

식육가공품의 품질특성 및 기능성 향상을 위한 발효간장의 활용

Practical Use of Fermented Soy Sauce to improve Quality Attributes and Functionality of Processed Meat Products

김현욱¹, 황고은², 송동헌², 함윤경², 최지훈³, 최윤상^{4†}

(Hyun-Wook Kim¹, Ko-Eun Hwang², Dong-Heon Song², Youn-Kyung Ham², Ji-Hun Choi³, Yun-Sang Choi^{4†})

¹경남과학기술대학교 동물생명과학과, ²건국대학교 축산식품공학과, ³CJ제일제당 식품연구소,

⁴한국식품연구원 식품가공기술연구센터

¹Department of Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology,

²Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University,

³Food R&D Center, CJ CheilJedang Corp., ⁴Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute

1. 서 론

최근 우리나라 식육 가공 산업에서 제품의 기능성 향상은 건강을 중요시하는 현대 소비자들의 요구를 충족시키기 위한 주요 연구개발 분야 중 하나이다(Zhang 등, 2017). 식육은 자체만으로도 인간의 건강한 삶을 유지하는데 필요한 여러 영양성분들을 포함하고 있다. 나아가 육류 중심의 식단에서 부족할 수 있거나 혹은 더욱 강화가 필요한 비타민, 무기질, 식이섬유, 불포화지방산 및 폴리페놀류 등의 유용 건강기능성분을 추가적으로 첨가하여 기능성을 향상시키는 추세이다(Zhang 등, 2010). 활용도가 우수한 건강기능성분이 되기 위해서는 몇 가지 조건이 충족되어야 한다. 첫째, 기능 성분이 인체에서 뚜렷한 생리적 효과를 나타내야 한다. 둘째, 열과 같은 물리적 충격에 안정하여 식육가공품 제조공정에서 기능 성분이 파괴되거나 소실되지 않아야 한다. 셋째, 화학적으로 안정하여 식육의 구성 성분 혹은 식품첨가물 등과 쉽게 반응하지 않아야 한다. 마지막으로 기능성 향상과 더불어 식육가공품의 품질향상에도 기여할 수 있다면 기능성 식육가공품 개발을 위한 후보 물질로서 활용도가 우수하다고 말할 수 있다.

간장(soy sauce)은 동아시아권을 중심으로 1,500여 년간 섭취되어 온 대표적인 대두 발효 식품이다(Kim, 2004). 간장

*Corresponding author: Yun-Sang Choi
Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute,
Wanju-gun, Jeollabuk-do, 55365, Korea
Tel: +82-63-219-9387
Fax: +82-63-219-9076
E-mail: kcys0517@kfri.re.kr

의 기원은 중국 황실에서 고기를 소금에 절여 발효시킨 육장으로 보고 있으나, 현대적 의미에서 간장은 대두를 발효시켜 만든 콩 장류를 뜻한다(Ann and Woo, 2012). 여러 나라들에서 섭취되어 온 만큼 간장의 제조방법과 이에 따른 품질의 차이도 다양하다. 우리나라 재래식 전통간장은 대두를 삶아 메주를 만들고, 자연적으로 접종된 미생물에 의한 발효 이후 소금물에 담가 숙성과정을 거쳐 제조된다(Kim, 2004). 그러나 지금에 와서는 상업적으로 제조가 용이한 일본식 개량간장인 양조간장이 흔히 소비되고 있다(Kim and Kim, 1996). 이러한 이유로 우리나라 재래식 전통간장의 우수성을 규명하고 소비를 촉진하기 위한 많은 노력들이 이루어져 왔다(Kim, 2004; Kim and Kim, 1996). 간장을 섭취하는 식문화를 가진 여타 국가들에서도 간장의 제조방법과 품질의 관계 및 간장의 건강기능성을 밝히기 위한 연구들이 이루어지고 있다. 현재까지 알려진 발효간장의 주요 건강 기능적 특성에는 항산화(Wang 등, 2007), 항균(Masuda 등, 1998), 항암(Benjamin 등, 1991), 항알러지(Kobayashi 등, 2004), 항고혈압(Kinoshita 등, 1993) 및 항혈소판(Tsuchiya 등, 1999) 효과들이 있다.

