

양념 소갈비의 조리과정에서의 물리화학적 특성 평가

홍상필^{1*} · 김영호¹ · 이남혁¹ · 허영욱²

¹한국식품연구원 기능소재연구단, ²백석문화대학교 외식산업학부

The Physicochemical Characteristics of Marinated Beef Galbi under Different Cooking Conditions

Sang-Pil, Hong^{1*}, Young-Ho Kim¹, Nam-Hyouck Lee¹, Yeong-Uk Heo²

¹Korea Food Research Institute, Functional Materials Research Group

²Baekseok Culture University, Dept. Food Service Industry

Abstract

Marinated beef galbi is a traditional Korean dish cooked with soy sauce, pear juice, onion, sesame oil, and sugar. However, there are many differences in beef galbi, including flavor and physicochemical aspects, depending on cooking conditions. Therefore, the physicochemical characteristics of marinated beef galbi prepared through various recipes was evaluated for its effects on pH, texture, aging, proteolysis, heating conditions, cooking time, and flavor compounds (pyrazines, IMPs, or FAAs). There were significant differences in salt concentration (0.8~3.03%), pH (4.89~6.22), and solid soluble contents (1.34-6.31 Brix) between recipes in this study. In the Pearson assay for sensory evaluation, overall preference correlated well with texture (a well-known sensory attribute in meat evaluation). Controlling the pH of meat through soaking in lemon solution, alkali water, phosphate, and baking powder solution, improved water holding capacity as much as 9 to 15% compared with the control. The myofibril index (MFI) of marinated meat stored at 4°C increased 32% with 24 hours of aging and reached 39% at 48 hours of aging, and its fragmentation was observed through microscopy. SDS-PAGE showed hydrolysis of acid-soluble collagen by the pear juice, possibly related to meat tenderness. On the basis of surface temperature, the cooking time was estimated to be 8 minutes with pan heating at 170°C, 6 minutes at 270~300°C, and 4 minutes with charcoal at 700~900°C. Different pyrazine compounds, such as 2-methyl-3-phenylpyrrol(2,3-b) pyrazine (the typical product of the browning reaction) was mainly detected, and IMP (one of the main taste compounds in beef) was in higher amounts with the charcoal treatment, potentially related to its flavor preference among treatments. Our results demonstrate an effective case study and cooking system for beef galbi.

Keywords: Marination, beef, spare rib, cooking, characteristics

1. 서 론

최근 1조 달러의 수출입 규모와 1인당 국민소득 20,633 \$ (2008년 기준)의 경제적 성장 및 K-pop 등 한류열풍으로 우리나라에 대한 외국인들의 인식이 높아져 한식 세계화에 좋은 기회가 되고 있으며 정부, 학계 및 업계 등 다양한 분야에서 많은 노력을 기울이고 있다(Korea Custom Service, 2008).

한식은 slow food 이미지가 강하고 채소류나 해산물을 주로 사용하는 저칼로리, 기능성, 찌거나 굽는 조리법, 장류나 김치 등의 발효음식이 특징을 이루고 있고(Hwang 등 1997) 독특한 맛, 영양성, 건강기능성 및 다양성 등에 있어서도 타

민족의 어떤 음식 못지 않은 경쟁력이 있을 것으로 기대되고 있다(Hong 2007).

또한 한식의 미국레스토랑협회(National Restaurant Association)의 조사에서도 일식, 라틴아메리카식, 프랑스식, 베트남식 다음으로 한식의 성장 가능성이 제시된 바 있다(NRA 2002).

그러나 현실적으로 한식은 전반적인 경쟁력에서 중국, 일본, 태국 및 베트남 등의 타 아시아음식에 비해 크게 뒤떨어지고 있으며(Kim 2004; Kim 2005) 이는 주로 한식의 제조나 관리방법이 복잡하고 조리과정의 분석과 식품가공기술 접목을 통한 체계화 노력이 미흡한 데 주로 기인하는 것으로 지적되고 있다(Hong 등 2012).

최근 스페인 엘블리(chef Feran Adria), 영국 The fat

*Corresponding author: Sang Pil Hong, Korea Food Research Institute, Functional Materials Research Group, Baekhyeon-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 463-746, Korea Tel: 82-31-780-9098 E-mail: sphong@kfri.re.kr

duck(chef Heston Blumenthal), 프랑스 Pierre Gagnaire (chef Pierre Gagnaire) 등 세계 상위 레스토랑의 약 50% 이상이 과학적 조리법을 적용하는 추세로 경쟁력을 강화하고 있다.

특히 스페인 Azti-Tecnalia사 Juan Carlos Arboleya와 Clara Talens는 조리과학을 접목한 신제품 개발 사례를 발표하였으며, pH 조절로 단백질의 구조를 변화시켜 수율과 맛이 우수한 양념 쇠고기구이 개발, 알긴산과 염화칼슘을 이용한 가공 캐비어(caviar) 제조, 전분특성을 응용한 가볍고 crispy한 감자칩의 제조, 저온진공조리(Sous vide) 거위간 및 젤리상의 계란 제조 등 다양한 사례가 제시되고 있다(Lee 등 2008).

서구음식의 과학화 추세를 감안할 때 한식도 서구음식과 경쟁하기 위해서는 조리과정의 과학적 해석 및 메커니즘 구명과 이를 통한 우수한 품질의 한식 조리법과 제조기술의 개발 연구가 필요하다.

양념소갈비구이는 간장, 설탕, 마늘 등을 기본재료로 하여 양념된 대표적인 한식 구이품으로 참기름, 청주, 과일즙, 꿀 등 레시피가 다양하고 2011년에는 CNN your pick에서 김치, 불고기 및 비빔밥 등과 함께 세계 50가지 맛있는 식품 중의 하나로 41위를 기록하고 있으며 향후 대표적인 한식 세계화 품목으로서 매우 유망하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 침지, 양념, 숙성 및 구이 과정으로 조리단계가 구분되는 양념소갈비구이를 대상으로 조리과정에서의 주요 물리화학적 특성을 평가함으로써 향후 갈비조리기술의 체계화에 필요한 핵심자료를 얻고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료

1) 재료

갈비육은 호주산 chilled bovine short rib, YP 등급으로서 들판에 방목하여 목초(grass)를 먹이다가 도축 200일 전부터 곡물(grain)을 먹인 거세된 소(MB2급)로부터 2012년 생육형태로 생산된 칠드육(Chilled meat)의 동결품(Beef YP SRB3 Rib GF)을 분당소재 E마트에서 구입하여 사용하였다.

간장, 설탕, 참기름, 배, 양파, 마늘 및 참깨 등 양념재료는 국산으로 분당 소재 L백화점에서 구입하여 사용하였고 <Table 1>과 같은 레시피로 갈비 양념에 이용하였다. 조리법은 한식재단의 한식 레시피에 소개된 조리법을 기초로 하였다(Korean food foundation 2012).

시험분석용 시약은 모두 Sigma사 특급제품을 구입하여 사용하였다.

