



육가공품의 저염화 기술

Sodium reduction in meat products

임현정 · 양한솔*

Hyun-Jung Lim and Han-Sul Yang*

경상대학교 응용생명과학부

Division of Applied Life Science(BK 21 plus), Gyeongsang National University

I. 서론

육가공품 제조에 사용되는 식염은 강한 삼투압과 더불어 수분활성도를 감소시켜 보존성을 향상시키고(Lazarides *et al.*, 1995), 수분과 지방의 결합력을 증진시켜 가열시 안정적인 겔화를 유도하여 최종 제품의 조직감을 개선시킨다(Terrell, 1983). 그러나 최근 육가공품에 대한 보존제의 사용, 지방 및 나트륨 과다, 발색제 사용 등의 부정적인 인식이 높아지면서 건강 기능적 육제품 개발이 요구되며 기능성 육제품의 제조를 위해 식염과 지방 및 콜레스테롤 등의 감소가 요구된다(표 1). 특히 식염의 경우, 과잉 섭취는 고혈압과 연계된 여러 심장질환과 뇌졸중의 위험에 노출되게 된다. 따라서 이를 방지하기 위해 세계보건기구(WHO, 1990)는 소금의 일일 권장량을 5~6 g으로 제한하고 있다. 또한 최근 선진국에서는 식품에 첨가된 식염 함량을 표시기준 항목에 명시하거나 식품에

표 1. 기능성 육가공품의 향후 방향

Control and Reduction
Sodium chloride
Fat
Cholesterol
Allergens (Vegetable & Egg products)
Biogenic amines
Modification
Fatty acid
<i>n-6: n-3</i> PUFA
Addition
Vegetable oils & Fish oils
Plant-based proteins
Natural extracts
Vitamins & Minerals
Plant sterols
Probiotic lactic acid bacteria
Phytate

Corresponding authors: Han-Sul Yang
 Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju
 Gyeongnam, 660-701, Korea
 Tel: 82-55-772-1948
 Fax: 82-55-772-1948
 E-mail: hsyang@gnu.ac.kr

첨가되는 식염 양에 따라 고염, 식염 저감화 또는 저염 등으로 표시 기준을 구분하는(FDA, 2008) 등 식품에 첨가되는 식염함량을 줄이기 위한 노력들이 진행되고 있다.

하지만 육가공품에서의 낮은 식염 함량은 염용성단백질 추출성이 낮아 제조 공정 중 수분을 보유하는 능력이 떨어지고, 식염 농도 저하는 미생물학적 안전성에 대한 우려가 제기되곤 한다(Yoon, 2013). 또한 기존의 첨가한 식염의 함량을 줄이면서 기호성과 품질을 유지시키기 어렵다. 따라서 건강 기능성 육제품에 대한 사회적 요구와 필요성에 대해 공감하면서도 육제품의 품질 즉 저장성과 관능적 특성을 유지하기 위해서는 적절한 식염 함량이 필수적이다(Keeton, 1994; Lee and Chin, 2009).

그러므로 저염 육제품 제조를 위해 가공 공정 중 수분 결합력을 유지할 수 있는 염용성단백질을 대체할 수 있는 물질의 탐색, 천연물질을 활용한 식염 및 나트륨 대체 가능성 및 한국형 전통장류를 활용한 식염 및 나트륨 저감화 방안 등을 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. 육가공에서 소금의 첨가 효과

2010년 현재 우리나라 돈육생산량 대비 육제품 가공 비율이 19% 내외로 현저히 낮고(표 2), 연간

표 2. 국내 돈육 생산량 대비 육제품 가공 비율

연도	돈육 생산량 (톤)			육제품 생산량 (톤)	가공 비율 (%)	판매량 (천불)
	수입	국내	전체			
2006	210,555	665,300	875,855	164,823	18.8	164,823
2007	247,403	693,300	940,703	165,853	17.6	156,568
2008	214,289	712,700	926,989	162,927	17.6	161,560
2009	209,838	725,000	934,838	158,975	17.0	157,792
2010	179,491	761,100	940,591	180,639	19.2	178,491

자료 : 한국육가공협회(2010)