예로부터 우리나라에서는 소금이 아닌 발효간장으로 간을 맞추는 육류요리 조리법이 전해져 내려오고 있다. 대표적으로 갈비찜, 떡갈비, 불고기, 육포 및 장조림 등이 이에 해당되는 우리나라 전통육제품들이다. 간장을 이용한 육류요리 문화는 간장을 섭취하는 식문화를 가진 중국, 일본 및 태국에서도 나타나는 특징이다(Nam 등, 2010). 이는 간장의 맛과 향이 육류 고유의 풍미를 살려주면서도 잘 어우러지기 때문일 것이다. 간장을 사용한 육류요리의 우수성은 최근 간장의 연도개선(Kim 등, 2013a), 지방산화 억제(Kim 등, 2013b) 및 풍미증진(Kim 등, 2015) 등의 식육 품질개선 효과들이 과학적으로 규명됨에 따라 더욱 주목받고 있다. 이를 반영하듯 요리 선진국이 많은 유럽권의 고급 레스토랑에서도 간장을 활용한 다양한 조리법들이 개발되어 서구권의 식생활에도 큰 영향을 미치고 있다(한국경제, 2013). 지난 2013년에는 국내 연구팀이 우리나라 재래식 전통간장에서 소금의 짠맛을 대체할 수 있는 천연물질을 발견하여 저염식품 제조에

있어 발효간장의 활용가능성을 제시한 바 있다(동아일보, 2013). 해외 유수의 대학과 연구기관에서도 발효간장을 활용한 저염식품 개발에 매진하고 있는 실정이다(Kremer 등, 2009; McGough 등, 2012). 이와 같이 발효간장은 맛을 내는 전통 조미료를 넘어 식품산업의 미래를 이끌어가는 기능성 소재로서 주목받고 있다.

따라서, 건강 기능성, 식육 품질개선 효과와 더불어 우리에게 친숙한 맛과 향까지 제공하는 발효간장은 식육가공품의 품질과 기능성 향상을 위한 우수 식품소재라고 기대된다. 본 원고에서는 식육가공품 제조에 있어 발효간장의 활용에 관해 이해하고자 간장의 이화학적 및 기능적 특성에 대해 살펴보고 향후 적용방향에 대해 제언하고자 한다.

II. 본 론

1. 간장의 종류

간장은 제조 방법에 따라 우리나라 재래식 전통간장(한식간장), 양조간장, 산분해간장, 효소분해간장 그리고 두 종류 이상의 간장을 혼합하여 제조하는 혼합간장이 있다(표 1). 전통 한식간장은 대두를 삶아 메주를 제조하고 소금물에 담가 발효 및 숙성시킨 것을 말하며, 조선간장 또는 국간장 등으로 부른다. 흔히 양조간장은 일본식 개량간장을 말하며, 삶은 대두와 볶은 밀에 종국(mold starter)을 접종하여 만든 것이다. 산분해간장은 염산(hydrochloric acid)을 이용하여 단기간에 원료의 단백질을 가수분해하고 중화, 정제 그리고 여과 등의 공정을 거쳐 제조되며, 화학간장 또는 아미노산 간장이라고 부른다. 효소분해간장은 원재료의 단백질을 효소로 분해하여 생성된 여액을 가공한 것이다. 혼합간장은 앞서 언급된 간장들을 일정 비율로 혼합하고 여기에 감미료와 향미증진제 등을 첨가하여 만든 것으로 진간장으로 부르기도 한다. 주로 양조간장과 산분해간장이 혼합간장 제조에 사용된다. 따라서 우리나라 전통 한식간장과 양조간장이 광의적 해석 하에서 발효간장이라고 말할 수 있다.

