

# 육가공 제품의 안전성

李 茂 夏  
서울대 축산학과 교수

## I. 서 론

세계적으로 식품안전성에 관해서 엄격하기로 이름난 미국의 경우를 살펴보면 1970년 대에는 단순히 식품첨가물에만 우려를 나타내던 소비자들의 식품안전성에 대한 관심이 서서히 변하여 1980년 대에 들어와서는 건강에 관련된 영양문제에 몰두하더니, 미국 소비자들의 식품안전성에 대한 종류별 관심도(표 1)에서 보는 바와 같이 1980년대 후반부터는 농약을 비롯한 화학물질 잔류물, 피할 수 없는 환경오염물질 그리고 미생물오염 등과 같은 “숨은 위험(hidden hazard)”을 원료생산자, 가공업자 및 정부가 어떻게 처리해야 하며, 식품에 의한 질병을 감소시키는 일에 대한 소비자 자신들의 역할 등에 더 많은 관심을 나타내고 있다. 따라서 이러한 상황속에서 살아남기 위해 식품가공업자 및 식량생산과 유통에 종사하는 사람들은 기술을 통해서나 소비자, 매스컴 및 식품취급자들의 교육을 통해서 적절히 대처해 나가고자 생산에서부터 전 가공단계에서의 품질관리를 철저히 하며, 잠재적 위험들을 알려주고, 이러한 것들을 줄이기 위해 식량생산 및 가공업계가 어떻게 하고 있으며 소비자들은 어떻게 자신들을 보호할 수 있는가에 대해 홍보를 하고 있다.

그러나 우리나라를 보면, 신문이나 T.V.에 어떤 식품이 건강에 좋다는 특히 남성들의 정력이나 여성들의 미용에 좋다는 이야기가 기사화되면 그날 시장에서 그 식품이 품귀되는 현실이나, 어떤 식품에서

건강에 해로운 물질이 분석기의 오차범위에 드는 수준으로 검출된 것이 보고되면 마치 큰일이나 난 것처럼 대서특필하는 매스컴의 수준이나 그것에 부화뇌동하여 그 식품을 거들떠도 보지 않는 소비자들의 수준, 나아가서는 초현대식 백화점에서 냉장용 육가공제품을 실온에서 판매하며 그것이 자기 상품의 우수성을 나타내는 증거로 착각하는 가공 및 유통업계의 수준은 자원이 부족한 우리나라에서 소비자나 생산자에게 나아가서는 국가적으로 손실과 낭비를 자초하는 결과를 가져온다. 이러한 결과는 식품을 학문으로 가르치고 연구하는 우리들이 그 책임을 다하지 못한 탓으로 생각된다. 따라서 이 기회에 육가공제품에 대한 올바른 정보를 제공함으로써 소비자들은 정확한 사실을 근거로 자신들이 소비하는 식품의 안전성을 판단할 수 있고, 생산자들은 제품생산에서 소비자들의 안전을 위한 품질관리 노력을 더욱 증가시켜 소비자들에게 신뢰성을 주고 나아가서는 국가적으로 경제적인 식량운용을 할 수 있게되기를 바란다.

### 1. 육가공 제품의 품질

최근 미국에서 조사된 소비자 식육구매형태에 의하면 소비자들의 고기구입에 영향을 주는 요인들은 간편성(convenience), 기호성(taste), 가격(price) 그리고 식이와 건강(diet and health)의 순으로 나타났다. 소비자들이 식품을 선택할 때 어느 요소에 더 중요성을 두는 가는 시대에 따라 변천한다. 과거에는 기호성과 가격이 우세하였으나 최근에는 경제

Table 1. Percentage of consumers concerned over food issues

Concern	Serious hazard	Somewhat of a hazard	Not a hazard	Not sure
Pesticide & herbicide residue	77	18	2	3
Cholesterol	45	48	5	2
Salt	37	53	9	1
Additives and preservatives	32	55	8	4
Sugar	31	53	15	1
Artificial coloring	26	53	17	5

