식육가공 산업의 합성 첨가물 현황 및 대체 기술동향: 아질산염과 인산염 중심으로

Substitution and Technology Trend of Synthetic Additives in Processed Meat Industry: Nitrite and Phosphate

김태경, 구수경, 김영붕, 전기홍, 최윤상†
(Tae-Kyung Kim, Su-Kyung Ku, Young-Boong Kim, Ki-Hong Jeon, Yun-Sang Choi†)
한국식품연구원 식품가공기술연구센터
Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute

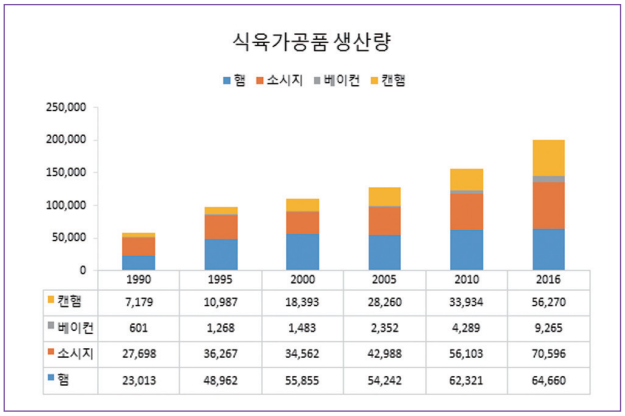
1. 서론

국내식품산업은 전략적인 연구개발(R&D)을 통하여 시장의 확대를 도모하고 있으며, 더불어 식품의 제조·가공 시 기술적인 효과를 위해 사용되는 식품첨가제의 개발 및 사용규모 또한 점차 증가하고 있다. 식품첨가물은 통상적으로 식품의 제조 및 가공 할 때 사용 목적에 따라 최소량으로 첨가되는 물질로 식품위생법 제2조에 따르면 "식품첨가물이란 식품을 제조, 가공, 조리 또는 보존하는 과정에서 감미, 착색, 표백 또는 산화방지 등을 목적으로 식품에 사용되는 물질을 말한다."로 정의하고 있다. 그러나 일반 소비자들은 식품첨가제에 대해서 막연히 "안전하지 않다"라고 인식하고 있으며, 과학적인 연구결과를 토대로 국제적으로 안전성이 입증되었음에도 불구하고 식품첨가물의 안전성에 대해 불안감을 갖고 있다. 특히 합성첨가물에 대한 유해성 논란이 지속됨에 따라 대체기술의 수요와 인기가 증가되고 있으며, 천연첨가제의 활용 또는 합성첨가물 무첨가 제품이 시장에서 선호되고 있다. 이를 바탕으로 식품산업에서는 '친환경', '유기농', '자연주의', 및 '무방부제'를 강조하는 새로운 콘셉트의 제품들을 출시하고 있다.

우리나라는 1996년부터 천연첨가제와 합성첨가제에 대한 구분을 시작하였으며, 현재까지 화학적 합성첨가제는 441건, 천연첨가물은 213건 등으로 합성첨가물이 천연첨가물보다 많은 비중을 차지하고 있다(식품의약품안전처, 2017). 그러나 식품의약품안전처에서 2017년부터 합성첨가물과 천연첨가물에 대한 구분을 없애고 31개의 품목별 사용목적만을 명시하도록 개편하여 합성과 천연의 구분이 어렵게 되었다. 유럽, 일본, 미국 등 선진국에서도 식품첨가물을 사용 목적에 따라 분류하고 있지만 현대인의 건강에 대한 관심이 증대되고 합성첨가물에 대한 부정적인

*Corresponding author: Yun-Sang Choi
Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute
1201-62, Anyangpanagyo-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13539, Korea
Tel: +82-31-780-9387
Fax: +82-31-780-9076
E-mail: kcys0517@kfri.re.kr

그림 1. 식육가공품 생산량 추이



	1990	1995	2000	2005	2010	2016
캔햄	7,179	10,987	18,393	28,260	33,934	56,270
베이컨	601	1,268	1,483	2,352	4,289	9,265
소시지	27,698	36,267	34,562	42,988	56,103	70,596
햄	23,013	48,962	55,855	54,242	62,321	64,660

(출처: 한국육가공협회, 2016; 단위: 톤, ton)

그림 2. 고대부터 첨가물을 사용하였음을 보여주는 2세기경 만들어진 무덤에서 출토된 벽화

(출처: Credit Skulpturensammlung, Dresden)

의식이 확산되면서 천연첨가물에 대한 연구와 소비자의 관심 또한 증가하고 있는 추세이다(Lee *et al.*, 2016).

일반적으로 식육가공품에 사용되는 식품첨가물은 발색제, 보존료, 산화방지제, 착색료, 향미증진제, 향료, 산도조절제 및 감미료 등이 있다. 최근 WHO 산하기관인 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서 발색제로 사용되는 아질산염을 1급 발암물질로 발표함에 따라 합성아질산염의 사용이 이슈로 제기되었으며, 식육가공품 소비에 있어 부정적인 요인으로 작용하고 있다. 이로 인해 합성아질산염을 대체할 수 있는 천연소재의 아질산염의 개발이 선진국에서 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 일부 연구결과 및 제품화가 이루어진 실정이다(Kim *et al.*, 2017). 또한 산도조절제로 쓰이는 인산염은 골다공증 및 골절 등 뼈 건강을 악화시키며 인의 과다섭취로 인해 미국인의 사망률이 증가하였다는 연구결과로 인해 아질산염과 더불어 식육가공품에 대한 부정적 인식확산의 원인으로 작용하고 있다(Alex *et al.*, 2014; Kemi *et al.*, 2006). 따라서 이를 대체할 수 있는 천연첨가물의 개발과 이용 및 소비자를 위한 정보 제공 등이 필요한 실정이다.