2) 레시피의 수집 및 관능평가

국내에서의 유명성을 토대로 호텔 및 한식재단 등으로부터 9종의 레시피를 선별하고 이들 레시피 중 일부와 이들을 수정한 레시피 및 시판 상품 중 일부 레시피를 선정하여 양념육을 제조하고 관능특성을 평가하였다.

3) 관능검사 시료의 제시

갈비시료를 양념에 재운 뒤 4°C에서 24시간 숙성 후 pan (Tefal사, France)에서는 270°C, 6분, 숯불에서는 4분 동안 구

<Table 1> Selected recipes for marinated beef spare ribs in Korea

Ingredients	Recipes									
	HSI	CIA	ARM	HAN	SOG	LID	SUW	INH	KIH	
Spare rib	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Soy sauce	18.18	15.89	5.45	14.44	7.92	5	0	8	15	
Salt	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	
Sugar	5.45	5.30	1.82	7.5	1.67	2.8	1.8	3	10	
Honey	0	0	1.44	0	0	0	0	0	0	
Maltosyrup	5.76	0	0	0	0	0	0	0	0	
Water	60.61	0	0	16.67	0	0	0	0	0	
Garlic	4.85	7.95	1.21	10	2.08	1.60	1.60	1	5.33	
Green onion	4.24	3.31	2.12	0	3.75	2.80	2.80	1	7	
Ginger	0	0	0	0	0	0.10	0.10	0	0	
Mirim	4.55	0	2.27	2.73	0	2.73	2.73	1.50	0	
Pear juice	9.09	55.19	6.06	16.67	6.25	0	0	12.50	11.25	
Onion	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
Onion juice	4.55	0	2.27	0	0	0	0	0	0	
Pepper	0	0.14	0.05	0.44	0.20	0.04	0.04	0.10	0.42	
Sesame oil	3.94	5.74	1.97	5.64	2.08	1.95	1.95	1.50	6.50	
Sesame (whole)	0	0	0	0	0	0.52	0.52	0	0	
Sesame powder	0	0	0.45	0	0.83	0	0	1.5	3	
pH	4.89	5.38	5.31	5.63	5.45	5.4	6.22	5.49	5.58	
Salt (%)	2.63	2.63	1.4	2.65	2.03	1.36	0.8	1.89	3.03	
Brix (%)	2.47	2.74	1.45	4.31	1.34	2.38	1.6	2.22	6.31	

운 후 2.0×2.0×0.5 cm³ 규격으로 잘라 warmer 상에서 60°C 를 유지하면서 panel에게 제공하였다.

2. 실험방법

1) 염도

염도는 Mohr법(Doughty 1924)으로 3회 반복 측정하였다.

2) 가용성 고형분

Abbe 굴절계(Atago사, 일본)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

3) 보수력(water holding capacity)의 측정

Laakkomen(1970)의 원심분리법으로 측정하였다.

4) pH의 측정

pH meter(Corning, New York, NJ, USA)로 측정하였다. 여기서 침지액의 경우에는 직접, 육 시료의 경우에는 5 g을 채취하여 증류수를 5배량(v/v) 가한 후 3분 간 균질기(T25, IKA사, 독일)로 1,000 rpm 교반한 다음 측정하였다.

5) SDS-PAGE

Laemmli법(1970)에 의하여 12.5% slab gel을 이용하여 실험하였다. 시료에 8 M urea, 2% mercaptoethanol, 2% SDS 와 20 mM Tris-HCl(pH 8.0)을 첨가한 후, 100°C에서 2분 간 가열하였다. Fixing과 staining은 Commassie brilliant blue R250으로 실시하였다. 탈색은 50% MeOH, 7% Acetic acid로 30분간, 9.2% Acetic acid로 겔의 배경이 투명화 될 때 까지 수행하였다.

6) Myofibrillar fragmentation index(MFI) 분석

Hopkins 등(2000)의 방법에 의한 turbidity method를 이용하였다. 시료를 근원섬유 조제법으로 준비하여 5배량의 0.1 M KCl-1 mM EDTA-1 mM Sodium azide- 25 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)로 5회 현탁하고 biuret법으로 시료의 단백질 농도를 0.5 mg/mL되도록 희석한 후 540 nm에서 UV/VIS spectrometer(Jasco사, V530, Japan)로 비색 분석하였다.

7) Collagen의 조제

Harkness와 Nimni의 방법(1968)을 이용하여 불용성, 염가용성 및 산가용성 콜라겐을 조제하였다.

8) Volatile의 분석

휘발성 화합물 성분은 SPME fiber(SPME fiber assembly, 50 μm DVB/CAR/PDMS, Sigmaaldrich, USA)로 향기성분

을 흡착시켜 shaking 하면서 40°C에서 10분간 평형 후 휘발성 물질을 포집하여 autosampler(combi PAL G6504-CTC, CTC analytics, Zwingen, Switzerland)로 Headspace injection 을 실시하였다. 향기성분 분석은 DB-wax column(30 mm length, 0.32 mm i.d., 0.5 μm film thickness; J&W Scientific, Folsom, CA)을 이용하여 GC(7890A, Agilent Technologies, USA)의 검출기로 TOF-MS(GCT premier, Waters, UK)를 연결하여 사용하였다. 내부표준물질로는 3-octanol을 사용하였다. 휘발성화합물 동정은 mass spectra(NIST 08 library), aroma properties를 비교하고 water사의 makerlynx 프로그램 중 elemental composition 기능을 활용하여 확인하였다 <Table 2>.

9) 핵산성분의 분석

HPLC grade water로 3배 희석한 시료를 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Jasco, Japan)에 10 μL 를 주입하여 분석하였다. 분석조건은 <Table 3>와 같고, standard 물질로는 ATP, IMP, Hx를 사용하였다.

10) 유리아미노산

동결건조 시료 5 g을 취해 ethanol 30 mL를 가해 1시간 방치한 후 5,000×g로 원심분리하고 이를 농축한 후 ether로 씻고 다시 농축하는 과정을 3회 반복하였다. 계속해서 상기 농축물을 dilution buffer로 25 mL 메스프라스크에 정용한 다음 sulphosalicylic acid 1 g을 가해 암실에서 1시간 방치한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과 후 분석하였다. 이 때 사용장비는 SYKAM amino acid analyzer S433(독일)이고 column은 Ammonia Filtration Column LCA k04/Na 4.6×100 mm을 사용하였다.

11) 육 표면온도 측정

Infrared cameras Flir systems T425(USA)를 이용하여 구 이 중 육표면의 온도를 구이 중에 직접 촬영하면서 경시적으로 온도변화를 측정하였다.

12) 관능평가

잘 훈련된 패널 20인을 선발하여 외관, 향, 맛 및 조직감 등을 9점 척도법으로 관능평가를 실시하였다.

13) 통계분석

SAS program(Statistics Analytical System, USA)(1999)을 이용하여 분석하였다. 처리군의 평균값 간의 비교를 위해 Duncan의 다중검정(Multiple Range Test)을 이용하여 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였고, 관능속성 간 상관관계 분석을 실시하였다.