Table 2. Quality modification of processed meat products

품 질	변화방향	방 법	실제 예
기호성[연도, 풍미, 다즙성, 색깔, 조직감 등]	기호성의 차별화 (제품의 다양화)	첨가물 사용 formulation변경 제조방법변경	meat snacks ethnic foods gourmet foods
간편성	즉석소비 준비간편 운반간편	첨가물사용 조리방법변경 포장방법변경	meat snacks [finger, nugget, meat pie, 재구성육] sous vide microwaveable
영양가	성분감소방지 기피성분저하 및 제거 성분변경 혹은 강화	포장 및 저장방법변경 첨가물 사용 기피성분 감축 제조방법변경	진공포장 CA, MA 포장 low-calorie low-cholesterol low-sodium 재구성베이컨

생활이 윤택해지고, 사회생활이 활동적으로 변하고, 건강에 대한 관심이 고조되어 간편성과 건강(영양)을 더 강조하는 측면에서 식품의 선택이 이루어지고 있다. 식품의 품질이 “소비자가 특정식품을 수용하는 정도를 결정하는데 중요한 역할을 하는 그 식품의 속성”이라고 정의된다면 최근 소비자들의 식품선택기준을 고려할 때 육가공제품의 품질은 영양가(nutritive value), 기호성(palatability) 그리고 간편성(convenience)을 기준으로 판단된다고 볼 수 있다. 산업사회의 발달과 더불어 제기되고 있는 환경오염의 문제로 현대의 소비자들은 식품의 안전성(safety)도 고려의 기준으로 관심을 표명하고 있다. 국내에서는 전체 소비자들을 기준으로 볼 때 아

직은 일부에 지나지 않는다고 생각할 수도 있으나 위에서 언급한 육가공제품의 품질기준들은 안전성과 매우 밀접한 관계를 가지고 있으므로 언급된 품질에 관심을 가지면 자연스럽게 안전성도 고려하게 된다.

## 2. 품질과 안전성의 관계

육가공회사가 새로운 제품을 개발할 때는 이미 존재하는 소비자 욕구에 부응하는 제품뿐만 아니라 소비자 욕구를 유도하기 위한 새로운 것을 공급하기도 한다. 그러나 효율면에서 우선은 기존의 소비자욕구를 충족시키는 제품을 공급하는 것이 유리하기 때문에 소비자가 육가공제품을 선택할 때 판단기준으로 삼는 품질을 개선시키는 여러 가지 방법을 이용하여



가. 육원료

일반적으로 원료육을 구입시 각 회사 나름대로의 품질규격이 있다. 주로 고려하는 것은 단백질과 지방 함량 그리고 미생물수준이다. 따라서 최근에 문제가 되는 잔류물질을 전혀 고려되지 못한다. 이러한 유해 잔류물질수준은 이미 정부의 규정에서 규제하고 있으나(표 3과 4) 원료육 생산자가 법을 제대로 지키고 있다 하더라도 사료, 물, 토양 등의 오염에서 오는 간접적인 결과나 의도적으로 규정을 지키지 않고 사용하는 항생물질이나 합성항균물질 등에서 유래하는 허용기준 범위의 초과가 가능하므로 육가공회사에서 원료육 구입시 품질규격에서 이러한 유해잔류물질수준을 규제한다면 원료육에서 야기될 수 있는 육가공제품의 안전성 문제는 해결될 수 있을 뿐만 아니라 육가공제품에 대한 신뢰성이 증가할 것이다. 미국의 경우 고기에서 검출된 유해잔류물질 종류를 보면(표 5) 대부분이 1ppb수준 이하로 검출되었으며 유아식에서보다 성인식사에서 더 많은 종류가 발견되었다. 그러나 이러한 유해잔류물질 수준을 회사자

체의 원료품질규격을 통해 규제하는 것은 생산비의 증가를 의미하는 것이므로 업계와 소비자 사이에서 결정될 사항이라고 사료된다.

나. 非肉원료

증량 결착제로 쓰이는 전분이나 비육단백질과 각종 천연향신료 및 양념류들은 육가공제품의 안전성에는 크게 영향을 미치지 않는다. 다만 육가공 제품에 사용되는 원료들은 대부분이 수입되고 있는 실정이고 이들 대부분이 특히 양념류는 열대지방에서 생산되는 것들이 많아 만약 재배시에 토양이나 물이 오염되었거나 농약의 사용이 과다해질 때 이러한 양념류에 유해잔류물질들이 존재할 가능성은 존재한다. 그러나 이들 원료들의 유해잔류물질수준이 수입시 이미 검사된 것이라면 육가공제품의 안전성에는 아무런 영향이 없을 것이다.