1인당 육가공품 소비량 또한 일본(6.5 kg), 미국(42 kg)에 비해 3.8 kg의 낮은 소비량(축산물품질평가원, 2012)에도 불구하고 육가공품에 포함되어 있는 동물성 지방과 식염(NaCl)은 소비자들이 육가공품을 기피하게 되는 원인으로 작용한다. 그러나 육가공품에서의 소금의 chloride(Cl⁻)이온은 +전하를 가진 활성기에 강하게 결합함으로써 근섬유간의 간격을 넓히고 결과적으로 물분자가 존재할 수 있는 공간을 확장시켜 보수력을 향상시킨다(Hamm, 1972). 식육으로부터 근원섬유단백질(염용성단백질)을 추출하여 결합력을 증가시켜 최종 제품의 품질 향상에 기여한다(Marsh, 1983). 소금 첨가는 제품의 다즙성을 증가시키며, 식감 증가, 단맛 증진 및 좋지 않은 풍미 상쇄 등 제품의 전체적인 풍미 증진에 기여한다(Matulis et al., 1995). 또한 소금의 첨가는 육표면의 탈수에 의해 삼투압을 증가시켜 미생물의 발육을 억제한다.

2. 저염 육가공품 제조

미국심장협회(American Heart Association) 및 세계보건기구(World Health Organization) 등 식품 섭취에 대한 권고와 함께 웰빙(Well-being)과 건강 지향적 생활방식은 건강 기능성 식품에 대한 높은 관심뿐만 아니라 식품 첨가물에 대한 관심과 제도적 보완이 불가피하게 되었다. 따라서 많은 나라들에서 저염 육제품의 요구가 높아짐과 동시에 육제품에 식염 함량을 줄이기 위한 많은 연구가 수행되었다.

최근 육가공품 시장 경향은 저염 육가공품 생산이 꾸준히 증가되고 있는데 이러한 결과는, 낮은 농도보다 높은 농도의 식염 함량에 노출되었을 때 미생물 사멸률이 높다는 Michael and Debra(1982)의 보고와 같이 미생물학적 안전성이 고려되어야만 가능하다. 그러나 천연물질을 이용한 저염 육가공품의 미생물 안전성 확보가 가능하며(Kim et al., 2008), 제품의 품질에 영향 없이 식염을 25%까지 줄일 수 있다(Olson, 1982). 또한 첨가된 식염의 1.4% 정도를 인산염으로 대체하였다(Ruusunen et



al., 1999). 따라서 저염 육제품을 통해 섭취되는 식염 함량을 줄일 수 있으며, 육제품에서의 식염 함량 감소는 최종적으로 나트륨 섭취를 감소시킨다. 따라서 이러한 육제품에서의 식염 및 나트륨 함량을 줄이는 연구는 첨가되는 식염 함량을 줄이거나(1), 염화나트륨(chloride salt; KCl, CaCl₂, MgCl₂)을 전체 또는 부분적 대체(2), 인산염과 같은 비염화나트륨(non-chloride salt)을 이용한 대체, 제조공정 변화 및 새로운 제조기술을 통한 품질 개선(3), 마지막으로 이들 모두의 종합적인 접근(4) 등이 꾸준히 인식되고 있다(Sofos, 1984; Ruusunen and Puolanne, 2005).

기존의 유사한 조직감을 유지하면서 나트륨 함량을 줄이기 위한 방법 중 하나로 인산염의 육제품 내 보수력 증진은 식염의 사용량을 줄일 수 있으며(Ruusunen and Puolanne, 2005), 저염 육제품에 젖산나트륨이나 젖산칼륨의 사용은 기호성을 향상(Pszczola, 1999) 및 저장성 증진(Chin and Ahn, 2005)을 가져온다. 또한 수분과 결합을 통해 겔을 형성하는 친수성 콜로이드의 사용은 저염 육제품의 보수성과 조직감을 개선시킨다(Lee and Chin, 2009). Su 등(2000)은 프랑크 소시지의 비육류단백질 sodium caseinate 2.5% 첨가는 식염첨가량의 2.5%까지 감소시킬 수 있음을 보고하였다. 저단백질 간의 상호작용을 촉매하는 미생물 유래 효소(microbial transglutaminase, MTGase)의 사용 및 식염 함량 저감화를 위한 분리대두단백질의 사용(Lee et al., 2006) 등이 보고되었다.