<Table 2> GC/Mass Analysis conditions

Apparatus	Condition	Other condition
Transfer line temp.	125°C	- GC condition - Initial 30°C -1.5min 2.5°C/min 45°C - 0 5.0°C/min 80°C - 0 10.0°C/min 215°C - 0 Total 28 min Column flow 22 psi constant
Transfer valve	125°C	
Sample cup	40°C	
Sample needle	40°C	
Sample sweep time	0.5 min	
Needle sweep time	0.5 min	
Purge time	15.0 min	
- Concentrator -		
Valve oven	135°C	-MS-detector condition- M/Z 19.1-400 Electric volt 70 V
Sample line	135°C	
Sample mount	40°C	
MCS temperature	40°C	
MCS baking temperature	310°C	
Purge ready temperature	20°C	
Turbo cool temperature	10°C	
Purge cool temperature	20°C	
Sample cool temperature	40°C	
Desorb time	2 min	
Desorb preheating temperature	220°C	
Desorb temperature	220°C	
Bake time	13 min	
Bake temperature	225°C	
- Cryofocusing -		
Cryost. by temperature	100°C	- Library - Wiley library NIST structure library GC: Hewlett packard 6890 MS: Hewlett packard 5973 1. Purge: Tekmar Dohrmann Solatek 72 2. Trap (cryofocusing module): 3100 concentrator
Cryofocusing	-80°C	
Cryoinject time	1 min	
Cryo inject temp	220°C	

<Table 3> Analysis condition of nucleotides

Items	Conditions
Column	Hydrosphere C18 (250 mm×4.6 mm)
Elution buffer	100 mM KH ₂ PO ₄ -K ₂ HPO ₄ (pH 5.5)
Flow rate	1.0 mL/min
Detector	UV (260 nm)
Oven temperature	30°C

III. 결과 및 고찰

1. 양념 소갈비 조리단계에 대한 이론과 실험적 해석 방안

세계 상위 레스토랑의 약 50% 이상이 기존요리의 틀을 벗어나 과학적 조리법을 적용하는 추세로 분자미식학(molecular gastronomy)이란 용어가 등장하고 있으며(Lee 등 2008; Wikipedia 2012) 앞으로 한식이 세계외식시장에서 성공하기 위해서는 조리과정의 과학적 해석 및 메커니즘 연구를 통한 조리기법의 체계화가 매우 중요하다(Hong 2012).

실험에 앞서 본 연구에서는 찹지, 양념, 숙성 및 구이 과정으로 조리단계가 구분되는 양념소갈비구이를 대상으로 조리단계별로 변화되는 물리화학적 과정을 과학적으로 해석하고 시험 평가 방안을 검토하고자 이론적 측면과 실험적 측

면에서의 핵심 연구사항에 대한 자료를 조사하였다.

이론적 측면에서 양념의 pH는 갈비의 보수력에 영향을 미치고 보수력은 조리 후 수율과 texture에 영향을 미친다(Seuss 등 1991; Onec 등 2004). 다음으로 양념 내의 효소(배즙)는 육단백질의 분해로 tenderness를 부여하고 peptide 등의 저분자 맛성분을 생성한다(Guan 등 2009; Kim 등 2010). 또한 가열은 갈변을 일으키고 색상, 맛과 향에 영향을 주며 가열 중 효소적 단백질 분해는 육의 texture를 부드럽게 하고 맛 성분의 생성에 관여한다는 점에 초점을 둘 필요가 있다.

이론적 측면을 바탕으로 실험분석이 가능한 부분을 살펴보면 육 혹은 양념의 pH를 육단백질의 등전점(pI 5.5 내외) 범위 밖으로 조절하여 보수력, 수율 및 texture 등을 평가할 수 있고(Orescovich 등 1992) 숙성수준(시간 및 배즙량)을 조절하여 단백질 분해효과, 기호도, flavor 및 texture 평가가 가능하며(Guan 등 2009; Kim 등 2010) 구이방법(온도 및 시간, 가열매체)을 조절하여 기호도, 색, texture 및 flavor 성분을 평가할 수 있을 것이다.

갈비구이의 조리과정에서의 이론적 측면과 실험적 측면은 주로 texture에 초점이 맞추어져 있으며 이는 객관적으로 볼 때 고기의 기호도가 tenderness와 관련이 크기 때문이며

(Obuz 등 2004; Deseffanis 등 2008; Serra 등 2008) 이를 중심으로 단백질 분해효과, 가열에 의한 관능적 특성이나 기호성분의 특성을 평가한다면 조리기술의 과학화에 상당 부분 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 수집한 유명 갈비양념의 특성과 조리품의 기호특성

국내에서의 유명성을 토대로 호텔 및 한식재단 등으로부터 9종의 레시피를 선별하고<Table 1> 레시피의 특성과 기호도를 평가하였다. 레시피상의 특징으로서는 SUW가 간장 대신 소금을 이용하였고 단맛재료로서 HSI는 설탕과 물엿을, HAN은 설탕과 꿀을 혼용하였으며 HSI, HAN 및 INH는 양파 혹은 양파즙을 이용하였고 LID와 SUW는 배즙을 첨가하지 않았다.

레시피에 대한 분석에서 염도는 0.8~3.03%(평균 2.04%), pH 4.89-6.22, 가용성 고형분 농도 1.34~6.31°Brix(평균 2.48°Brix) 범위로서 레시피 간 차이가 있었다. 본 연구에서는 레시피를 다양화하여 관능 특성을 분석하고자 상기 수집 레시

피 일부와 이들을 수정한 레시피 및 시판 상품 중 일부 레시피를 선정하여 양념육을 제조하고 관능특성을 평가하였다.

<Table 4>에 나타난 바와 같이 간장 대신 소금을 이용한 SUW 레시피는 외관, 단맛, 고소한 맛, 다즙성이 간장을 이용한 다른 처리구들에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며 간장을 사용하는 레시피들 간에 유의적 차이는 보이지 않았다.

계속해서 상기 관능평가에서 기호도와 속성과의 상관성을 분석한 경우 <Table 5>와 같이 양념갈비의 기호도와 조직감과의 상관성은 0.65로서 비교적 유의하게 나타났으며 이 결과는 쇠고기의 연도(tenderness)가 소비자 기호성에 가장 큰 영향을 준다는 Obuz 등(2004)과 Deseffanis 등(2008)의 주장과 소비자들의 고기에 대한 만족도는 연도, 다즙성 및 향미의 순이었다고 평가한 Serra 등(2008)의 결과와 유사한 것으로 평가되었다.

따라서 상기의 갈비에 대한 기호도와 조직감의 상관성은 양념갈비의 기호도를 평가하는 데에 객관적으로 매우 중요한 고려 요인으로 판단되었다.