비육원료 중 위에서 언급된 것 이외의 것으로서 육가공제품에 사용되는 것들은 소금, 설탕, 아질산염, 술티산, 아스콜빈산 혹은 에리솔빈산, 인산염 등을 들 수 있다. 이들 중에는 소비자들이 민감하게 반응하는 육가공제품의 안전성에 관련된 것들이 있다. 또한 국내 규정에 “어떤 식품에 사용할 수 없는 첨가물이 그 첨가물을 사용할 수 있는 원료에서 유래되었을 경우에는 그 식품중의 첨가물 함유되는 원료로부터 이행된 범위안에서 첨가물 사용기준의 제한을 받지 아니할 수 있다”라고 명시하고 있어 육가공제품에 사용이 허가되지 않은 것일지라도 법적으로 용수준내에서 함유되어 있을 수 있다.

1) 소금

소금은 옛날부터 고기의 저장을 위해 사용되었다. 따라서 미생물발육억제를 통한 고기의 저장성 증진 뿐만아니라 나아가서는 안전성을 개선하고, 소비자의 입맛에 알맞는 정도의 짠맛을 제공하며, 풍미를 개선하여 제품의 관능적 기호도를 증진시킨다. 제품의 물리적 성질에서는 보수력과 유화력을 증진시켜 다즙성을 좋게하고 외관을 개선하며, 고기입자끼리의 결착력을 좋게하여 조직감을 향상시키는 효과를 가지므로 육가공에서 소금의 사용은 필수적이다.

그러나 최근 과도한 소디움섭취가 고혈압을 유발한다는 것이 보고되므로 소금과다섭취가 소디움과다섭취로 연결되어 육가공제품에 함유되어 있는 소

Table 5. Chemical residues found in meat, fish, and poultry

Adult diet	Infant diet
Dieldrin	Dieldrin
DDE	DDE
BHC	BHC
Heptachlor epoxide	Heptachlor epoxide
Hexachlorobenzene	Hexachlorobenzene
Lindane	Lindane
Methoxychlor	Methoxychlor
Octochlor epoxide	Pentachlorophenol
2-Chloroethyl linoleate	
DDT	
Diazinon	
2-Ethylhexyl diphenyl phosphate	
Malathion	
Nonachlor( <i>trans</i> )	
Pentachloroanisole	
Pentachlorophenol	
Polychlorinated biphenyls	
TDE	

## □ 육가공산업 발전방향 세미나 중계

금이 결국 소비자들의 소듐과다섭취에 공헌(?)을 하는 것이 염려되기 시작하였다. 따라서 미국에서는 업계가 제품의 label에 소듐함량을 표기하여 소비자들에게 영양정보를 제공하는데 앞장을 서는 한편 육가공제품의 관능적 및 물리적 품질에 손상이 가지 않는 수준에서 소금 사용량을 줄이거나 다른 염으로 소금을 대체하는 노력을 시도하고 있으나 가장 문제가 되는 것은 저장성 및 안전성의 약화이다.

### 2) 설탕

설탕은 소금첨가에 따른 거칠은 맛을 부드럽게 하고 고기조직내의 환원환경의 제공 그리고 가열 후에는 갈변현상에 의한 육색의 향상에 주된 사용목적을 가진다. 그러나 서양 소비자들이 설탕소비를 열량과 다 섭취에 따른 비만과 연결시켜 저칼로리 감미료로 설탕을 대체하는 추세에 따라 과당이나 시럽 나아가서는 꿀을 육가공제품에 사용하는 경우가 많다. 이렇게 설탕의 사용을 다른 감미료로 대체하는 경우에는 제품의 품질에는 영향이 없고 오히려 소비자 인식은 향상되나 결국 생산비가 증가되는 단점을 가져올 수 있다.

### 다. 아질산염

#### 1) 효과

현재까지 밝혀진 육가공에서의 아질산염의 첨가효과는 육색고정 이외에 미생물 발육억제, 지방산화억제 및 풍미증진 등이다.

#### 가) 육색고정

육색소인 마이오글로빈에 존재하는 철원자에 아질산염에서 생성된 산화질소(NO)가 결합하므로써 철원자를 환원상태(2가)로 유지시켜 마이오글로빈의 색깔을 붉은 색으로 고정시켜준다(그림 2). 이 때 철원자와 결합할 수 있는 분자는 산소나 일산화탄소일 수도 있으며 효과는 마찬가지로이지만, 열처리 후에도 안정적인 것은 산화질소의 결합뿐이기 때문에 육색을 고정시키는 것이다.