표 1. The types of soy sauce consumed in Korea

종류	정의
한식간장(Korean traditional soy sauce)	메주를 주원료로 하여 식염수 등을 섞어 발효·숙성시킨 후 그 여액을 가공하여 만든 간장
양조간장(industrially brewed say sauce)	대두, 탈지대두 또는 곡류 등에 누룩균 등을 배양하여 식염수 등을 섞어 발효·숙성시킨 후 그 여액을 가공하여 만든 간장
산분해간장(acid-hydrolyzed soy sauce)	단백질을 함유한 원료를 산으로 가수분해한 후 그 여액을 가공하여 만든 간장
효소분해간장(enzymatically brewed soy sauce)	단백질을 함유한 원료를 효소로 가수분해한 후 그 여액을 가공한 만든 간장
혼합간장(mixed soy sauce)	한식간장 또는 양조간장에 산분해간장 또는 효소분해간장을 혼합하여 가공한 것이나 산분해간장 원액에 단백질 또는 탄수화물 원료를 가하여 발효·숙성시킨 여액을 가공한 것 또는 이의 원액에 양조간장 원액이나 산분해간장 원액 등을 혼합하여 만든 간장

(출처: 식품공전, 2017)

2. 발효간장의 특성

일반적으로 발효간장의 주재료는 대두로서, 주요 성분은 물, 소금과 주재료인 대두에서 유래된 성분들이다. 여기에 발효과정 중 미생물의 활동에 의해 생성된 유리 아미노산, 펩타이드(peptide), 당류, 유기산류 및 휘발성/비휘발성 화합물들이 더해져 간장 고유의 맛과 향을 형성하게 된다(Lee 등, 2006). 간장의 맛과 향을 형성하는 요인에는 원재료의 배합비율, 발효과정에 관여하는 미생물종 및 숙성기간 등이 있다(Kim, 2004; Kim 등, 1996; Son 등, 1998). 발효간장은 맛, 향 및 색에 따라 첨가되는 식품이 다른데 맛이 담백하고 색이 연한 전통 한식간장은 국이나 찌개요리에, 고유의 단맛이 나는 양조간장은 조미용으로 많이 사용된다(Kim and Kim, 1996). 간장의 감칠맛을 결정하는 글루탐산(glutamic acid) 함량은 양조간장이 전통 한식간장보다 높지만, 숙성기간이 증가할수록 전통 한식간장의 글루탐산 함량도 증가한다(Choi 등, 2016). 우리나라 전통육제품의 상업적 제조에는 양조간장 혹은 양조간장을 함유하는 진간장이 주로 쓰이는데 이는 원가적인 측면과 양조간장의 풍미가 조미용으로 더욱 적합하기 때문이다.

관능적 특성 이외에도 간장의 품질을 분석하기 위해 pH(수소이온농도), 색도, 적정산도, 식염 함량, 환원당 함량, 질소화합물 함량 및 유리 아미노산 분석 등의 이화학적 분석방법들이 주로 사용된다(Choi 등, 2016; Son 등, 1998). 전통 한식간장의 pH는 4.67-7.12사이로 그 범위가

상당히 넓게 분포되어 있는 반면 시판 양조간장의 pH는 대략 4.8 정도이다(Kim 등, 1996). 간장의 염도는 15-20% 사이로 보통 전통 한식간장이 시판 양조간장과 비교하여 높은 염도를 나타낸다(Kim 등, 2013b). 간장의 품질을 나타내는 이화학적 기준에는 총질소 함량(total nitrogen, TN)이 흔히 사용된다. 일반적으로 총질소 함량이 높으면 맛과 향이 풍부하다고 여겨지기 때문이다. 우리나라 식품공전에서는 총질소 함량, 타르색소, 대장균군 및 보존료 함량을 장류의 식품규격으로 정하고 있고, 산분해 간장의 경우 국제 암 연구기관(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서 유해성 물질로 분류한 3-MCPD(3-monochloropropane-1,2-diol)의 기준을 0.3 mg/kg 이하로 규정하고 있다(식품공전, 2017).