<Table 4> Sensory evaluation of various recipes for marinated beef spare ribs

Recipes	Appearance	Sweetness	Saltiness	Nutty flavor	Texture	Juiciness	Preference
HAN	4.38±1.06 ^{a1,2)}	5.00±1.69 ^{ab}	4.00±1.31 ^a	5.75±1.39 ^a	5.13±1.25 ^a	4.63±1.51 ^a	5.38±1.51 ^{ab}
LID	6.63±0.74 ^a	5.38±1.92 ^{ab}	4.00±1.31 ^a	5.88±1.36 ^a	4.88±0.99 ^a	5.25±1.83 ^a	6.38±1.69 ^{ab}
SUW	4.25±1.49 ^b	3.88±0.83 ^b	4.75±1.67 ^a	4.63±1.19 ^a	5.50±1.07 ^a	4.38±1.41 ^a	4.25±1.04 ^b
KIH	6.63±1.19 ^a	6.38±0.92 ^a	5.88±1.36 ^a	6.63±0.74 ^a	6.13±0.83 ^a	5.50±1.31 ^a	6.50±1.20 ^{ab}
LID (modified)	7.13±0.83 ^b	5.13±1.89 ^{ab}	6.13±1.73 ^a	4.88±2.23 ^a	5.50±1.31 ^a	4.63±1.60 ^a	5.25±1.98 ^{ab}
INH (modified)	4.00±0.93 ^b	5.38±1.41 ^{ab}	5.13±0.83 ^a	5.13±0.99 ^a	5.38±1.06 ^a	5.00±1.41 ^a	5.13±1.13 ^{ab}
KIH (modified)	4.50±1.20 ^b	5.25±0.89 ^{ab}	5.00±1.51 ^a	5.50±1.41 ^a	4.88±0.64 ^a	5.75±1.04 ^a	5.75±1.49 ^{ab}
BSL product	5.88±1.55 ^a	6.00±1.60 ^{ab}	4.88±1.73 ^a	5.88±0.99 ^a	6.13±0.99 ^a	5.88±1.36 ^a	6.75±1.39 ^a
CJW product	6.00±0.76 ^a	6.25±1.98 ^{ab}	4.88±1.36 ^a	5.25±2.05 ^a	6.50±1.31 ^a	5.50±1.31 ^a	5.63±1.51 ^{ab}

¹⁾The value is mean±SD

²⁾Means with letters within a column are significantly different from each other at α=0.05 as by Duncan's multiple range test.

<Table 5> Correlation among sensory attributes of marinated beef spare ribs

Attributes	Appearance	Sweetness	Saltiness	Nutty flavor	Texture	Juiciness	Preference
Appearance	1						
Sweetness	0.38276*** 0.0009	1					
Saltiness	0.08032 0.5024	0.3261** 0.0052	1				
Nutty flavor	-0.15093 0.2057	0.31152** 0.0077	0.46136*** <.0001	1			
Texture	-0.03457 0.7732	0.24726 0.0363	0.56472*** <.0001	0.27124* 0.0212	1		
Juiciness	0.07436 0.5348	0.09886 0.4087	0.31948** 0.0062	0.31901** 0.0063	0.2315 0.0504	1	
Preference	0.04742 0.6925	0.18908 0.1117	0.55348*** <.0001	0.33609** 0.0039	0.65154*** <.0001	0.13015 0.2758	1

¹⁾*p< .05, **p< .01, ***p< .001

<Table 6> pH and water holding capacity of treatments

Treatments	Solution pH	Sample pH	WHC (%)
Control	7.00	5.95	5.78
100% lemon juice	1.96	4.39	13.66
50% lemon juice	2.26	4.49	15.06
Soda(carbonated) water	4.86	5.43	3.64
Alkali water	9.70	5.96	9.10
Alkali water+0.3% Phosphates	-	6.32	7.04
0.3% phosphates	9.59	6.65	6.84
1% phosphates	9.65	6.69	7.94
1% baking powder (bicarbonate+phosphate)	7.8>>	6.70	7.39

<Table 7> Sensory evaluation of meat texture

Mean±SD

Treatments	Texture
Control	5.83±1.52 ^a
5% lemon juice	5.33±1.37 ^b
Soda	4.00±1.41 ^b
Alkaline water	5.00±1.36 ^b
0.3% Phosphates	5.50±1.52 ^a
1% Baking powder	5.52±1.45 ^a

1: extremely soft, 6: soft, 9: extremely hard

3. 양념갈비의 품질과 영향인자에 대한 평가

1) 침지 pH와 육의 texture

<Table 6>과 같이 갈비육을 레몬, 알카리수, 인산염 및 베이킹파우더 등 조리용 소재를 이용하여 pH를 산성 혹은 알카리성 용액으로 하여 침지한 경우 탄산수를 제외한 모든 처리구에서 대조구 보다 보수력(WHC)이 증가하는 경향을 보였다. 특히 레몬즙 처리구는 15.06%로 대조구보다 3배 정도 높았고 알카리수는 9.10%로서 알칼리 쪽에서는 가장 높았다.

한편 pH 침지 처리구를 우수하게 평가된 KIH recipe로 양념하여 숙성 후 가열 조리를 실시하고 texture(부드럼의 정도) 관능평가를 실시한 바 대조구 5.83/9.0인데 비해 탄산수 처리구는 4.00/9.0 그 다음으로 알카리수 처리구 5.00/9.0으로 낮게 나타나 pH와 연도와의 상관성을 보여주고 있다 <Table 7>.

육의 연화는 보통 보수력(WHC)과 근원섬유단백질(myofibril)의 swelling과 관련이 있다. Seuss 등(1991)과 Onec 등(2004)은 육의 pH는 swelling 능력과 이로 인한 보수력에 중요하며 pH가 육단백질의 등전점으로부터 멀어질수록 육 단백질 내에 물과 반응할 수 있는 이온의 양이 증가하기 때문에 보수력이 증가한다고 주장하고 있다. 이외에도 Berge 등(2001)은 식초와 같은 산성물질의 연화작용은 효소분해의 증가와 콜라겐에서 젤라틴으로의 전환량 증가로 인한다고 보고하고 있다.

따라서 식초, 레몬즙 및 와인과 같은 산성 물질이나 인산염, 알카리수 및 bicarbonate와 같은 알카리성 물질은 육의

보수력을 개선할 수 있으며 산성물질은 신맛으로 인해 기호도가 낮아서(Seuss 등 1993; Serdagoglu 등 2007) 실제로 알카리성 물질이 유리한 것으로 생각되고 있다.

Wynveen(2001)은 sodium bicarbonate와 sodium phosphate를 첨가하여 돼지고기의 보수력과 색상을 개선하였다고 하였고 Yang 등(2006)은 sodium bicarbonate의 육 주입으로 드립손실, 조리 중의 중량손실 및 전단력의 감소 뿐만 아니라 보수력이 증가한다고 보고하고 있다.

상기의 산성이나 알카리성에 침지한 갈비육의 보수력이 대조구보다 증가한 결과는 기본적으로 육 보수력이 pH와 관련이 있음을 시사하고 있으며 처리구별로 차이를 보이는 부분에 대해서는 효소반응, 콜라겐의 젤라틴화 및 용매의 육내 침투력 등에 대하여 보다 상세한 검토가 필요하다고 생각된다.