따라서 본문에서 식육가공 산업에 활용되고 있는 합성첨가물에 대한 정보를 정확하게 제공할 뿐만 아니라 합성첨가물의 대체 기술동향을 파악하여 산업적인 자료로 활용하고자 한다.

1. 식육가공품에 사용되는 식품첨가물

우리나라의 축산물위생관리법상 식육가공품이란 가축에 해당되는 동물의 식육을 원료로 하여 식품 및 식품 첨가물을 가하여 제조 및 가공한 것을 말하며 햄, 소시지, 베이컨, 건조 저장육, 양념육, 부분육 및 식용 소, 돼지기름 등이 이에 해당된다. 2015년 축산물 가공품의 생산실적은 25조 1,423억 원으로 그 중 식육가공품이 차지하는 비율은 약 70%(17조 5,802억 원)로 많은 부분을 차지하고 있다. 이에 따라 식육가공품에 사용되는 식육가공첨가물에 대한 연구의 필요성과 소비자의 관심 또한 증가하고 있다. 식육가공품에 사용되는 첨가물은 제품의 보존과 품질개선, 영양 강화, 관능적 특성의 향상 등을 목적으로 사용된다. 식육가공첨가물의 종류는 발색제, 보존료, 산화방지제, 착색료, 향미증진제, 향료, 산도조절제, 감미료 등으로 나뉘며, 사용목적에 따라 첨가량이 엄격하게 규제를 받고 있다. 식품안정성에 대해 '불안하다'고 느끼는 사람이 '불안하지 않다'라고 느끼는 사람보다 2배 가까이 많다고 발표되었으며(Choi *et al.*, 2005), 국내 식품안정성이 불안하다고 답변한 사람을 대상으로 조사하였을 때, 88.7%의 소비자가 '식육가공품이 불안하다'고 느껴, 식육가공품에 대한 소비자의 신뢰도가 미약하다는 것을 알 수 있다. 또한 소비자에게 식품에서 가장 불안하다고 느끼는 것으로 조사하였을 때, 1위로 식품첨가물이 차지하여, 식

그림 3. 아질산나트륨이 첨가된 햄의 발색

(출처: KBS)

육가공첨가물에 대한 정확한 정보의 전달이 필요한 실정이다(식품의약품안전처, 2013). 따라서 식육가공품에 첨가되는 식품첨가물에 대하여 사용목적에 따라 알기 쉽게 정리하여 설명하였다.

1) 발색제

발색제란 자체에는 색이 없어 착색의 효과는 없으나, 식육 내에 존재하는 유색물질과 결합하여 고유의 색소를 안정화시켜 선명하게 만드는 물질로써 아질산나트륨, 아질산칼륨, 질산나트륨, 질산칼륨 등 합성첨가물들이 이에 속한다. 합성아질산염은 근육 내에 존재하는 육색소인 미오글로빈과 결합하여 색을 고정시킴과 동시에 풍미 개선, 항미생물적 작용, 항산화 효과 등의 역할을 동시에 수반하고 있다. 합성아질산염은 식육가공품에 첨가를 하였을 때 일산화질소로 환원되어 식육 내의 마이오글로빈(myoglobin)과 결합하여 가열 시 니트로소헤모크롬(nitrosohemochrome)을 형성하여 안정적인 밝은 분홍빛의 색을 고정시킨다. 합성아질산염의 다른 중요한 작용으로는 호기성 및 혐기성균의 생장을 억제하는 항미생물적 작용이 있다. 특히 *Clostridium botulinum*의 독소생성을 억제하고 *Listeria monocytogenes*의 생장을 억제하여 식육가공품의 미생물적 오염을 막는데 중요한 역할을 수행하고 있다. 또한 식육 내의 헴철과 결합하여 지질의 산패를 억제시키는 효과도 가지고 있다.

2) 보존료

보존료는 주로 식육가공품의 미생물 증식을 억제함으로써 식품의 부패 및 산패를 방지하는 역할을 한다. 첨가물이 아닌 훈연의 방식으로 페놀, 포름알데히드, 유기산 등의 성분을 식품에 침투시켜 저장성을 증가시키는 방법도 있으나 가공과정 중 직접적인 보존료의 첨가를 통하여 식육가공품의 보존성을 증가시키고 있다. 식육가공품에서 주로 사용되는 첨가물로는 산형보존료인 소르빈산(sorbic acid)과 소르빈산 칼륨(potassium sorbate) 등이 이용되고 있다. 무미 무취의 소르빈산과 소르빈산 칼륨은 혐기성균, 효모, 곰팡이 등 다양한 미생물에 영향력을 가지고 있어 보존료로써 가장 많이 이용되고 있다.

3) 산화방지제

식육가공품에 사용되는 산화방지제로는 아스코르빈산이 사용되지만 pH의 저하로 인한 유화안정성의 문제로 인해 아스코르빈산 나트륨(sodium ascorbate)이나 에리소르빈산 나트륨(sodium erythorbate)을 주로 사용하고 있다. 산화방지제는 공기 중의 산소에 의해 지질이 산화되는 것을 방지하여 과산화물 또는 알데히드 같은 식육가공품 내의 지질 산패물질 생성을 억제하는 등의 항산화 효과를 가진다. 식육가공에서 산화방지제는 항산화효과뿐만 아니라 일산화질소의 생성을 촉진시켜 육색소의 고정을 촉진시킴과 동시에 니트로소아민(nitrosoamine)의 생성과 *Clostridium botulinum*의 독소생성을 억제시킨다.