3. 육가공품 내 소금(sodium)의 전체 또는 부분적 대체 효과

육제품 내 식염의 염도 지각(인지)은 양이온인 Na⁺와 함께 음이온인 Cl⁻이 알맞게 인식될 수 있게끔 한다(Miller and Barthoshuk, 1991). NaCl은 풍미 개선제로서 육제품의 풍미 증진에 기여한다. 지각된 염도와 풍미의 강도는 육제품내의 NaCl 함량에 의존한다(Crehan et al., 2000). 또한 식염은 수분과 지방의 결합력 증진 및 수분활성도를 낮추

어 보존성을 향상시키는 등 육제품 제조에 필수적으로 사용된다. 그러나 건강상의 문제로 NaCl의 저감 및 대체 가능성이 제기되었고(Terrell, 1983), 분쇄 육제품의 NaCl 첨가는 조직감 증진, 풍미 강화 및 저장성 증진 목적으로 여전히 0~2% 수준에서 사용되고 있으나, 대부분의 분쇄 육제품에서 NaCl의 사용 수준을 1% 이하로 유지하고 있다(Ruusunen and Puolanne, 2005). 또한 KCl, CaCl₂, MgCl₂ 등 다른 염을 통해 나트륨의 사용량을 줄이거나 대체함이 가능하게 되었다.

이와 관련된 연구로는 Gelabert 등(2003)이 발효 소시지에 첨가된 2.6%의 NaCl 함량에서 KCl, potassium lactate 및 glycine으로 각각 10, 20, 30, 40%씩 대체하였고, NaCl을 KCl로 25, 33, 50% 대체하였을 때 돈육 패티의 적색도, 황색도 및 지방 산패도가 감소하였다(Cheng et al., 2007). 또한 Tan과 Sheleff(2002)는 냉장 및 냉동 분쇄 돈육에서 sodium lactate 및 potassium lactate를 2% 기준으로 첨가하면 미생물 성장을 억제하고, NaCl과 혼합하면 부패를 억제하는데 효과적임을 보고하였다. 그러나 KCl의 첨가는 쓴맛(bitter taste)을 보여 제한적이며(Askar et al., 1994), potassium lactate는 제품의 저장성 향상 및 풍미 증진에 효과적이거나 쓴맛을 보여 관능적 특성이 떨어진다고(Brewer et al., 1991). CaCl₂ 또한 식염 및 나트륨 대체제로 육제품에 사용되었다(Aliño et al., 2010). 칼슘이온은 식육단백질에 작용하여 육제품의 조직감을 개선시키고(Pérez-Mateos and Montero, 2002) 영양학적 가치를 향상시키거나(Cáceres et al., 2006), 유화형 소시지에서 CaCl₂의 첨가는 가열감량을 감소시키거나 유화안정성 또한 감소시킨다(Horita et al., 2011). 따라서 식염의 전체 또는 부분적 대체시 육제품의 품질 개선 방안 또한 연구되어야 할 것으로 판단된다.

4. 저염 육가공품의 품질 개선 방안

저염 육제품의 품질 개선을 위한 여러 방법들 중 식품의 물성 증진과 안정성 유지를 목적으로 사용되고 있는 친수성 콜로이드는 그 활용도가

매우 넓다. 이러한 콜로이드의 종류에는 단백질류, 전분류, 검류 등 다양하며, 물과 결합하여 점성용액이나 겔을 형성한다. 특히 친수성 콜로이드와 식육단백질의 상호결합 특성에 관한 연구(Chin and Chung, 2002)뿐만 아니라, 우유단백질 중 sodium caseinate의 유화제로서의 가능성이 제기(Van den Hoven, 1987)된 이후 저염화시킨 프랑크푸르트트의 보수력 증진에 영향을 주는 sodium caseinate 첨가 효과(Su *et al.*, 2000) 등 다양한 연구가 선행되었다. 따라서 식염 첨가량의 저감으로 인한 보수력, 조직감 및 풍미 등의 품질 저하를 방지하거나, 여러 친수성 콜로이드를 통하여 열에 안정한 겔을 형성하여 보수력 및 조직감을 개선시켜 품질 증진이 가능하다.

한편, 유청단백질(whey protein isolate)은 점성 및 보수력을 증가시켜 유화형 육제품 제조시 식

염을 감소시킬 수 있는 가능성이 확인되었으며, Konjac flour, 카라기난 및 Mungbean flour 또한 식염 저감화가 가능하다(Lee and Chin, 2006). 최근에는 돈육 모델소시지에 관한 연구(Lee and Chin, 2009; Lee and Chin, 2013)에서 MTGase 사용 유무 및 도토리 및 녹두가 보수력과 조직감을 개선시키는 효과가 있음을 보고하였다.