2) 양념갈비의 숙성수준 평가

육의 연화와 관련하여 단백질분해효소 또한 중요한 factor가 아닐 수 없다. 한식에 있어서 소갈비를 양념할 때 일반적으로 배즙을 가장 많이 사용하는데 배즙은 독특한 맛을 줄 뿐만 아니라 배즙 내에 존재하는 단백질분해효소는 양념갈비의 고유한 tenderness에 영향을 줄 것으로 생각되고 있다.

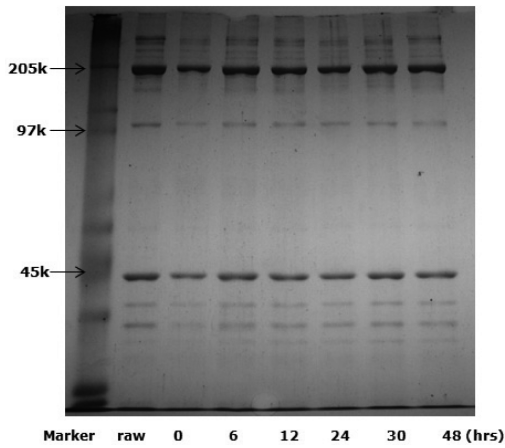
육 연화는 근원섬유단백질과 콜라겐의 구조와 이들의 분해와 관련이 있다(Kim 등 2010). 고기를 marinate 할 때 쓰이는 다양한 과일과 과일 내에 존재하는 protease는 종류에 따라 근원섬유단백질이나 콜라겐에 대해 선택성에 차이가 있다. Kang 및 Rice 등(1970)은 과일유래 프로테아제(protease)는 근원섬유단백질 선택성이 낮다고 하며 Youn과 Yang (1972)은 papain이 가장 효과적이었다고 보고하고 있다.

한편 Bouton 등(1972)은 육 cooking 중에 50°C 이상에서 콜라겐 구조가 느슨해져 단백질분해효소로부터 공격을 받기 쉬우며 이는 효소가 실활될 때까지 계속된다고 하였다. Ashie 등(2002)은 papain 보다 aspartic protease가 육에 대한 제한된 특이성으로 인해 papain 보다 유리하다고 보고하였다.

본 연구에서는 배 추출물의 근원섬유단백질 분해 가능성을 확인하기 위해 pH, 숙성시간 및 배 첨가수준, 조리 전,후로 나누어 양념갈비육을 sample buffer(SDS)에 가용화 시켜 SDS-PAGE 분석을 하였으나 근원섬유단백질의 분해현상을 전혀 확인할 수 없었다<Figure 1>.

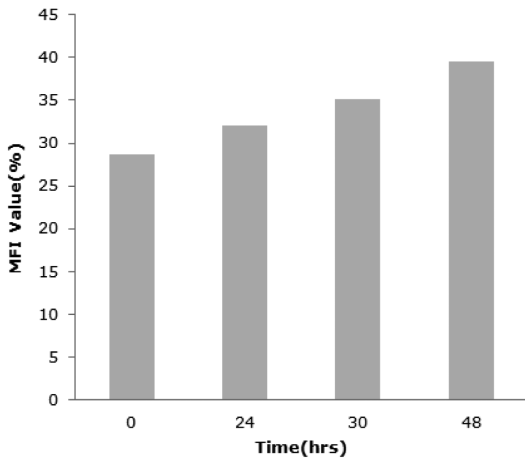
그러나 <Figure 2>와 같이 숙성시간별로 근원섬유단백질을 분리한 다음 myofibril index(MFI)를 분석한 경우에 대조구 28%이던 것이 24시간 후에는 32%, 48시간 후에는 39%로 소편화(fragmentation)가 진행되는 것으로 분석되었으며 이는 <Figure 3>에서의 400배 위상차 현미경에서도 24시간 이후 부터 길이가 100 μm 이상이었던 근원섬유(MF, myofibril)가 수십 μm 수준의 길이로 짧아졌음을 관찰할 수 있어 육 소편화 현상이 일어나고 있음을 확인할 수 있었다.

Kim 등(2010)은 과일 유래 protease를 대상으로 근원섬유단백질 분해능을 평가한 결과에서 배즙은 과인애플, 무화과



<Figure 1> 12.5% SDS-PAGE of marinated meat proteins during aging time

M: marker, Raw: raw meat



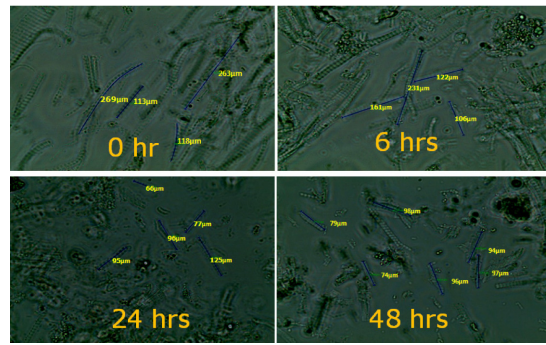
<Figure 2> Myofibril fragmentation index during aging

등과 달리 추출된 근원섬유단백질에 대해 분해능을 보이지 않았지만 연육작용에 관련된 소편화물에서는 배즙이 50% 수준을 나타냈다고 하였다.

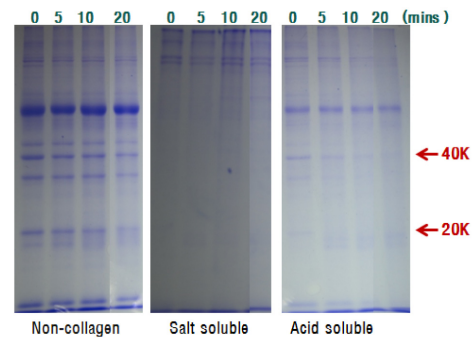
<Figure 4>에 나타난 바와 같이 배즙의 콜라겐 분해 가능성을 확인하기 위해 불용성, 염가용성 및 산가용성 콜라겐을 추출하고 배즙과 반응시켜 전기영동 분석을 실시하였다. 그 결과 산가용성 콜라겐 성분의 일부(40K 및 20K 부분)가 배즙에 의해 분해되고 있음을 알 수 있었다.

배 효소는 70°C(chicken actomyosin 기준)가 최적 조건으로 알려져 있는데(Guan 등 2009) 상기 결과는 양념액에 포함된 배즙의 효소가 고기를 가열시(구이)에 고기 중의 collagen (gelatin 화 상태)을 분해하여 tenderness에 영향을 주고 있을 가능성을 시사하고 있다.

상기와 같이 배즙내 효소는 파인애플이나 무화과 유래 효소와 달리 근섬유단백질 분해성이나 소편화력이 적지만 산분해성 콜라겐을 분해하는 특성으로 인해 양념소갈비의 적절한 수준의 조직감과 풍미 특성을 주는 것으로 생각된다.