4) 착색료

일반적으로 식품에 합성착색료로 타르계 색소 및 수용성 안나토, 적색 2호, 3호, 40호 등 다양한 종류가 사용되어지나 식육가공품 제조 시 천연 착색료만이 사용되게 되

어있다. 착색료는 일반적으로 식육가공품 제조 시 지방, 전분, 대두단백의 첨가로 인하여 발색제만으로는 소비자가 원하는 색상을 끌어내기 어렵고 균일한 색상을 얻기 힘들기 때문에 사용되어 진다. 대표적인 착색료로는 코치닐 색소와 락색소, 홍국색소 등 적색을 함유하고 있는 천연색소가 사용되고 있다. 또한 파프리카, 카레, 혈분 등을 사용하여 가공육제품에 적색이 아닌 다른색으로도 착색시켜 소비자의 관심도를 증가시키기도 한다.

5) 향미증진제

향미증진제는 식육가공품의 맛과 풍미를 증진시키기 위한 첨가물로써 설탕, 소금, 간장 등이 이에 속한다. 대표적인 합성첨가물로써 L-글루타민산나트륨(L-monosodium glutamate)이 있으며, 식품의 감칠맛을 증진시키기 위하여 사용되는 아미노산계 향미증진제이다. MSG는 다시마의 열수추출물의 일종으로써, 1908년 일본에서 최초로 개발되어 최근에는 미생물로 발효시킨 탄수화물을 이용하여 제조되고 있다. 식육가공품에 약 0.2- 0.3%가 사용되고 있다. 5'-이노신산이나트륨, 5'-구아닐산나트륨, 5'-리보뉴클레오티드나트륨 등의 핵산계 향미증진제 또한 감칠맛을 내는 합성첨가물로써 사용이 되고 있다.

6) 향료

식육가공품의 향료는 식육제품 자체의 풍미를 보강하거나 향미를 부여하는데 중요한 역할을 한다. 주로 천연첨가물로 이루어져 있으며, 식물의 열매, 씨앗, 꽃, 뿌리 등을 이용하여 혼합하거나 단일로 사용되어, 식육의 풍미와 향미를 더해준다. 후추(papper), 메이스(mace), 카다몬(cardamon), 마조람(majoram), 코리안더(coriander), 너트맥(nutmeg), 파프리카(paprika), 세이지(sage), 생강(ginger), 마늘(garlic), 캐러웨이(caraway), 타임(thyme), 시나몬(cinnamon), 바닐라(vanilla), 겨자씨(mustard seed), 클로브(clove) 및 레몬(lemon) 등 다양한 종류가 있으며, 약 200여종에 달한다고 알려져 있다. 향료 소재의 특성마다 항산화 효과 및 미생물 증식의 억제 등의 효과를 가지며 향료의 특성에 의해 제품이 변색되거나 탈색되어 부정적인 영향을 끼칠 수도 있다. 그러므로 사용에 있어 향신료를 혼합하거나 단일로 사용할 때 향료의 특성 및 성질을 잘 이해하여야 할 것이다. 또한 천연향신료의 경우 미생물적 오염의 위험성이 있으므로 사용에 있어 살균처리 유무가 중요하다.

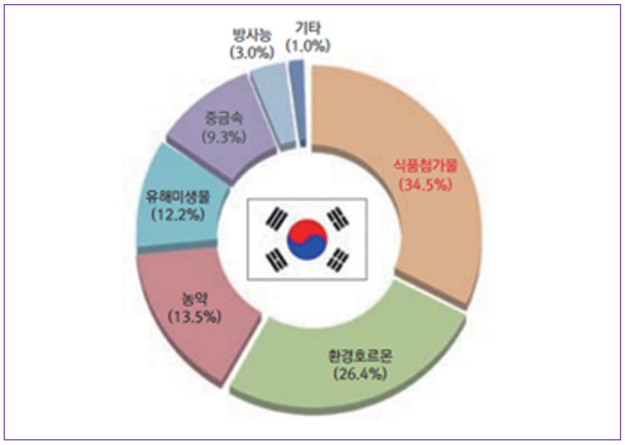
7) 산도조절제

산도조절제는 식육가공품의 pH를 조절하여 보수력, 결착력의 증진효과를 가지며 항산화 효과, 가열감량의 감소에 중요한 역할을 한다. 식육가공품에 첨가되는 산도조절제의 종류로는 제삼인산나트륨(sodium phosphate, tribasic), 제이인산나트륨(sodium phosphate, dibasic), 폴리인산나트륨(sodium polyphosphate) 등이 사용된다. 이처럼 주로 식육가공품에 첨가되는 첨가물로는 인산염이 사용되어지며, 인산염으로 인한 보수력의 증가는 pH 상승에 의한 이온강도의 증가와 근원섬유단백질의 칼슘을 불활성화 시켜 액토미오신을 해리하여 수분 결합공간의 확대시켜 일어나게 된다. 또한 단백질의 팽윤과 용해도를 증가시켜 식육가공품의 결착력을 증가시키며, 2가 금속이온의 불활성화를 유도하여 항산화효과를 가진다. 그러나 과도한 양을 첨가하였을 때, 식육가공품에 떫은 맛을 증가시켜 관능적 측면에서 악영향을 끼칠 수도 있다.