#### 나) 미생물발육억제 및 식중독예방

아질산염은 여러 가지 세균들의 발육을 억제하는 것으로 알려진다. 그 중에서 가장 중요한 것은 혐기성 세균으로서 지구상에서 발견된 독소 중에서 가장 강력한 것을 생산하는 *Clostridium botulinum*의 발육억제이다. 아질산염이 육가공제품에 있어서 C.

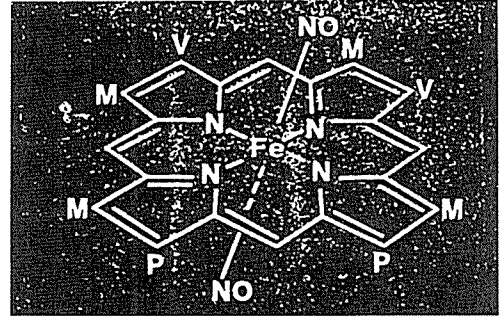


그림 2. 마이오글로빈의 산화질소 결합상태.  
M: -CH<sub>3</sub>; V: -CH=CH<sub>2</sub>; and P: -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>H.

botulinum에 의한 식중독을 예방하기 위해서는 소금 1.5~2.0%가 존재하고 71℃ 이상으로 가열할 경우 NaNO<sub>2</sub>로 첨가수준이 75~150ppm 되며 잔유량이 20ppm이상 존재하여야 한다는 것이 일반적인 견해이다. 따라서 육색이 붉은 색이 아닌 닭가슴고기를 이용한 육가공제품에도 아질산염이 항상 첨가되는 것은 C. botulinum에 의한 식중독 즉 botulism을 예방하기 위한 것이다. 또한 육가공제품은 대부분 진공포장을 하고 있고 최근 진공포장의 보급확대는 botulism의 위험성을 예전보다 증가시켜 이러한 상황에서는 아질산염의 중요성을 재인식할 필요가 있겠다.

#### 다) 염지육 풍미 및 항산화 효과

아질산염이 첨가된 염지육가공제품의 풍미는 비염지육가공제품의 풍미와 상이하다. 염지육가공제품의 독특한 풍미는 아질산염 첨가수준이 증가할 수록 상승하는 것으로 보고된다.

육가공제품의 지방산화는 육색소에 존재하는 철원자가 가열시 유리되어 촉진시키는 것으로 보고된다. 아질산염은 육색고정시 철원자에 결합하므로써 철원자를 불활성화하여 지방산화를 촉진하지 못하게 억제하는 역할을 하므로써 지방산화를 방지해 준다. 또한 비염지조리육 제품에서 발행하는 warmed-over flavor(WOF)는 일종의 지방산패취로서 아질산염을 첨가하면 방지할 수 있으므로 제품의 관능적 품질을 개선할 뿐만 아니라 건강에 해로운 지방산화물 생성을 억제하는 효과도 제공한다.

## 2) 위험

염지시 첨가된 아질산염이 야기시킬 수 있는 안전성의 문제는 아질산염 자체의 독성으로 야기될 수 있는 직접적인 위험과 아질산염이 다른 물질과 반응하여 생성되는 반응산물에서 야기될 수 있는 간접적인 위험이 있을 수 있다.

### 가) 직접적 위험

아질산염은 다량 섭취시 혈액내의 산소화헤모글로빈(oxyhemoglobin)과 반응하여 산화헤모글로빈(methemoglobin)을 형성하여 헤모글로빈의 산소 운반능력을 상실시키므로서, 심한 경우 죽음까지 초래하는 methemoglobinemia를 유발한다. 이것은 산화헤모글로빈 환원효소가 부족한 생후 6개월 미만의 유아나 기층에서 종종 발생하지만 성인에게는 큰 위험이 없는 것으로 보고된다. 이러한 아질산염의 직접적인 독성문제는 실제적으로 아질산염 과다섭취에서 보다 야체에 많이 존재하는 질산염 과다섭취에서 종종 유발된다.

### 나) 간접적 위험

간접적인 위험은 육가공제품 소비전에 이미 생성된 발암물질인 나이트로스아민(nitrosamines)의 섭취와 육가공제품 소비 후 육가공제품에 잔유하는 아질산염이 섭취되어 체내에서 각종 아민류(amines)와 반응하여 나이트로스아민을 생성하므로서 야기될 수 있는 것으로 나눌 수 있다.