<Figure 3> Myofibrils shortened with aging (x400 microscopy)



<Figure 4> 12.5% SDS-PAGE of beef collagen treated with 10% pear juice at 55°C

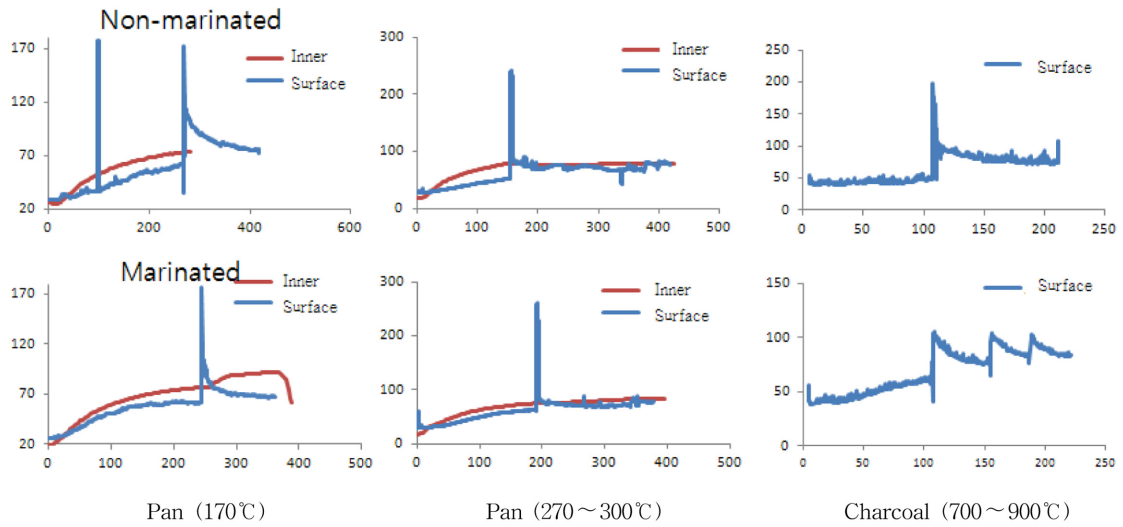
향후 배효소의 단백질 분해율과 관능특성과의 상관성을 연계하여 분석한다면 양념갈비구이의 최적의 조직감을 나타내는 수준을 계량화 할 수 있을 것으로 생각된다.

3) 가열매체에 따른 조리시간의 설정 조건 평가

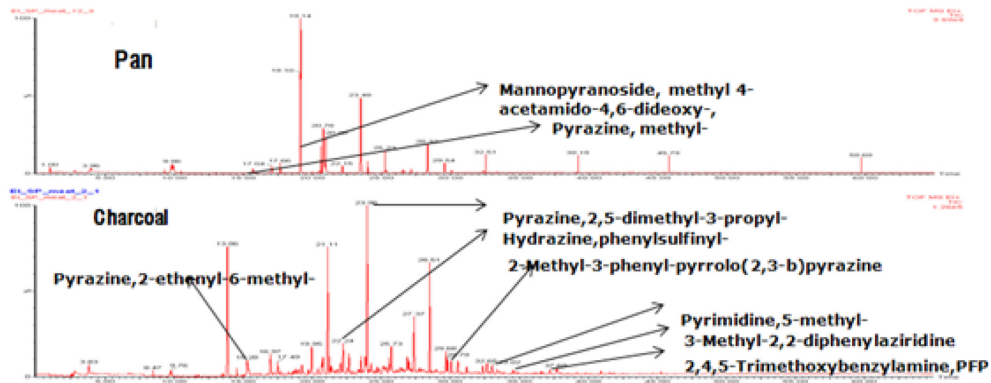
가열매체에 따른 조리시간의 설정 조건 평가에서는 적외열화상카메라로 숯불 및 pan 상에서 갈비의 표면온도를 경시적으로 측정하여 갈비구이 매체에 의한 온도와 시간과의 변화 관계를 살펴보았다<Figure 5>.

숯불은 평균 700~900°C, 전기 pan은 조절에 의해 표면온도 170~300°C 수준으로 열원에 따라 온도에 큰 차이를 보였다. 그러나 관능평가를 통해 갈비육의 표면온도가 60°C 내외에 도달하는 때를 상하부를 바꾸어 조리하는 시점으로 판단하였고 열원이 강할수록 표면온도 60°C 도달시간이 단축되었다. 또한 생고기 보다 양념고기가 표면온도 60°C 도달시간이 빨랐으며 pan 170°C, 4분, pan 270~300°C에서 2분 30초, 숯불(700~900°C) 1분 45초 수준으로 나타났으며 cooking 완료시간은 pan 170°C에서 생고기 9분, 양념고기 8분, pan 270~300°C에서는 생고기 7분, 양념고기 6분이었고 숯불(700~900°C)에서는 모두 4분 이내였다.

반면 스테이크의 경우에는 중심온도 기준으로 50~52°C는 rare, 55~60°C는 medium 및 65~70°C는 well-done으로 정해져 있으나 현재 한식에서 양념갈비를 굽는 조건은 표준화되어 있지 않다.



<Figure 5> Changes of surface or inner temperature of marinated beef during cooking with pan or charcoal heating



<Figure 6> GC/MS profile of volatiles of marinated beef cooked with pan or charcoal heating

4. 갈비 기호성분의 평가

1) 휘발성 성분 평가

Pan 구이와 숯불구이 갈비의 휘발성분 생성 pattern 평가를 위해 SPME를 이용하여 분석 비교 하였다.

<Figure 6>에서와 같이 pan 구이에서는 pyrazine, methyl-, mannopyranoside, methyl 4-acetamido-4,6-dideoxy-성분이 검출되었지만 숯불구이에서는 2-methyl-3-phenyl-pyrrolo(2,3-b) pyrazine pyrimidine, 5-methyl-2,4,5-trimethoxy benzylamine, PFP pyrazine, 2-ethenyl-6-methyl-1,9-diazaspiro(4,4) nonane-2,8-dione 3-pyridinecarbonitrile, 2-nitro-3-methyl-2,2-diphenylaziridine hydrazine, phenylsulfinyl-pyrazine, 2,5-dimethyl-3-propyl- 등을 검출할 수 있었다.