식품에서의 MTGase 사용은 식품의 물리적 특성 중 단백질과 결합하여 겔을 형성하여 점도, 경도와 탄력성을 증진시킨다. 육가공품에서도 MTGase 사용은 단백질과 그물망 구조를 형성하여 제조된 제품의 탄력성을 증가시키고, 결합성을 증진시킨다. 따라서 식염의 저감 측면에서의 선행연구 결과, Kuraishi 등(2001)은 MTGase를 이용하여 식염이나 인산염의 첨가량을 저감화하는 육가공품 제조가 가능하다고 보고하였다. 이는 MTGase를 이

표 3. 식염 및 나트륨(Sodium) 저감에 관한 최근 연구

연구 주제	대체/첨가 물질	참고문헌
소금(NaCl)을 된장, 간장 또는 고추장으로 대체한 우육포의 조직적 및 관능적 특성	전통장류 (된장, 간장, 고추장)	Lim <i>et al.</i> (2012)
단감분말 첨가 유형에 따른 저염 미트패티제품의 저온저장 중 품질특성	단감분말	Kim <i>et al.</i> (2008)
NaCl, KCl, Potassium lactate와 calcium ascorbate의 첨가가 저장 중 저염 돈육 패티의 이화학적 특성과 관능 특성에 미치는 영향	KCl Potassium lactate Calcium ascorbate	Moon <i>et al.</i> (2008)
녹두가루, 도토리 및 transglutaminase 첨가 유형에 따른 돈육 소시지의 조직적 및 이화학적 특성	녹두가루 도토리 Transglutaminase	Lee and Chin (2013)
락토페린을 첨가한 저지방/저염 소시지의 품질 및 <i>Escherichia coli</i> O157:H7에 대한 항균활성에 미치는 효과	락토페린 (당단백질)	Lee and Chin (2006)
흑마늘 첨가 저염/저지방 미트볼의 냉장저장 중 품질변화	흑마늘	Jin <i>et al.</i> (2010)
홍삼 추출물 첨가 저염/저지방 돈육 소시지의 품질 특성에 미치는 영향	홍삼추출물	Kim <i>et al.</i> (2011)
Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content	KCl k-lactate	Guardia <i>et al.</i> (2006)
Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties	Phosphate	Ruusunen <i>et al.</i> (2005)
Effect of high pressure processing on the gel properties of salt-soluble meat protein containing CaCl ₂ and K-carrageenan	CaCl ₂ , K-carrageenan	Ma <i>et al.</i> (2013)
Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds	Edible seaweeds	Lopez-Lopez <i>et al.</i> (2009)



용하여 육 입자와 결합함으로써 기존의 식염이나 인산염 첨가 제품과 유사한 조직감과 품질 특성을 보여, 저염 육가공품 생산이 가능함을 말한다. 또한 저염 조건에서 인산염의 첨가는 가열수율 저하를 방지하고 MTGase 첨가를 통하여 돈육 목심 세절육의 조직감을 증진시켰다(Kim and Chin, 2010). Tseng 등(2000)은 pig plasma transglutaminase (TGase)의 첨가는 저염 닭고기 meat-ball의 육색변화 없이 수율과 겔 강도가 증가됨을 보고하였다.

최근 들어 해초류는 조직감 개선제(texturing agents)뿐만 아니라, 칠면조 패티, 돈육소시지 및 재구성육 등 해초류에서 추출한 오일 또한 육가공품 제조에 활용되고 있다(Lee et al., 2006). 또한 육가공품 제조를 위한 해초류의 첨가수준(Chun et al., 1999) 및 해초류의 종류에 따른 겔/유화력 특성 차이 등도 선행되었다(Cofrades et al., 2008). 따라서 해초류를 활용한 저염 육가공품 제조에 관한 연구에서 식용 해초류(Sea spaghetti, Wakame 및 Nori)의 첨가는 나트륨 함량을 감소시킬 뿐만 아니라, 불포화지방산(*n*-3) 및 K, Ca, Mg, Mn의 무기물 함량을 증가시키며, 특히 폴리페놀 함량이 높아 항산화에 효과적이다(López-López et al., 2009). 그러므로 저염 육가공품 제조를 위하여 첨가되는 여러 첨가물들은 육가공품의 형태 및 특성에 따라 안정적인 품질 특성을 유지하는 것이 가장 중요하다 판단된다.