3. 발효간장의 건강 기능적 특성

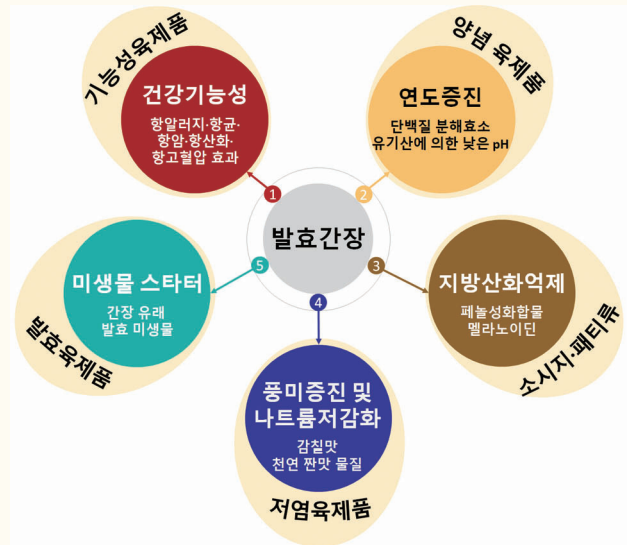
발효간장은 주재료의 단백질 성분에서 유래된 펩타이드와 유리 아미노산 그리고 발효과정을 통해 생성된 생리활성 물질들에 의해 건강 기능적 효과를 나타낸다. 발효간장의 기능적 효과는 일본식 발효간장을 중심으로 많은 연구들이 이루어져 왔다. 발효과정에서 생성된 발효간장 유래 다당류는 생체 내·외 평가에서 항알러지 의약품과 유사한 효과를 갖는다고 보고되어 있다(Kobayashi 등, 2004). 비록 항균 효과를 나타내는 성분은 구체적으로 밝혀지지 않았지만, 발효간장은 *Escherichia coli* O157:H7과 같은 병원성 미생물에 대해서도 항균 효과를 갖는다고 알

려져 있다(Masuda 등, 1998). 발효간장의 항균 효과는 소금, 알콜, 유기산류(젖산과 초산 등) 및 간장에 첨가된 보존료 등이 간장의 낮은 pH 하에서 복합적 작용에 의한 것으로 추정된다(Masuda 등, 1998; Kataoka, 2005). 항산화 효과는 식품산업에서 가장 큰 관심을 받는 발효간장의 기능적 효과이다. 항산화 효과에 관여하는 주된 성분은 원재료에서 유래된 성분과 제조과정에서 생성된 성분으로 구분된다. 원재료인 대두 혹은 밀에서 유래된 이소플라본(isoflavon)과 플라보노이드(flavonoid)와 같은 페놀성 화합물은 발효간장의 항산화 효과에 기여하는 물질이다(Moon and Cheigh, 1987). 또한 발효간장 특유의 짙은 갈색 형성에 기여한다고 알려진 멜라노이딘(melanoidin)은 당과 아미노산의 마이야르(Maillard) 반응에 의해 생성되는 강력한 항산화 물질이다(Wang 등, 2007). 발효간장의 항암 효과에 대해서도 보고된 적이 있는데, 발효간장을 급여한 실험용 쥐에서 발암물질인 벤조피렌(benzo[a]pyrene)에 의한 상부 소화관종양(forestomach neoplasia) 생성이 억제된다고 보고된 바 있다(Benjamin 등, 1991). 이 외에도 혈전 생성을 억제하는 항혈소판 활성(Tsuchiya 등, 1999)과 안지오효소(angiotensin converting enzyme, ACE)를 억제하여 항고혈압 효과(Kinoshita 등, 1993) 등이 간장의 건강 기능성으로 알려져 있다.