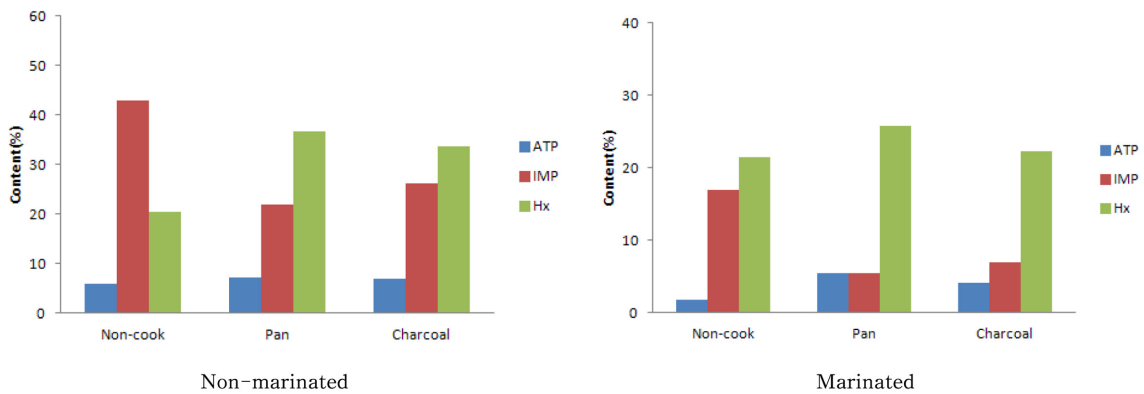
Cho 등(2002)은 convection oven상(190, 4분×4분)에서 불고기를 제조하고 SDE 혹은 SPME법을 이용하여 pyrazine 8종, 황화물 9종, 카보닐 11종, 알콜 9종 및 aliphatic hydrocarbon 10종 등을 분석한 바 있다. Cho 등(2005)은 또한 가열매체에 따라 제조한 불고기의 휘발성분을 HVS법으로 분석한 경우 diallyldisulfide 외에는 유의한 차이를 관찰할 수 없었다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 불포화 지방산의 산화나 비효소적 갈변에 의해서 생성될 수 있는 카보닐, allium 계열인 마늘 등의 성분에서 비롯되는 황화물 성분, 참기름 등에서 발생될 수 있는 alkyl pyrazine 성분(Manley 등 1974), 양념 유래 terpene 성분 등은 본 분석 profile에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 pyrazine 성분은 특히 숯불구이에서 다수 검출되고 있다. Pyrazine 성분은 Maillard 반응을 통해서 생성되는 것으로 알려져 있으며 갈변반응물질은 육의 중요한 flavor의 하나로서 가열온도에 큰 차이를 보이는 pan과 숯불의 처리에서 충분히 예상할 수 있는 결과일 것이다.

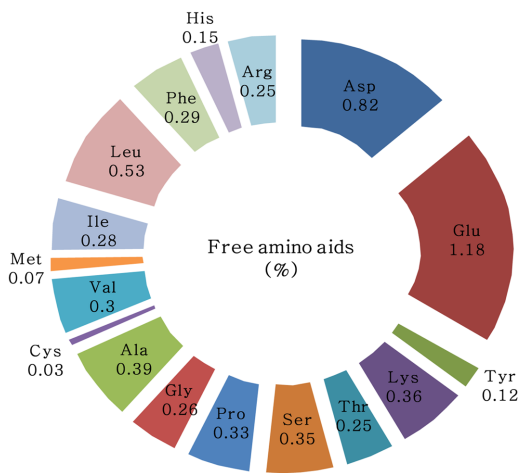
한편으로 상기의 양념갈비의 휘발성분 분석결과와 다양한 성분들을 얻어 낸 Cho 등(2002, 2005)의 결과와 차이를 보이는 것은 육 원료와 양념의 종류 및 함량 그리고 cooking 온도와 시간 등의 조건에 차이가 있기 때문으로 생각된다.

2) 맛 성분의 평가

Kato 등(1989)은 고기의 맛은 유리아미노산, 핵산관련물질, 무기질, 단백질 분해물과 당 등 다양한 물질들이 복합적으로 관여한다고 하고 있으나 이 중 유리아미노산 중에서 정미성



<Figure 7> Changes of nucleotide (ATP, IMP and Hx) content of non- or marinated beef spare rib cooked with pan or charcoal heating



<Figure 8> Free amino acid content (%) of soy sauce used for marination of beef spare rib

아미노산과 핵산 관련물질 중 IMP(inosine mono phosphate) 함량이 가장 크게 작용하는 것으로 보고되고 있다(Yamaguchi 1991).

<Figure 7>에는 ATP, IMP 및 Hx 성분 등 갈비의 맛과 관련된 핵산성분을 분석한 결과로 생갈비 및 양념갈비는 팬에서보다 온도가 높은 숯불구이 후에 IMP의 잔존량이 다소 많은 것으로 나타났다.

IMP는 쇠고기에 있어서 우리나라는 맛에 영향을 크게 미치는 성분이며 IMP의 유지는 쇠고기의 풍미 유지에 매우 중요한 인자로 판단되고 있다. IMP는 개체, 나이, 성, 육 부위, 숙성수준 등에 영향을 받겠지만 ATP로부터 생성된 후 분해되게 되면 phospholylase에 의해 inosine을 거쳐 hypoxanthin을 형성하며 IMP의 함량은 고기의 맛을 측정하는데 유용하다고 보고하고 있다(Yano 등 1995).

상기와 같이 pan 보다 숯불에서 IMP의 잔존량이 높은 것은 조리 중 육 내에 존재하는 phospholylase 효소의 실활속도와 관련이 있기 때문으로 보이며 따라서 양념갈비의 조리시 IMP의 분해를 낮출 수 있도록 가열온도 범위를 고려할 수 있을 것이다.

한편 <Figure 8>에는 양념갈비에 비중이 높은 간장 아미노산을 분석한 결과이다. 생고기에 있어서 맛은 유리아미노산이 중요한 부분을 차지하고 있으며 한우에 있어서 글루타민과 알라닌이 유리아미노산의 상당부분을 구성하고 있고 Arg, Phe 및 Leu 성분 등이 그 다음으로 구성되고 있다(Cho 등 2008).

그러나 <Figure 8>과 같이 갈비의 양념에 이용되고 있는 간장은 Glu 1.18% 및 Ala 0.39%로 맛과 관련된 유리아미노산을 쇠고기 자체 함유량 보다 훨씬 많이 함유하고 있기 때문에 쇠고기 고유의 Glu(536.04 mg%) 및 Ala(175.23 mg%) 함량 보다는 간장에 함유된 Glu와 Ala 외에 여러 아미노산 성분이 양념갈비의 맛에 영향을 줄 것으로 판단된다.