5. 저염 육가공품의 미생물학적 안전성 확보 방안

다양한 경로를 통해 식육 및 육가공품은 오염된다. 특히 부패균 및 병원성균 또한 육가공품에서 생장이 가능하다. 이러한 미생물의 성장 억제 및 기호성 증진을 위하여 육가공에서 식염을 첨가하였다. 특히 육제품에서 2.5~3.0%가량 사용되고 있는 식염은 수분과 지방의 결합력을 높여 가열시 안정적인 겔화를 유도한다. 반면, 식염의 과잉 섭취는 인체의 건강에 문제 시 되기에 저염을 이용한 육가공품의 개발 및 소비를 위한 노력이 요구된다.

그러나 식염을 줄이면 육가공 제품의 조직감 및 풍미가 감소하고, 수분활성도를 감소시키지 못하여 저장성이 떨어지며, 염도가 감소함에 따라 식중독균을 비롯한 미생물학적 위험성이 증가한다(Lazarides et al., 1995). 따라서 저염 육가공품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 방안으로 가장 관심이 높은 것이 천연물질의 활용 방안이다. 천연소재에서 얻은 첨가제 및 항균제의 사용은 화학적 첨가제의 저감화라는 의미에서 또한 소비자의 부담감을 유발하지 않으면서 저장성 향상과 안전성 확보라는 두 가지 측면에서 중요시되고 있다. 이러한 천연물질을 활용한 선행연구로는 키토산, 자몽추출물, 마늘, 양파, 젖산나트륨, 락토페린 등의 항균효과가 보고되었는데, Kim 등(2008)은 NaCl:KCl=7:3의 비율로 혼합 제조된 미트볼에 단감 분말 첨가는 저장 8일까지 총균수 4.6 log CFU/g 수준으로 유지하며, 1% 이내의 저염 소시지에 홍삼추출물 첨가시 낮은 총균수 및 지방산패도를 나타내었다(Kim et al., 2011). 또한 TMGase(Lee and Chin, 2009), 흑마늘(Jin et al., 2010) 및 락토페린(Lee and Chin, 2006)이 저염 소시지의 품질 및 *E. coli*에 대한 항균활성을 보고하였다.

한편, 식염을 KCl, potassium lactate, calcium ascorbate를 활용하여 각각 40, 30, 20%의 대체만으로도 지방산패도 및 총균수를 감소시켰다(Moon et al., 2008). 따라서 식염 함량 감소에 의해 발생할 수 있는 미생물학적 안전성에 대한 검토와 확보기술 개발이 필요하며, 특히 항균활성을 지닌 천연물질의 사용은 세균 성장 등 품질손상의 원인으로 부터 저염 육가공품의 미생물학적 안전성 확보가 가능하리라 판단된다.

6. 저염 육가공품 제조를 위한 전통 장류 활용 방안

우리나라 전통장류는 기본적으로 소금이 첨가되나, 발효식품으로서 펩수아미노산, 지방산, 유기산, 미네랄 및 비타민류 등의 영양소를 함유하며(Gibbs et al., 2004), 전통장류인 고추장, 간장 및 된장은 전분의 분해로 생성되는 유리당에 의한

표 4. 소금을 전통장류로 대체한 우육포의 관능평가

	대조구	된장 대체	간장 대체	고추장 대체
색	4.10±0.88 ^C	4.75±1.49 ^{BC}	5.57±1.40 ^{AB}	6.30±1.06 ^A
불쾌취	2.83±0.41	3.25±0.50	2.43±0.98	2.38±0.74
염도	6.63±0.74 ^A	4.13±0.99 ^B	5.00±1.15 ^B	5.00±1.00 ^B
조직감	5.44±1.01 ^{AB}	5.75±1.04 ^A	4.71±0.76 ^B	5.67±0.87 ^{AB}
종합적 기호도	5.17±0.41 ^{BC}	6.50±0.58 ^A	5.75±0.50 ^B	4.86±0.38 ^C

자료 : Lim *et al.* (2013)

단맛, 단백질로부터 분해된 유리아미노산에 의한 구수한 맛, 당을 발효하는 미생물의 대사산물인 유기산에 의한 신맛 등 여러 특유한 맛을 형성한다(Bang, 2004; Kwon, 2004). 특히 발효과정 중 미생물이 생산하는 2차 대사산물은 단백질 분해 활성과 항산화능, 항암 등의 면역증가와 혈압강하 및 향균효과 등 각종 생리활성이 보고되었다(Ahn *et al.*, 2006; Oh *et al.*, 2009).