8) 감미료

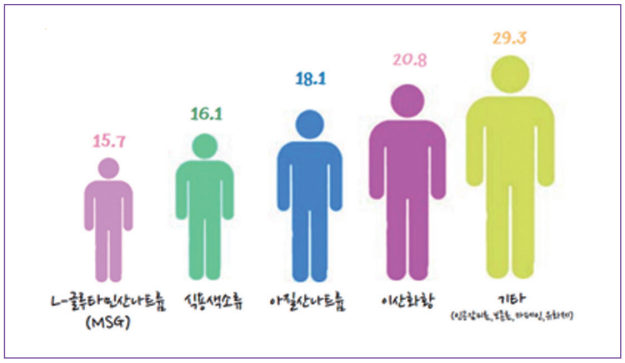
감미료는 식품에 단맛을 부여하는 첨가물로써, 대표적인 감미료로는 설탕이 있다. 물엿, 포도당, 유당 등 천연감미료와 사카린나트륨, 자일리톨 등 합성감미료 또한 사용이 되고 있다. 합성감미료는 설탕보다 저용량을 첨가하여도 강한 단맛을 내게 한다. 사카린나트륨은 설탕의 약 500배 정도의 감미를 가지고 있다. 사카린나트륨은 물에 잘 녹고 0.1 g/kg 이하로 사용가능하며, 현재에는 발암의 위험성이 없는 것으로 판명되어 일일섭취허용량(ADI)이

그림 4. 소비자의 식품 안전을 가장 위협하는 요인에 대한 조사



(출처: 식품의약품안전처, 2013)

그림 5. 소비자들이 꺼려하는 식품첨가물에 대한 조사



(출처: 식품의약품안전처, 2013)

0-5 mg/kg·bw/day로 정해져 있다. 자일리톨은 설탕과 비슷한 감미를 가지고 있으며, 일일허용섭취량(ADI)은 특별히 정해지지 않고 있으며 산업적으로 광범위하게 활용되고 있다.

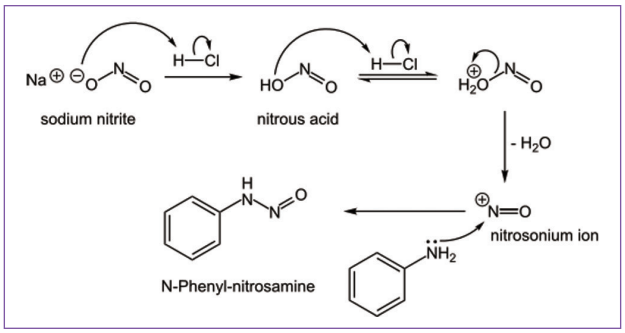
2. 합성식육가공첨가물의 위험성

식육가공품에 사용되는 합성첨가물은 품질의 개선, 보존성의 향상, 영양의 강화, 관능적 특성의 향상을 위해 필수불가결한 요소로 사용하고 있다. 그러나 몇몇 합성첨가물은 그 사용에 있어 질병을 유발할 수 있다는 이유로 규제를 받고 있다. 합성첨가물에 대한 유해성 때문에 소비자들은 식육가공품에 대한 불안감으로 인하여 소비를 꺼려하고 있다. 이러한 이유로 천연식육가공첨가물의 개발이 진행되고 있으며, 식육가공품에 대한 소비자의 신뢰도를 높이기 위한 노력이 진행되고 있다. 대표적인 합성첨가물 대체 식육가공품으로는 CJ 제일제당의 'The(더) 건강한 햄', 대상 청정원의 '건강생각', 롯데푸드의 '엔네이처'등 다양한 제품이 출시되고 있으며, 소비자들은 이러한 무첨가 식육가공품에 대해 더 건강하다고 느끼는 것뿐 만아니라, 품질 및 위생적 특징 또한 더 좋을 것이라고 평가하고 있다(Song and Lim, 2016). 무첨가 제품에서 합성아질산염은 모든 제품에서 공통적으로 첨가되지 않고 있으며, 합성보존료, 합성착색료, 합성착향료, 산화방지제, MSG, 전분, 산도조절제 등의 첨가물은 첨가되거나 첨가되지 않고 있다. 첨가되지 않는 합성첨가물은 회사의 브랜드마다 다른 실정이다.

1) 합성아질산염(NO_2)

합성아질산염은 식육가공품의 색소를 고정시키는 발색제로써, 발색뿐만 아니라 항산화, 항미생물, 풍미의 부여 등 다양한 효과를 가지고 있다. 합성아질산염은 식육가공품뿐만이 아닌 젓갈류에도 사용이 되고 있으며 과다 섭취할 경우 임산부나 영유아의 경우 메트헤모글로빈(methemoglobin)을 헤모글로빈(hemoglobin)으로 바꿔주는 효소의 활성이 떨어서 청색증, 빈혈, 저혈압 등의 원인이 되기도 하며 혈관을 확장시키고 헤모글로빈과 결합해 메트헤모글로빈증 등을 유발하기도 한다. 또한 가열 후 식육가공품의 단백질 중 아민(amine)과 결합하여 생성되는 니트로사민(nitrosoamine)으로 인해 발암의 위험성을 가지고 있다. 합성아질산염만큼 적은 양으로 다양한 효과를 가지고 있는 합성첨가물을 찾기가 어려움에도 불구하고 여러 질병과 발암의 위험성 때문에 식육가공품에서 소비자들이 꺼려하는 첨가물이 되었다. 이러한 이유로 합성아질산염을 대체하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 아질산염 자체를 대체하거나 천연아질산염의 개발을 통해 합성아질산염을 대체하기 위한 노력이 이루어지고 있다. FAO/WHO합동식품첨가물전문가위원회(Joint FAO/WHO Expert

그림 6. 아질산염의 발암물질 생성 기작



(출처: www.revolvy.com)

그림 7. 식품 중에 첨가된 인산염의 건강위험성

(출처: JTBC)

Committee on Food Additives, JECFA)에 따르면 합성아질산염의 일일섭취허용량(ADI)은 0-0.07 mg/kg·bw/day이며 가열 후 저장기간 동안 제품 내에 합성아질산염의 잔류량이 감소하지만 우리나라에서는 식육가공품 허용잔류량을 70 mg/kg이하로 엄격히 규제하고 있다. 또한 합성아질산염이 첨가된 식육가공품의 경우 포장지에 반드시 표기하도록 되어 있다.