따라서 아미노산 조성을 고려한 간장은 양념갈비의 풍미 조절에 매우 중요한 factor가 될 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

세계화에 유망한 대표 한국음식 중 하나로서 양념소갈비를 대상으로 조리과정에 대한 물리화학적 특성 평가를 위해 이론적 측면과 실험적 측면 연구방향의 검토, 유명 레시피 9종에 대한 특성과 기호도와 속성 간의 상관성, pH와 육의 texture, 숙성과 육단백질 분해, 가열(매체) 조건과 조리시간 및 기호성분의 특성을 분석하였다. 이론적 측면과 실험적 측면에서는 모두 육의 texture에 초점이 맞추어졌다. 수집된 양념 레시피는 염도 0.8%~3.03%, pH 4.89~6.22, 가용성 고형분 농도 1.34~6.31 Brix 범위로서 시료 간에 차이가 컸고 기호도와 조직감과의 상관성이 0.65로서 비교적 유의하게 높았다. 한편 갈비육을 레몬, 알카리수, 인산염 및 베이킹파우더 용액에 처리 시 레몬즙 처리구 15.06%, 알칼리수 9.10%의 보수력을 나타내어 pH와 관련성을 보였다. 양념숙성 시 myofibril index(MFI)는 24시간 32%, 48시간 39%로 소편화가 진행되었고 이는 400배 위상차 현미경을 통해 확인되었으며 산가용성 콜라겐 성분이 배즙에 의해 분해됨이 SDS-PAGE 상에서 확인되었다. 한편 표면온도 60°C 도달시점을

기준으로 할 때 cooking 완료시간은 pan 170°C, 8분, pan 270~300°C, 6분, 숯불(700~900°C) 4분으로 측정되었다. 기호 성분의 분석에서 숯불구이에서는 pan 구이와 달리 다양한 pyrazine 성분들과 잔존 IMP 함량이 상대적으로 높게 나타나는 특징을 보였다. 상기 결과는 향후 우수한 풍미의 양념 갈비를 체계적이고 과학적으로 조리할 수 있는 기술에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

■ 참고문헌

- Ashie INA, Sorenson TL, Nielsen PM. 2002. Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *J. Food Sci.*, 67(6):2138-2142
- Berge P, Ertbjerg P, Larsen LM, Astruc T, Vignon X, Moller AJ. 2001. Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Sci.*, 57(4):347-357
- Bouton PE, Harris PV. 1972. The effects of cooking temperature and time on some mechanical properties of meat. *J. Food Sci.*, 37:140-144
- Cho IH, Kim TH, Cho SK, Lee HJ, Kim YS. 2002. Analysis of volatile compounds in Bulgogi. *Food Sci. Biotechnol.*, 11(3):303-309
- Cho IH, Lee HJ, Kim YS. 2005. Analysis of volatile compounds in Bulgogi prepared by different heating procedure. *Food Sci. Biotechnol.*, 14(3):428-432
- Cho SH, Seong PN, Kim JH, park BY, Baek BH, Lee YJ, In TS, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. 2008. Calorie, cholesterol, collagen, free amino acid composition of Hanwoo steer beef with 1++ quality grade. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 28(3):333-343
- Desfanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dalmolin E. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner Bratzler shear force. *Meat Sci.*, 78(3):153-156
- Doughty HW. 1924. Mohr's method for the determination of silver and halogens in other than neutral solutions. *J. American Chem. Soc.*, 46:2707-2709
- Guan HL, Manda PK, Lim HK, Baatartsogt O, Lee CH, Jeon GJ, Choe IS, Choi KD. 2009. Purification and characterization of a protease from Korean pear as meat tenderizer. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 29(2):157-163
- Harkness RD, Nimni NE. 1968. Chemical and mechanical changes in the collagenous framework of induced by thiol compounds. *Acta Physiol. Hung.*, 33:325-327
- Hong SP. 2012. Strategy for the development of food technology for the globalization of Korean foods. Abstracts of 2012 symposium of the Korean Society for Food Engineering. Ilsan. pp 115-124
- Hong SP, Lee MA, Kim EM, Chae IS. 2007. Sensory evaluation of Korean traditional food for Americans. *Korean J. Food Culture*. 22(6):801-807
- Hopkins DL, Littlefield PJ, Thomson JM. 2000. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Sci.*, 56:19-22
- Hwang HS, Han BR, Han BJ. 1997. Korea traditional food. Kyomunsa. Seoul. pp 62-63
- Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. ACS symposium series No. 388. American chemical society. Washington DC. pp 158-174
- Kim EM. 2004. Study on the improvement of traditional food service industry by foreigner's preference of traditional Korean food. KFRI. pp 68-69
- Kim HH. 2005. Recent food service industry and its globalization. Abstract of 2005 symposium of the Korean society of food culture. Seoul. pp 57-66
- Korea custom service. 2008. Export and import trend. <http://www.customs.go.kr>
- Korean food foundation. 2012. The taste of Korea. <http://www.hansik.org>
- Laakkomen E, Wellington GH, Skerbon JW. 1970. Low temperature long time heating of bovine. 1. change in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble components. *J. Food Sci.*, 35:175-177
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of the head of the bacteriophageT4. *Nature*. 227:680-685
- Lee EJ, Ahn JS, Choi JY. 2008. The current trends and the prospective view of the molecular gastronomy. *Korean J. Culinary Res.*, 14(1):56-72
- Manley Ch, Vallon PP, Ericson RE. 1974. Some aroma components of roasted sesame seed. *J. Food Sci.*, 39:73-76
- NRA. 2002. Restaurant industry forecast. Natl. Reas. Assn., Washington D.C. <http://www.restaurant.org>
- Obuz E, Dikeman ME, Grobbel JP, Stephens JW, Loughin TM. 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(2):243-248
- Onenc A, Serdaroglu M, Abdraimov K. 2004. Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat. *Eur. Food Res. Technol.*, 218:114-117
- Orescovich DC, Bechtel PJ, Mckeith FK, Novakofski J, Basgal EJ. 1992. Marinade pH affects textural properties of beef. *J. Food Sci.*, 57(2):305-311
- Serdagoglu MELT, Abdraimov KYIA, Onenc ALPE. 2007. The effect of marinating with citric acid solutions and grape fruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *J. Muscle Foods*. 18:162-172

- Serra X, Guerrero L, Guardia MD, Gil M, Sanude C, Panea B, Campo MM, Olleta JL, Garcia-Cachan MD, Piedrafita J, Oliver MA. 2008. Eating quality of young bulls from three spanish beef breed production systems and its relationships with chemical and instrumental quality. *Meat Sci.*, 79(1):98-104
- Seuss I, Martin M. 1991. Effects of marination with edible acids on composition and sensory properties of beef. *Fleischwirtschaft.* 71:1269-1278
- Seuss I, Martin M. 1993. The influence of marinating with food acids on the composition and sensory properties of beef. *Fleischwirtschaft.* 73:292-295
- Wynveen EJ, Bowker BC, Grant A, Lamkey JW, Fennewald KJ, Henson L, Gerrard DE. 2001. Pork quality is affected by early postmortem phosphate and bicarbonate injection. *J. Food Sci.*, 66(6):886-891
- Yamaguchi S. 1991. Role and efficacy of sensory evaluation on studies of tastes. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.*, 38:972-978
- Yang HS, Moon SS, Jeong JY, Choi SG, Joo ST, Park GB. 2006. Asian Australasian effect of sodium bicarbonate injection in pre-rigor porcine longissimus lumborum on pork quality. *J. Anim. Sci.*, 19(6):898-904
- Yano Y, Kataho N, Watanabe M, Nakamura T, Asano Y. 1995. Evaluation of beef aging by determination of hypoxanthin and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chem.*, 52(4):439-445
-
- 2012년 12월 1일 신규논문접수, 12월 24일 수정논문접수, 2013년 1월 14일 수정논문접수, 1월 22일 채택