한편 전통장류를 육가공품에 활용한 연구로는 돼지고기의 숙성을 위한 전통장류인 된장, 간장 및 고추장 이용(Jin *et al.*, 2004; Jin *et al.*, 2005)과 냉도체 및 온도체육을 이용한 우육포 제조에서 전통장류인 간장의 활용 가능성이 검증되었다(Han *et al.*, 2011). 특히 전통장류인 간장, 고추장 및 된장을 활용하여 육가공품에 소금의 대체가능성에 대한 연구 또한 진행되었는데(Lim *et al.*, 2013), 소금을 전통장류로 대체 시 염도를 낮추어 줄뿐만 아니라 기호성을 높이는 결과를 가져왔다(표 4). 이러한 결과는 전통장류를 활용하면 육가공품에 첨가되는 식염의 감소 및 대체가 가능할 것으로 판단된다.

III. 결론

결론적으로 건강 기능성 육가공품 제조와 맛물려 육가공품에서의 식염(sodium) 함량 감소는 전 세계적으로 경향이 매우 뚜렷하다. 따라서 본 연구에서는 이전 연구 결과들을 고찰하여 저염 육가공품 제조 가능성을 검토하였다. 기존의 일반적인 식염 첨가에 의한 조직감 및 관능적 특성 증

진 효과뿐만 아니라, 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 방안들이 필요하다. 즉, 기존의 KCl, CaCl₂, MgCl₂을 활용 및 기능성 물질을 이용한 저염 육가공품에서의 기존 제품과 유사한 품질 및 안전성을 확보하였다. 아울러 전통장류를 활용한 식염 대체 및 기호성 증진 효과에 대한 연구 결과는 새로운 저염화 기술을 제시하였다고 판단된다.

참고문헌

- Ahn, Y. S., Kim, Y. S., and Shin, D. H. (2006) Isolation, identification and fermentation characteristics os bacillus sp. with high protease activity from traditional cheonggukjang. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 82-87.
- Alino, M., Grau, R., Fuentes, A., and Barat, J. M. (2010) Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *J. Food Engineering* **99**, 198-205.
- Askar, A., El-Samahy, S. K., and Tawfik, M. (1994) Pasterna and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft* **73**, 289-292.
- Bang, H. Y., Park, M. H., and Kim, G. H. (2004) Quality characteristics of kochujang prepared with paecilomyces japonica from silkworm. *Korean. J. Food Sci. Technol.* **36**, 44-49.
- Brewer, M. S., Mc Keith, F., Martin, S. E., Dallmier, A. W., and Meyer, J. (1991) Sodium lactate effects on shelf-life, sensory and physical characteristics of fresh pork sausages. *J. Food Sci.* **56**, 1176-1178.
- Caceres, E., Garcia, M. L., and Selgas, M. D. (2006) Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Sci.* **73**, 368-377.
- Cheng, J. H., Wang, S. T., and Ockerman, H. W. (2007) Lipid oxidation and color change of salted pork patties. *Meat Sci.* **75**, 71-77.
- Chin, K. B., and Ahn, E. H. (2005) Evaluation of sodium lactate and potassium lactate on the quality characteristics and shelf-life of low-fat sausage during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. An.* **25**, 52-59.
- Chin, K. B., and Chung, B. K. (2002) Development of low-fat meat processing technology using interactions between meat proteins and hydrocolloids – I. Optimization of interactions between meet proteins and hydrocolloids by model study. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 438-444.
- Chun, S. S., Park, J. R., Park, J. C., Suh, J. S., and Ahn, C. B. (1999) Quality characteristics of hamburger patties added with seaweed powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 140-144.
- Cofrades, S., Lopez-Lopez, I., Solas, M. T., Bravo, L., and Jimenez-Colmenero, F. (2008) Influence of different types and



- proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Sci.* **79**, 767-776.
12. Crehan, C. M., Troy, D. J., and Buckley, D. J. (2000) Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Sci.* **55**, 123-130.
 13. FDA (2008) <http://www.fda.gov/>
 14. Gelabert, J., Gou, P., and Arnau, J. (2003) Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausage. *Meat Sci.* **65**, 833-839.
 15. Gibbs, B. F., Zougman, A., Masse, R., and Mulligan, C. (2004) Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food Res. Int.* **37**, 123-131.
 16. Gurdía, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., and Arnau, J. (2006) Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Sci.* **73**, 484-490.
 17. Hamm, R. (1972) *Kolloidchemie des Fleisches*. Berlin and Hamburg: Paul Parey, 222.
 18. Han, D. J., Lee, E. S., Lee, S. K., and Kim, C. J. (2011) Effects of hot boning and soy sauce on the processing properties of semi-dried beef jerky. *Korean J. Food Sci. An. Resour.* **31**, 497-505.
 19. Horita, C. N., Morgano, M. A., Celeghini, R. M. S., and Pollonio, M. A. R. (2011) Physicochemical and sensory properties of reduced fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium, and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Sci.* **89**, 426-433.
 20. Jin, S. K., Kim, C. W., Lee, S. W., Song, Y. M., Kim, I. S., Park, S. K., Hah, K. H., and Bae, D. S. (2004) Quality characteristics of fermented pork with Korean traditional seasonings. *J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 217-266.
 21. Jin, S. K., Kim, I. S., Hah, K. H., Hur, S. J., Park, K. H., Lyou, H. J., and Bae, D. S. (2005) Change of qualities in vacuum packed fermented pork using a Korean traditional seasoning during storage. *J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 39-48.
 22. Jin, S. K., Kim, I. S., Jeong, J. Y., Kang, S. N., and Yang, H. S. (2010) Quality characteristics of low-salt and -fat meatball added black garlic (*Allium sativum* L.) during cold storage. *Korean J. Food Sci. An.* **30**, 1031-1037.
 23. Keeton, J. T. (1994) Low-fat meat products – technological problems with processing. *Meat Sci.* **36**, 261-276.
 24. Kim, H. S., and Chin, K. B. (2010) Evaluation of textural properties of low-salt pork shoulder comminuted meats with transglutaminase under phosphate combination. *Korean J. Food Sci. An.* **30**, 298-304.
 25. Kim, I. S., Jin, S. K., and Ha, C. J. (2008) Effects of sweet persimmon powder type on quality properties of low salted pork patties during cold storage. *J. Anim. Sci. Technol.* **50**, 133-144.
 26. Kim, I. S., Jin, S. K., and Kang, S. N. (2011) Effect of red ginseng extracts on the qualities of low salt and low fat pork sausage. *Korean J. Food Sci. An.* **31**, 588-595.
 27. Kuraishi, C., Yamazaki, K., and Susa, Y. (2001) Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Rev. Int.* **17**, 221-246.
 28. Kwong, D. J. (2004) Quality improvement of Kochujang using *Cordyceps* sp. Korean. *J. Food Sci. Technol.* **36**, 81-85.
 29. Lazarides, H. N., Katsanidis, E., and Nickolaidis, A. (1995) Mass transfer kinetics during osmotic pre-concentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Engineering.* **25**, 51-166.
 30. Lee, H. C., and Chin, G. B. (2006) Product quality of low-fat/salt sausages containing lactoferrin and antimicrobial activity against *Escherichia coli* O157:H7. *J. Anim. Sci. Technol.* **48**, 575-586.
 31. Lee, H. C., Hwang, J. S., and Chin, K. B. (2006) Product quality of loin hams manufactured with various salt levels. Proceed. 52nd Int. Cong. Meat Sci. Technol., Dublin, Ireland, pp. 427-428.
 32. Lee, H. C., and Chin, K. B. (2009) Effect of transglutaminase, acorn, and mungbean powder on quality characteristics of low-fat/salt pork model sausages. *Korean J. Food Sci. An.* **29**, 374-381.
 33. Lee, H. C., and Chin, K. B. (2013) Effects of mungbean flour level in combination with microbial transglutaminase on physicochemical and textural properties of low salt pork model sausages. *Korean J. Food Sci. An.* **33**, 221-228.
 34. Lim, H. J., Jung, E. Y., Kim, G. D., Joo, S. T., and Yang, H. S. (2012) Textural and sensory properties of beef jerky replaced salt with soybean paste, soy sauce, or red pepper paste. *J. Agric. Life Sci.* **44**, 97-104.
 35. Lim, H. J., Jung, E. Y., Kim, G. D., Joo, S. T., and Yang, H. S. (2013) Quality properties of beef jerky replaced salt with soy sauce, red pepper paste and soybean paste during storage. *Korean J. Food Sci. An.* **33**, 181-188.
 36. Lopez-Lopez, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Sanchez-Muniz, F., Cofrades, S., and Jimenez-Colmenero, F. (2009) Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Sci.* **83**, 492-498.
 37. Ma, F., Chen, C., Zheng, L., Zhou, C., Cai, K., and Han, Z. (2013) Effect of high pressure processing on the gel properties of salt-soluble meat protein containing CaCl₂ and k-carrageenan. *Meat Sci.* **95**, 22-26.
 38. Marsh, A. C. (1983) Processes and formulations that affect the sodium content of foods. *Food Technol.* **37**, 45-49.
 39. Matulis, R. J., McKeith, F. K., Sutherland, J. W., and Brewer, S. (1995) Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. *J. Food Sci.* **60**, 42-47.
 40. Michael, P. D. and Debra, J. R. (1982) Response of campylobacter