2) 인산염

인산염은 식육가공품을 제조 할 때, 산도조절제로 쓰이고 있다. 인산염은 식육가공품 외에도 커피믹스 등의 가공식품에서도 유용한 유화제로써 사용이 되고 있다. 인산염의 종류로는 인산나트륨등이 있으며 인산염을 과다섭취 하였을 경우, 두통이나 구역질, 쇼크, 혈압 강하, 혼수상태 등 각종 부작용이 있다. 우리나라의 식육가공품에는 일반적으로 인산염이 약 0.2-0.3%의 수준으로 첨가되며 JECFA에 따르면 일일섭취허용량(ADI)는 70 mg/kg으로 제한되어 있다.

3) 합성보존료(소르빈산칼륨, 소르빈산)

식육가공품 중 합성보존료는 식품의 보존기간을 높이는데 탁월한 효과를 보인다. 그러나 발색제의 일종인 아초산나트륨과 결합하면 중추신경마비, 출혈성 위염, 염색체 이상, 눈, 피부의 점막자극 등의 부작용을 일으키게 된다. 그러므로 식육가공품에 아초산나트륨과 동시에 첨가가 되었는지 확인을 해야 한다. JECFA에 따르면 소르빈산의 일일섭취허용량(ADI)은 0-2.5 mg/kg·bw/day, 허용규정치는 200 mg/kg으로 정해져 있다.

4) 글루타민산 나트륨(L-monosudium glutaminate, MSG)

글루타민산 나트륨 즉, MSG는 대표적인 합성향미증진제로써 식품의 감칠맛을 더해주는데 사용된다. MSG증후군(일명 중국음식증후군)을 일으키는 원인으로, 어린이뇌손상, 천식, 우울증, 현기증, 손발저림, 두통 등을 일으킬 수 있다. 여러 식품에서 향미증진제로 사용되는 MSG는 유해성에 대한 논란이 일어나지만 역으로 안정성에 대한 내용이 부각되면서 국내매출이 2013년 953억원에서 2015년 1,027억원으로 증가하였다. JECFA에 따르면 일일섭취허용량(ADI)는 별도로 정하고 있지 않는 NS(not specified) 품목으로 분류되어 있다.

5) 아스코르빈산

아스코르빈산은 식육가공품의 지질산화를 방지하기 위해 첨가되는 산화방지제로써, 식육가공품에 첨가하였을 경우 부작용 보다는 오히려 니트로소아민의 생성 억제, 식육가공품의 산패억제 등 긍정적인 역할을 하고 있음에도 불구하고 화학적인 이름 때문에 소비자들에게 많은 오

그림 8. 합성아질산염대체 관련 특허의 연도별 출원 현황

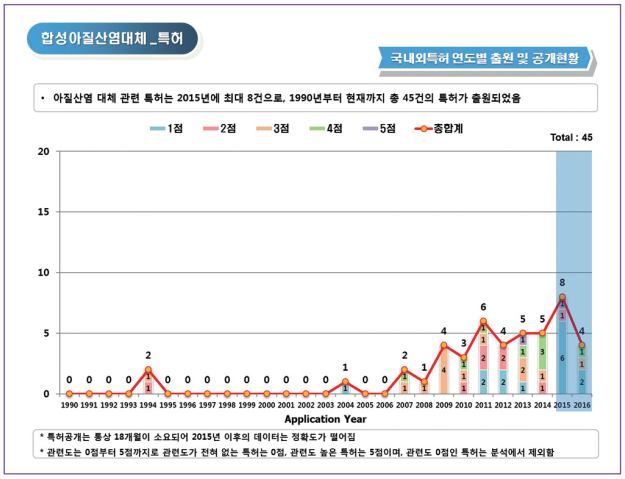


그림 9. 합성아질산염대체 관련 특허의 연도별 등고선지도 현황

해를 받고 있는 첨가물이다. JECFA에 따르면 일일섭취허용량(ADI)는 NS(not specified). 즉, 특별히 정해지지 않음으로 정해져 있다.

3. 합성식육가공첨가물 대체기술 현황 및 분석

1) 합성아질산염(NO_2) 대체기술 현황

합성아질산염의 사용이 법적으로 규제되기 시작한 것은 1925년부터이나 현재까지 합성아질산염의 대체재는 특별히 개발되지 않고 있다. 식육가공품의 합성아질산염을 대체하는 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 우선 식육제품의 염지 시 합성아질산염을 대체하여 다른 천연 소재를 첨가하는 것으로, 유기산, 키토산, 홍국, 자색색소 등을 첨가하는 직접적인 합성아질산염 대체기술이 있다. 또한 간접적인 합성아질산염 대체기술로서 천연 아질산염을 생산하여 육제품에 적용하는 기술이 있다. 최근 많은 식육가공업체에서 합성아질산염 무첨가 육제품 제조 시 채소분말이나 채소즙에 포함되어 있는 질산염을 환원성 미생물을 활용하여 천연아질산염으로 환원시켜 첨가하고 있다. 미국 및 유럽의 선진국에서는 “Natural curing”이라고 표시하여 다양한 제품들이 개발되었으며, 국내에서도 채소 분말을 활용한 기술을 적용하여 제품화에 성공하기도 하였다.