4. 발효간장의 식육 품질개선 효과

앞서 언급된 바와 같이 발효간장은 우리나라 전통육제품 제조에서 주로 맛과 풍미 형성을 위한 조미소재의 개념으로 사용되어 왔다. 실제로 현재 시판되고 있는 식육가공품에서도 액상간장 혹은 분말간장이 풍미증진을 위해 소량으로 사용되고 있다. 하지만 최근 연구들에서 간장의 다양한 식육 품질개선 효과들이 보고됨에 따라 앞으로 소금을 대체할 수 있는 기능성 염지소재로서 활용도가 우수하다고 기대된다(그림 1). 따라서 현재까지 보고된 연구들을 토대로 발효간장의 식육 품질개선 효과를 이해하고 향후 간장의 활용방향에 대해 살펴보고자 한다.

그림 1. 식육가공품의 품질과 기능성 향상을 위한 발효간장의 활용방향



(1) 연도 증진

식육의 연도는 소비자들이 식육의 품질을 평가하는 주된 항목으로, 연도개선을 위한 여러 물리적 및 화학적 가공방법들이 활용되고 있다(Lomiwes 등, 2014). 간장에는 발효 미생물 균주에서 생성된 단백질 분해효소(protease)가 포함되어 있는데, 이들이 근육 단백질에 작용한 결과 단백질 가수분해에 의한 연화 효과를 기대할 수 있다. 일본식 생간장과 중국으로 사용된 *Aspergillus sojae*에서는 serine protease, metalloprotease 그리고 aspartic protease와 같은 단백질 가수분해효소가 포함되어 있고, 식육을 구성하는 마이오신(myosin) 단백질의 분해가 가능하다(Tsuji 등, 1987). 그러나 현재 시판 중인 대부분의 간장은 가열 살균처리가 이루어지기 때문에 단백질 가수분해효소들의 활성 유지 여부는 불분명하다. 한편 간장의 낮은 pH는 식육에 존재하는 산성 단백질 분해효소의 활성을 높여주거나 결체조직을 구성하는 콜라겐(collagen) 단백질의 용해를 도와 식육의 연도 증진에 기여한다(Kim 등, 2013a). 대표적으로 우육 설깃살(*M. biceps femoris*)은 근섬유에 결체조직이 많아 질긴 식감 때문에 구이용으로 적합하지 않은 부위이다. 하지만 간장으로 염지한 결과 근섬유를 감싸고 있는 콜라겐 단백질의 용해성이 증가되어 연도가 개

선된다(Kim 등, 2013a). 따라서 식감이 질겨 구이용으로 활용도가 낮은 부위를 간장으로 염지하여 양념육제품으로 개발이 가능할 것이다.

(2) 지방산화 억제효과

지방산화는 저장 중 식육 및 식육가공품의 품질을 저하시키는 주된 요인으로 산패취를 발생시켜 관능적 품질을 저하시키고 malondialdehyde와 4-hydroxynonenal과 같은 인체에 유해한 산화물을 생성한다(Faustman 등, 2010). 앞서 언급한 바와 같이 발효간장은 여러 항산화 성분을 포함하고 있어 식육가공품에 첨가할 경우 지방산화 억제효과를 기대할 수 있다. 발효간장을 첨가한 비가열 우육을 냉장온도에서 10일간 저장할 경우 동일한 염 농도의 소금을 첨가한 시료와 비교하여 malondialdehyde의 생성량을 약 30%가량 감소시킬 수 있다(Kim 등, 2013b). 가열 우육에서도 발효간장은 지방산화 억제효과를 나타내었으며, 발효간장의 숙성기간이 길어질수록 식육의 지방산화를 효과적으로 억제할 수 있다(Moon and Cheigh, 1987). 나아가 발효간장은 지방산화 억제를 위해 식육가공품에 첨가되는 아스코르빈산(ascorbic acid)과 상승효과를 기대할 수 있어 다른 항산화제와 복합사용도 가능하다(Kim 등, 2013b).

