신현철: 육·유제품 및 계란, *식품과 산업* **21**(2): 42 (1988).
21. Harry, T.L. & Colleen, C. C.: Psychological Biases in Time-Intensity scaling. *Food Technol.* **46**(11): 81 (1992).
22. David, S.L.: Comparing Time-Intensity to Category Scales in Sensory Evaluation. *Food Technol.* **46**(11): 98 (1992).
23. Halliday, J.H., MacFie & Yu Hui Liu: Developments in the Analysis of Time-Intensity Curves. *Food Technol.* **46**(11): 92 (1992).
24. Lawless, H.T. & Clark, C.C., Psychological Biases in Time-intensity scaling. *Food Technol.* **46**(11): 81 (1992).
25. Nielson, A.J.: Time-Intensity studies. *Drug & cosmetic industry* **80**(4): 88 (1957).
26. Power, N.L. & Pangborn, R.M.: Paired Comparison and Time-Intensity Measurements of the Sensory Properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *J. Food Sci.* **43**(1): 41 (1978).
27. Pangborn, R.M., Lewis, J.H., & Yamashita, J.F.: comparison of time-intensity with category scaling of bitterness of isoalpha-acids in model systems and in beer. *J. Inst. Brew.* **89**: 349 (1983).
28. Moore, L.J. & Shoemaker, C.F.: Sensory textural properties of stabilized icecream. *J. Food sci* **46**(1): 399 (1981).
29. Pangborn, R.M. and Koyasako, A.: Time-course of viscosity, sweetness and flavour in chocolate desserts. *J. Texture Studies* **12**(1): 141 (1981).
30. Cliff, M. and Noble, A.C.: Time-intensity evaluation of sweetness, and fruitness and their interaction in a model system. *J. Food sci.* **55**: 450 (1990).
31. D.J. Schmitt, L.J. Thompson, D.M. Malek & J.H. Munroe: An Improved Method for Evaluating Time-Intensity Data. *J. Food Sci.* **49**: 539 (1984).
32. Ott, B.D., Edwards C.L. & Palmer, S.J.: Perceived Taste Intensity and Duration of Nutritive and Non-nutritive Sweeteners in water using Time-Intensity(T-I) Evaluations. *J. Food Sci.* **56**(2): 535 (1991).
33. Duizer, L.M., Qullett, E.L. & Findlay, C.J.: Time-Intensity Methodology for Beef Tenderness Perception. *J. Food Sci.* **58**(5): 943 (1993).
34. Noble. A.C., Matysialc, N.L & Bonnans, S.: Factors Affecting Time-intensity Parameters of Sweetness. *Food Technol.* **45**(11): 121 (1991).

(1996년 1월 31일 접수)