2) 합성아질산염(NO_2) 대체기술 분석

식육가공분야의 아질산염 대체 관련 특허분석 결과 전체 특허검색 건수는 45건이었으며, 2007년부터 꾸준히 특허 출원되고 있으며 2015년에 8건으로 가장 많은 출원이 진행되었다(그림 8). 합성아질산염 대체 관련 특허의 연도별 등고선을 살펴보면, celery leave, hydrochloric, *Staphylococcus aureus*, pepper powder, nitrite-free가 등고선에서 높게 나타났다(그림 9). 우선권 주장 국가는 중국이 39건으로 전체 특허의 86.67%를 보유하여 1위국이고 한국이 6건(13.33%)으로 2위로 특허를 보유하고 있었다. 주요 출원기관도 중국의 Northeast Agricultural University에서 가장 많이 출원하였으며, “A kind of no nitric meat type curing agent (CN1124100A)”의 특허가 가장 많은 17번 인용되었다.

합성아질산염 대체 관련 논문은 2016년 7편으로, 2000년부터 현재까지 총 51편의 논문이 발표되었고 지속적으로 증가하는 추세이다(그림 10). 상위 5개 저널에 전체논문의 45%가 게재되었으며, 그 중에서도 Meat Science와 Fleischwirtschaft 저널에 가장 많은 각각 10편과 5편의 논문이 게재되었다(그림 11). 그 다음으로 Journal of Food Science and Technology-Mysore, Korean Journal for Food Science of Animal Resources가 각각 3편씩 게재되어 그 다음으로 많은 논문이 게재되었다. 합성아질산염 대체 기술 관련 주요 피인용 논문 저널 현황을 살펴보면 Meat Sci-

그림 10. 합성아질산염대체 관련 논문의 연도별 게재 현황

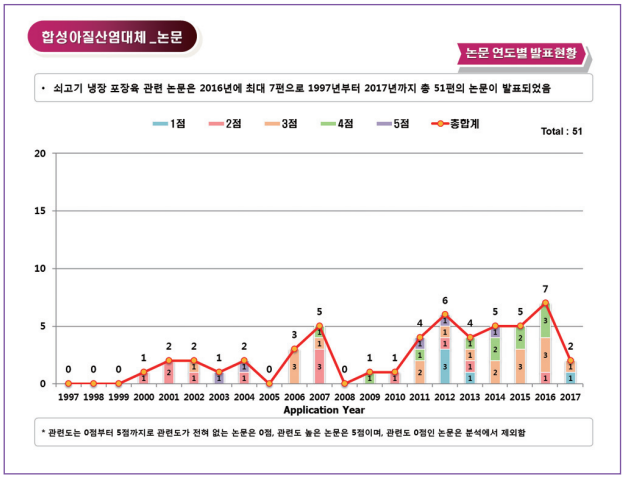
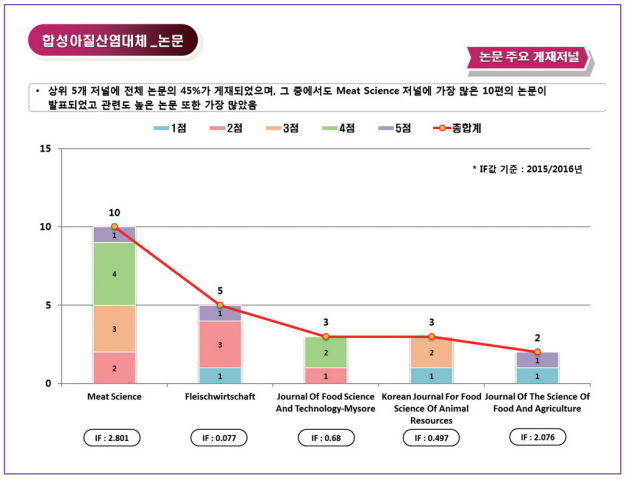


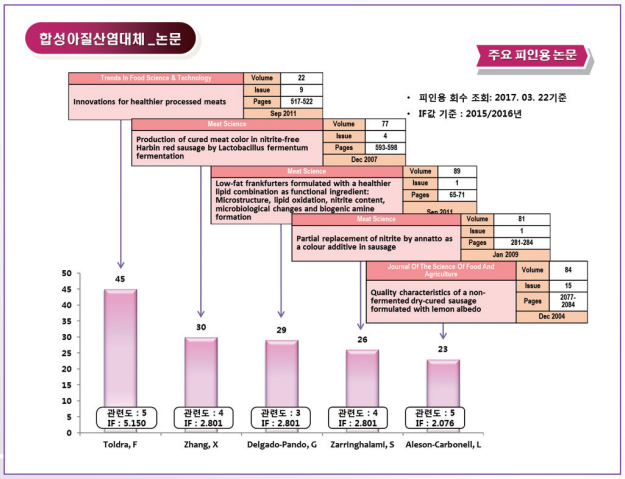
그림 11. 합성아질산염대체 관련 논문의 주요 게재저널 현황



ence 논문들이 많이 인용되었으며, Inovations for healthier processed meats가 45번 인용된 것으로 조사되었다(그림 12).