(3) 풍미증진 및 나트륨 저감화

발효간장이 첨가된 식육가공품은 자당에 의한 단맛, 글루탐산에 의한 감칠맛(umami taste) 그리고 짠맛이 강하게 느껴지는 특징이 있다(Yang 등, 2017). 발효간장의 향미에 관여하는 휘발성 물질은 알콜류(alcohols)와 에스테르류(esters) 등으로, 전통 한식간장은 양조간장에 비해 풍미와 관련된 휘발성 물질의 종류가 단조롭고 함량이 낮다고 알려져 있다(Lee 등, 2006; Seo 등, 1995). 간장을 첨가하여 제조된 유화형 소시지의 관능적 기호도를 평가한 결과, 동일한 염 농도에서 발효간장을 1% 첨가하였을 때 관능적 기호도가 우수한 소시지의 제조가 가능하다(Kim

등, 2015). 유화형 소시지 제조에서도 양조간장이 전통 한식간장보다 풍미 개선효과가 더 좋다고 알려져 있다(Kim 등, 2015).

발효간장에는 15-20%의 소금과 짠맛을 더해주는 천연 물질이 함께 함유되어 있어 발효간장의 풍부한 맛과 향을 이용한 저나트륨 식육가공품의 제조가 가능하다. 이 천연 물질은 펩타이드 계열로 발효간장의 숙성기간 중 자연적으로 생성된다고 알려져 있다(동아일보, 2013). 이러한 이유로 식품산업계는 발효간장이 나트륨 저감화를 위한 핵심 조미료로 주목하고 있다. 실제로 간장을 활용한 저염식 개발에 관한 연구에서 여타 품질에 영향을 미치지 않고 샐러드드레싱에서 약 50%, 스프에서 17% 그리고 돈육 볶음요리에서 29%의 소금 첨가량을 감소시킬 수 있다고 평가된 바 있다(Kremer 등, 2009). 대표적 유화형 소시지인 프랑크푸르터(fränkfurter)에서는 발효간장을 이용하여 품질저하 없이 소금 첨가량을 20% 감소시킬 수 있고, 염 대체제(salt replacer)로 흔히 사용되는 염화칼륨(potassium chloride)과 병용하여 최대 35%까지 소금 첨가량을 줄일 수 있다(McGough 등, 2012). 비록 현대의 식육가공 기술은 소금을 중심으로 발전되어 왔지만, 향후 발효간장 활용에 기초한 식육 가공기술을 개발한다면 다양한 식육가공품류에서 나트륨 저감화에 기여도가 클 것으로 예상된다.

(4) 미생물 스타터

살라미와 같은 발효소시지에서 발효에 관여하는 미생물 균주인 스타터 컬처(starter culture)의 선택은 제품의 품질을 결정하는 중요한 요인이다. 발효과정 중 식육에서 자연적으로 발생된 미생물 균주를 이용하는 경우도 있지만 상업적 생산을 위해 이미 효과가 알려진 유산균 제품을 접종하는 경우가 일반적이다. 최근 발효간장에 존재하는 유산균을 이용하여 발효소시지를 제조하기 위한 노력이 시도된 바 있다(Yoo 등, 2016). 별도의 스타터 컬처를 첨가하지 않고도 원료육 대비 2%의 시판 발효간장을 첨가하여 36일간 숙성시킨 결과 *Lactobacillus plantarum*종을 접종하여 생산된 발효소시지와 비교하여 이화학적 및

미생물학적 특성에서 차이가 없는 발효소시지의 생산이 가능하다고 보인다(Yoo 등, 2016). 향후 발효간장에 존재하는 유산균종에 대한 체계적인 탐색을 통해 발효간장 유산균을 이용한 다양한 발효육제품의 개발이 가능할 것으로 기대된다.