#### ①사전형성 나이트로스아민

현재까지 수행된 연구들에 의하면 베이컨을 제외한 다른 염지육가공제품에서는 조미료, 양념 및 향신료들을 사용전에 아질산염과 혼합하여 보좌하지 않는한 나이트로스아민은 문제되지 않고 있다. 이것은 양념이나 조미료, 향신료 등에는 많은 종류의 아민들이 존재하여 아질산염과 혼합되어 있는 동안에 반응이 진행되기 때문인 것으로 밝혀졌다. 따라서 1970년대 후반부터는 베이컨 이외의 육가공제품들에서는 나이트로스아민이 매우 낮은 수준으로 간헐적으로 검출되고 있음이 보고된다.

베이컨의 경우는 예외로서 지속적으로 주로 검출되는 나이트로스아민은 나이트로소피롤리딘(nitrosopyrrolidine, NPYR)과 나이트로소다이메틸아민(nitrosodimethylamine, NDMA)이며 최근

에는 나이트로소다이아졸리딘(nitrosothiazolidine, NTHZ)이 보고되고 있다. NTHZ는 「훈연」에서 언급하기로 한다. NDMA나 NTHZ는 매우 소량 검출되고 있으나 주로 문제되는 것은 NPYR이다. 미국에서는 베이컨 제조시 첨가되는 아질산염 수준을  $\text{NaNO}_2$ 로 120ppm으로 낮추고(과거에는 156ppm) 아스콜빈산 500ppm을 함께 사용하도록 하여 NPYR 수준을 낮추며 시장에 나오는 베이컨을 수거 분석하여 2회 이상 NPYR 이 10ppb 이상 검출되는 회사의 베이컨 생산을 중단시키므로서 나이트로스아민 문제를 효과적으로 대처해 오고 있다.

#### ② 체내에서 형성된 나이트로스아민

섭취된 아질산염이 체내에서 각종 아민과 반응하여 나이트로스아민을 생성하므로서 야기될 수 있는 위험은 여러 가지 연구결과에 따르면 염지육가공제품 소비에 따라 섭취된 아질산염의 양에 비해 내생 아질산염의 양이 월등히 많으므로, 주로 내생아질산염에서 유래되는 것으로 주장된다. 이러한 연구결과도 우리보다 수십배 많은 염지육가공제품을 소비하는 서양인을 기준으로 하였으므로 국내에서는 섭취 아질산염에 의한 체내에서의 나이트로스아민 형성에 따른 위험은 상대적으로 매우 작을 것으로 사료된다.

이러한 여러 가지 사실에도 불구하고 아질산염 사용에서 야기될 수 있는 안전성 문제를 근본적으로 해결하고자 육가공산업에서의 아질산염 사용금지를 시도하였으나 대체첨가물이 없는 상태에서의 사용금지하는 오히려 안전성을 악화시킬 것으로 판단되어 사용량을 줄이는 노력이 시도되므로서 베이컨에서는 첨가량을 줄였으나 기타의 제품에서는 종전대로 유지되고 있다.

#### 라. 솔빈산

솔빈산(염)은 원래 효모와 곰팡이 발육억제를 위해 식품에 사용되어져 왔다. 실험상으로 육가공제품에서 솔빈산 0.2%가 아질산염( $\text{NaNO}_2$ ) 40ppm과 함께 사용될 때 아질산염 156ppm 단독으로 사용될 때와 효과가 비슷하다고 보고된다. 따라서 C. botulinum 독소생산을 억제하고 부패균의 성장억제에 따른 저장기간 연장은 솔빈산을 사용할 때 과거보다 낮은 아질산염 수준으로 성취할 수 있다고 알려져 있다. 또한 솔빈산의 첨가는 NDMA의 생성을 아

## □ 육가공산업 발전방향 세미나 증계

Table 6. Inhibition of dimethylnitrosamine formation by sorbic acid

Reaction pH	Sodium nitrite (mM)	Sorbic acid (mM)	Ascorbic acid (mM)	Dimethylnitrosamine inhibition (%)
3.0	40	0	0	0
	40	20	0	55
	40	0	20	58
4.0	40	0	0	0
	40	20	0	42
	40	0	20	33