국내 및 국외시장 분석결과 합성아질산염 대체기술이 부여된 제품은 완성도가 높아 매우 높은 가격으로 국외에 판매되고 있는 것으로 조사되었다. 반면 국내의 경우 CJ제일제당, 롯데푸드, 농협 목우촌, 대상 청정원, 하림, 동원F&B 및 아워홈에서 합성아질산나트륨 무첨가 식육가공품이 제조되어 판매되고 있었다(표 1). 따라서 합성아질산염 대체기술 연구를 통해 첨가물의 가치 제고 및 고급화된 제품개발로 천연소재의 활용도를 증진시켜 산업적으로 식육가공산업의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

그림 12. 합성아질산염대체 관련 논문의 주요 피인용 논문 현황



3) 인산염 대체기술 현황

식육가공품에 첨가되는 인산염은 보수력과 결착력의 증가, 저장기간 연장의 목적으로 첨가하고 있다. 식육가공품에 인산염을 첨가하게 되면 pH상승과 액토마이오신의 해리로 인하여 보수력이 증대될 뿐만 아니라 단백질의 팽윤과 용해도를 증대시켜 결착력도 향상시킨다고 알려져 있다. 또한 인산염은 칼슘과 마그네슘 같은 2가 금속이온을 불활성화시켜 지질산화를 방지하고 미생물의 성장을 억제하는 하는 효과가 있다고 한다. 그러나 인산염은 과량의 섭취가 지속되면 인체 내의 칼슘, 철, 마그네슘 대사에 이상을 일으키는 등의 문제점이 확인되어 이에 대한 대비가 요구되고 있는 상황이다. 인산염의 첨가 기준은 유럽국가에서는 0.3%, 미국에서는 0.5%까지 허용되고 있고 국내에서는 법적 기준이 마련되어 있지 않지만 일반적으로 0.2-0.3% 수준으로 첨가되고 있다. 그러므로 안전하고 건강한 식육가공품 개발을 위해서는 인산염의 대체 기술이 절실히 요구되고 있는 것이 현실이다. 인산염의 대체기술 연구는 보수력 및 결착력 증진을 위한 대체소재 개발로 비육단백질(non- meat protein)을 활용한 기술들이 대부분을 차지하고 있다. 그러나 이러한 기술들은 첨가량이 많아야 함으로 식육가공품의 관능적 특성을 열악하게 하여 문제점들이 많은 것도 사실이다.

표 1. 합성아질산염을 첨가하지 않은 제품군

제조사	브랜드	대체천연첨가물	제품사진
CJ 제일제당	The더건강한	야채발효균, 락색소, 베지스테이블502,	
	The더건강한 자연에서 얻은 재료로 만든	유산균 발효액, 발효식초, 락색소	
롯데푸드	엔네이처	셀러리분말	
농협 목우촌	원칙을 지키는	과일혼합추출분말 (석류, 적근대, 로즈마리)	
대상 청정원	건강생각	코치닐색소	
동원	자연레시피	셀러리분말	
아워홈	손수	파이오렌비(유산균음료)	

4) 인산염 대체기술 분석

인산염 대체 관련 특허분석 결과 전체 특허검색 건수는 26건으로 산업적 연구가 미진하게 진행되고 있는 것으로 사료된다. 2012년 6건으로 인산염 대체기술 관련 특허가 가장 많이 출원되었고, 2012년부터는 매년 특허가 출원되고 있는 것으로 조사되었다(그림 13). 인산염대체 관련 특허는 중국이 17건(65.38%)으로 가장 많은 특허가 출원되었으며, 한국이 6건(23.08%)으로 두 번째 많은 특허를 출원하였다. 그밖의 일본, 캐나다, 유럽 등에서도 각각 1건의 특허가 출원되었다. 우선권주장국가도 중국이 16건으로 전체 특허의 61.54%로 가장 많은 부분을 차지하였으

그림 13. 인산염대체 관련 특허의 연도별 출원 현황

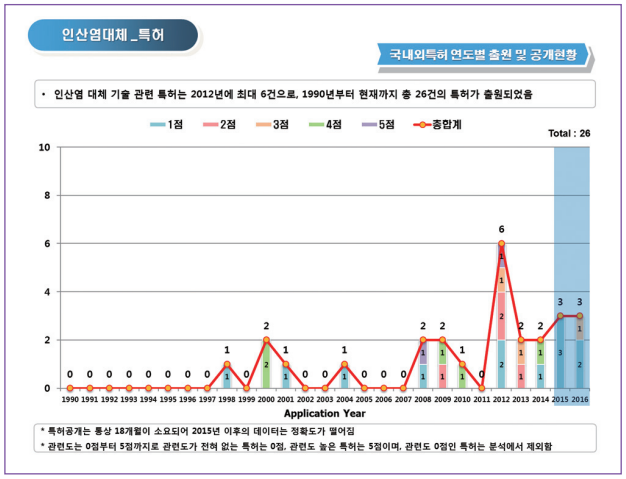
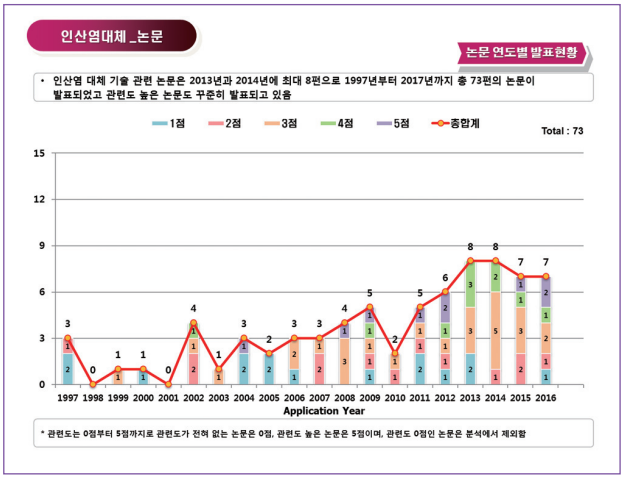


그림 14. 인산염대체 관련 논문의 연도별 게재 현황



며, 한국, 네덜란드, 일본이 그 다음으로 조사되었다. 인산염 대체기술 관련하여 주요 출원기관을 살펴보면 중국의 Nanjing Agricultural University가 2건의 특허출원 실적을 보유하고 있다. 가장 많이 인용된 주요 피인용 특허도 중국 특허인 "A kind of phospholipid emulsifying sausage and production method thereof"로 6번 인용되었다.