III. 결 론

발효간장을 활용한 식육가공품의 품질과 기능성 향상에 있어 무엇보다 중요한 점은 균일한 품질의 발효간장을 확보하는 것에서 시작된다. 앞서 소개드린 바와 같이 현재 발효간장을 첨가하여 기대할 수 있는 품질개선 효과는 연도개선, 지방산화 억제, 관능적 기호도 향상 및 나트륨 저감화 효과 등이 있다. 이러한 품질개선 효과를 위해서는 일정 수준 이상의 발효간장이 첨가되어야 한다. 그러나 현재로서 발효간장의 높은 염 농도, 어두운 색에 의한 색도 저하 문제 및 발효 미생물 생육에 따른 제품 유통기한 저하 등은 식육가공품에서 그 활용을 제한하는 요인들

이다. 따라서 발효간장을 보다 적극적으로 식육가공품에 활용하기 위해서는 식육가공품 제조에 적합한 식육가공용 발효간장의 개발이 필요하다고 판단된다. 나아가 발효간장의 건강 기능적 효과를 부여한 기능성 식육가공품 제조를 위해서는 발효간장에 함유된 기능성 물질의 명확한 효과 규명과 식육가공품 내에서 해당 성분의 안정성이 확보되어야 할 것이다. 현재로서는 우리에게 친숙한 발효간장을 식육가공 분야에서 보다 전략적으로 사용하기 위해 기존의 레시피에 발효간장을 첨가하여 제품의 성상 변화를 파악해 보거나 발효간장을 염지소재로 활용할 수 있는 신가공기술 개발 등의 다각적인 노력이 필요하다.

감사의 글

본 원고는 2017년도 한국연구재단 생애 첫 연구사업(No. 2017R1C1B5076663)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ann, Y. G. and Woo, N. (2012) A study on the classified Jang (fermented soybean) in Goryeo and Chosun dynasty period. *Korean J. Food & Nutr.* **25**, 460–482.
- Benjamin, H., Storkson, J., Nagahara, A., and Pariza, M. W. (1991) Inhibition of benzo[a]pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by dietary soy sauce. *Cancer Res.* **51**, 2940–2942.
- Choi, J. M., Lee, C. B., and Kim, H. S. (2016) Quality characteristics of soy sauces by various manufacturing methods. *Culi. Sci. & Hos. Res.* **22**, 57–65.
- Faustman, C., Sun, Q., Manicini, R., and Suman, S. P. (2010) Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Sci.* **86**, 86–94.
- Kataoka, S. (2005) Functional effects of Japanese style fermented soy sauce (shoyu) and its components. *J. Biosci. Bioeng.* **100**, 227–234.
- Kim, H. W., Choi, Y. S., Choi, J. H., Kim, H. Y., Hwang, K. E., Song, D. H., Lee, S. Y., Lee, M. A., and Kim, C. J. (2013b) Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. *Meat Sci.* **95**, 641–646.
- Kim, H. W., Choi, Y. S., Choi, J. H., Kim, H. Y., Lee, M. A., Hwang, K. E., Song, D. H., Lim, Y. B., and Kim, C. J. (2013a) Tenderization effect of soy sauce on beef M. biceps femoris. *Food Chem.* **139**, 597–603.
- Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Kim, Y. J., Ham, Y. K., Yeo, E. J., Jeong, T. J., Choi, Y. S., and Kim, C. J. (2015) Effect of soy sauce type on the quality characteristics of emulsion sausages. *Food Sci. Biotechnol.* **24**, 1309–1315.