- jejuni to sodium chloride. *Appl. Environ. Microbiol.* **43**, 561-565.
41. Miller, I. J., and Barthoshuk, L. M. (1991) Taste perception, taste bud distribution, and spatial relationship. In Geychell, T. V., Doty, R. L., Barthoshuk, L. N., and Snow, J. B. (Eds.), *Smell and taste in health disease* (pp. 205-233). New York: Raven Press.
 42. Moon, S. S., Kim, T. Y., Jin, S. K., and Kim, I. S. (2008) Effects of sodium chloride, potassium chloride, potassium lactate and calcium ascorbate on the physico-chemical properties and sensory characteristics of sodium-reduced pork patties. *Korean J. Food Sci. An.* **28**, 567-573.
 43. Oh, J. H., Lee, B. J., Paik, H. R., Jung, S. C., Baik, K. S., and Choi, S. K. (2009) Isolation of bacteria from chunggukjang prepared by rice straw and identification of protease secreted. *J. Life Sci.* **19**, 397-402.
 44. Olson, D. G. (1982) Salt for processing probably can be cut by only one quarter. *The National Provisioner.* **17**, 7-10.
 45. Perez-Mateos, M. and Montero, P. (2002) Effects of cations on the gelling characteristics of fish mince with added nonionic and ionic gums. *Food Hydrocolloid.* **16**, 363-373.
 46. Pszczola, D. E. (1999) Ingredients that get to the meat of the matter. *Food Technol.* **53**, 62-74.
 47. Ruusunen, M., Sarkka-Tirkkonen, M., and Puolanne, E. (1999) The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked 'bologna-type' sausages. *J. Sensory Studies* **14**, 263-270.
 48. Ruusunen, M. and Puolanne, E. (2005) Reducing sodium intake from meat products. *Meat Sci.* **70**, 531-541.
 49. Ruusunen, M., Vainionpaa, J., Lyly, M., Lahteenmaki, L., Miemisto, M., Ahvenainen, R., and Puolanne, E. (2005) Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Sci.* **69**, 53-60.
 50. Sofos, J. N. (1984) Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods : a review. *J. Food Safety* **6**, 45-78.
 51. Su, Y. K., Bowers, J. A., and Zayas, J. F. (2000) Physical characteristics and microstructure of reduced fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins. *J. Food Sci.* **65**, 123-128.
 52. Terrell, R. N. (1983) Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technol.* **37**, 66-71.
 53. Tan, W. and Shelef, L. A. (2002) Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Sci.* **62**, 27-32.
 54. Tseng, T. F., Liu, D. C., and Chen, M. T. (2000) Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meatball. *Meat Sci.* **55**, 427-431.
 55. Van den Hoven, M. (1987) Functionality of dairy ingredients in meat products. *Food Technol.* **41**, 72-77, 103.
 56. WHO (1990) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Technical Report Series 797*, Geneva.
 57. Yoon, Y. H. (2013) Microbiological food safety of low sodium processed meat. *Safe Food.* **8**, 30-35.
 58. (사)한국육가공협회 (2010) <http://www.kmia.or.kr/>