인산염 대체 관련 논문은 1997년 이래로 계속적으로 증가하는 추세이며, 2013년과 2014년에 최대 8편으로 가장 많은 논문이 발표되었다(그림 14). 상위 5개 저널에 전체 논문의 41.1%가 게재되었으며, 그 중에서도 Meat Science 저널에 가장 많은 13편의 논문이 발표되었다(그림 15). 그 다음으로 Journal of Food Science, Journal of Food Science and Technology-Mysore, Korean Journal for Food Science of Animal Resources 저널 순이었다. "The storage stability and textural, physico-chemical and sensory quality of low-fat ground pork patties with carrageenan as fat replacer (International Journal of Food Science and Technology 39(1):31-42)"논문이 주요 피인용 논문으로 41회 인용된 것으로 조사되었다(그림 16).

국내 및 국외시장 분석결과 인산염 대체기술이 부여된 제품은 완성도가 낮아 산업적으로 출시된 제품은 거의 없는 것으로 조사되었으나(표 2), 화학적 첨가물을 제어한 고급화된 제품의 개발을 위해서는 인산염의 대체기술이 절실히 요구되는 것으로 조사되었다.

그림 15. 인산염대체 관련 주요논문의 게재저널 현황

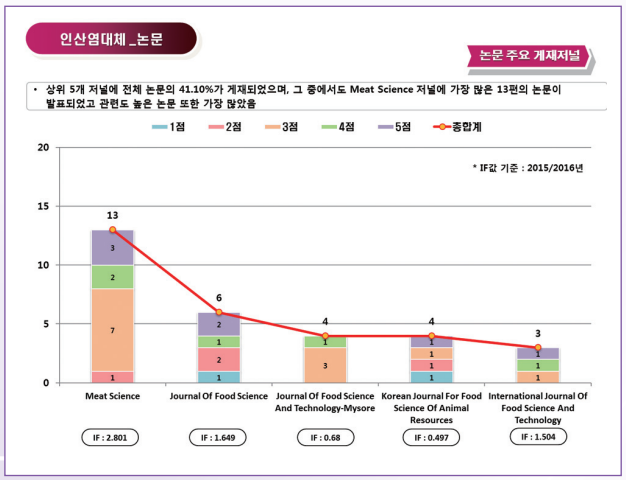


그림 16. 인산염대체 관련 논문의 주요 피인용 논문 현황

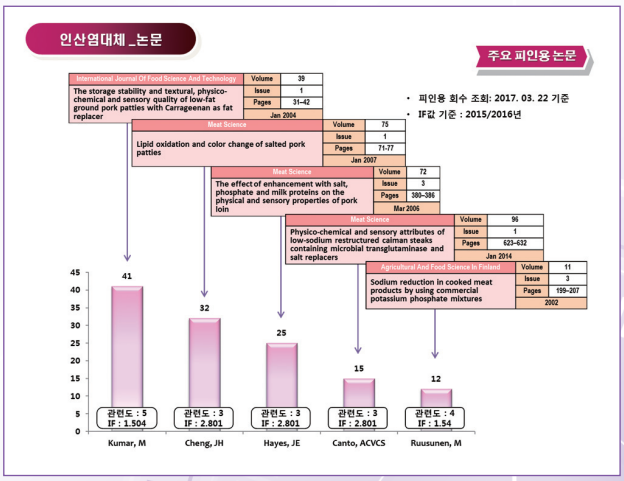


표 2. 인산염을 첨가하지 않은 제품군

제조사	브랜드	대체천연첨가물	제품사진
CJ 제일제당	The더건강한 자연에서 얻은 재료로 만든	난백분말, 찹쌀가루	
농협 목우촌	원칙을 지키는	대두단백	
동원	자연레시피	클루코만난, 카라기난	

감사의 글

본 원고는 2017년도 미래창조과학부 재원으로 한국식품연구원 지원(E0133110-05)을 받아 수행된 연구 성과이며, 2017년 농림축산식품부 고부가가치 식품기술개발사업(314068-3)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chang, A. R., Lazo, M., Appel, L. J., Gutie´rrez, O. M., and Grams M. E. (2014) High dietary phosphorus intake is associated with all–cause mortality: results from NHANES Ⅲ[1–3]. *Am. J. Clin. Nutr.* **99**, 320–327.
2. Kemi, V. E., Kärkkäinen, M. U., and Lamberg–Allardt, C. J. (2006) High phosphorusintakes acutely and negatively affect Ca and bone metabolism in a dose–dependent manner in healthy young females. *Brit. J. Nutr.* **96**, 545–552.
3. Kim, T. K., Kim, Y. B., Jeon, K. H., Park, J. D., Sung, J. M., Choi, H. W., Hwang, K. E., and Choi, Y. S. (2017) Effect of fermented spinach as sources of pre–converted nitrite on color development of cured pork loin. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **37**, 105–113.
4. Lee, H. H., Jeong, J. Y., and Park, J. M. (2016) Analysis of research trend in natural food additives. *Food Sci. Ind.* **49**, 82–93.
5. Shim, E. H. (1994) University students'perception concering food contamination and their food related behavior. Master thesis, Yonsei Uni., Seoul, Korea.
6. Song, M. R., Lim, M. J. (2016) The halo effect of additive–free claims in food and consumer goods. *Korean J. Consumer Advertising Psychol.* **17**, 199–222
7. 식품의약품안전처 (2017) (http://www.mfds.go.kr) 식품첨가물공전
8. 식품의약품안전처 첨가물기준과 (2013) 식품첨가물 안심하세요!
9. 육류유통실태조사. (2016) (사)한국육류유통수출협회.