9. Kim, J. G. (2004) Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of Korean traditional soy sauce –Amino nitrogen, amino acids, and color. *Kor. J. Env. Hlth*, **30**, 22–28.
10. Kim, J. S., Moon, G. S., and Lee, Y. S. (2006) Chromaticity and brown pigment patterns of soy sauce and Uhyukjang, Korean traditional fermented soy sauce. *Korean J. Food Cookery Sci*, **22**, 642–649.
11. Kim, Y. A. and Kim, H. S. (1996) Consumption pattern and sensory evaluation of Korean traditional soy sauce and commercial soy sauce. *Korean J. Soc. Food Sci*, **12**, 280–290.
12. Kinoshita, E., Yamakoshi, J., and Kikuchi, M. (1993) Purification and identification of an angiotensin I–convertin enzyme inhibitor from soy sauce. *Biosci. Biotech. Biochem*, **57**, 1107–1110.
13. Kobayashi, M., Matsushita, H., Yoshida, K., Tsukiyama, R. I., Sugimura, T., and Yamamoto, K. (2004) In vitro and in vivo anti–allergic activity of soy sauce. *Int. J. Mol. Med*, **14**, 879–884.
14. Kremer, S., Mojet, J., and Shimojo, R. (2009) Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. *J. Food Sci.*, **74**, S255–S262.
15. Lee, S. M., Seo, B. C., and Kim, Y. S. (2006) Volatile compounds in fermented and acid–hydrolyzed soy sauces. *J. Food Sci*, **71**, C146–C156.
16. Lomiwes, D., Farouk, M. M., Wiklund, E., and Young, O. A. (2014) Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: A review. *Meat Sci*, **96**, 26–40.
17. Masuda, S., Hara–Kudo, Y., and Kumagai, S. (1998) Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in soy sauce, a fermented seasoning. *J. Food Protect*, **61**, 657–661.
18. McGough, M. M., Sato, T., Rankin, S. A., and Sindelar, J. J. (2012) Reducing levels in frankfurters using naturally brewed soy sauce. *Meat Sci.*, **91**, 69–78.
19. Moon, G. S. and Cheigh, H. S. (1987) Antioxidative characteristics of soybean sauce in lipid oxidation process. *Korean J. Food Sci. Technol*, **19**, 537–542.
20. Nam, K. C., Jo, C., and Lee, M. (2010) Meat products and consumption culture in the East. *Meat Sci*, **86**, 95–102.
21. Seo, S. H., Hwang, I. K., Yang, H. S., and Lee, H. J. (1995) Studies on the odor components and sensory characteristics of Korean traditional soy sauces. *Korean Soybean Dig*, **12**, 21–32.
22. Son, K. H., Lee, H. J., Park, H. K., and Park, O. J. (1998) Studies on taste compound content and research on condition of consumer attitude to traditional Korean soy sauce with varying Meju and fermentation jars. *Korean J. Soc. Food Sci*, **14**, 463–467.
23. Tsuchiya, H., Sato, M., and Watababe, I. (1999) Antiplatelet activity of soy sauce as functional seasoning. *J. Agric Food Chem*, **47**, 4167–4174.
24. Tsuji, R. F., Hamano, M., Koshiyama, I., and Fukushima, D. (1987) Conditioning of meat with raw soy sauce and its proteinases: their effects on the quality of beef. *J. Food Sci.*, **52**, 1177–1179, 1185.
25. Wang, H., Jenner, A. M., Lee, C. Y. J., Shui, G., Tang, S. Y., Whiteman, M., Wenk, M. R., and Halliwell, B. (2007) The identification of antioxidant in dark soy sauce. *Free Rad. Res*, **41**, 479–488.
26. Yang, Y., Ye, Y., Pan, D., Sun, Y., Wang, Y., and Cao, J. (2017) Metabolomics profiling of marinated meat in soy sauce during processing. *J. Sci. Food Agric*. DOI: 10.1002/jsfa.8596.
27. Zhang, W., Maheswarappa, N. B., Jo, C., Sakata, R., Zhou, G., Banerjee, R., and Nishiumi, T. (2017) Technological demands of meat processing—An Asian perspective. *Meat Sci*, **132**, 35–44.
28. Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., and Ahn, D. U. (2010) Improving functional value of meat products. *Meat Sci*, **86**, 15–31.
29. 동아일보. 짬뽕 2.5배 높이는 천연물질 발견. <http://news.donga.com/3/all/20130403/54158202/1>. Accessed Sep. 30, 2017.
30. 식품공전. 2017. 식품 및 식품첨가물공전. http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=32. Accessed Sep. 30, 2017.
31. 한국경제. 설탕, 스페인서 '간장 요리'선보인다. <http://news.hankyung.com/article/2013011417371?nv=o>. Accessed Sep. 30, 2017.