Table 7. Activities of products isolated from the reaction between sorbic acid and sodium nitrite

Reaction Product	Mutagenic activities			Growth inhibitory activity ( <i>E. coli</i> )
	"rec-assay" of <i>B. subtilis</i>	Ames assay of <i>S. typhimurium</i>		
		TA98	TA100	
1). ENA $\text{CH}_3\text{CNO}_2$ $\parallel$ NOH	++	-	+	+ (5 ppm)
2). DNMP("Y") $\text{H}_3\text{C}-\text{N}(\text{NO}_2)_2$	+++	++	++	+ (5 ppm)
3). "B" $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4\text{N}_2$	±	-	-	++ (1 ppm)

스콜빈산과 비슷한 정도로 억제하는 것으로 보고된다(표 6).

솔빈산은 소금보다도 더 안전한 것으로 알려지지만 아질산염과 반응하여 여러가지 돌연변이 유발물질을 생성하는 것으로 주장된다(표 7).

그러나 이러한 돌연변이유발물질들은 실제 육가공제품 제조과정에서는 생성되지 않을뿐만 아니라인위적으로 생산된 돌연변이유발물질도 다른 식품과 함께 소비할 때 돌연변이유발효과가 대부분 소실되는 것으로 보고된다.

### 마. 아스콜빈산과 에리솔빈산

육가공제품 제조에 사용되는 비타민C로 더 많이 알려져 있는 아스콜빈산과 이것의 이성체인 에리솔빈산(그림 3)은 염지축진, 항산화, 육색유지, 나이트로스아민 생성감소 및 *C. botulinum*의 발육억제

등의 효과가 있는 것으로 알려진다. 에리솔빈산과 아스콜빈산은 단지 비타민C로서의 역가가 에리솔빈산이 아스콜빈산의 1/20~1/40인 것을 제외하고는 모든 면에서 차이가 없는 것으로 보고된다.

아스콜빈산은 단독으로는 낮은 농도에서 육가공제품의 지방산화를 촉진하지만 다른 항산화제 즉 아질산염이나 인산염의 존재하에서는 상승효과를 보여지 방산화를 억제하여 주는 것으로 알려진다.

육가공제품에 아질산염이 첨가되었을 때 아스콜빈산은 자체의 환원력으로 아질산염을 환원시켜 산화질소(NO)의 생성을 촉진시키므로써 육색고정을 도와주고, 산화마이오글로빈과 산화질소가 결합된 후 이들의 환원을 촉진하고 그리고 고기내에 존재하는 산소를 제거하여 주므로 육색을 유지시켜준다.

아스콜빈산의 첨가수준 증가에 따라 나이트로스아

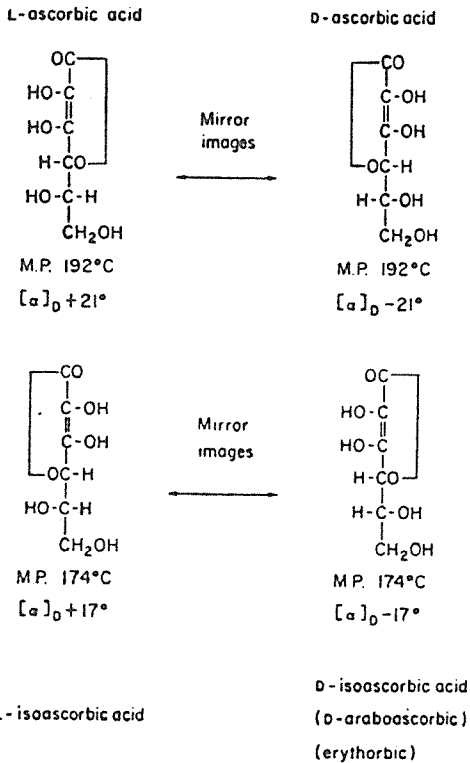


그림 3. Insomers of ascorbic acid

민 생성량이 감소되는 것으로 보고됨에 따라 베이컨에서 나이트로스아민 생성량을 줄이기 위해 아질산염과 항상 함께 사용된다(표 8).

아스כול빈산은 500ppm 수준에서 *C. botulinum*의 성장과 독소생산을 억제하는 효과가 있으며 아질산염의 효과를 상승시키는 것으로 보고된다. 그러나 500ppm 이상으로 증가시키면 오히려 균의 성장과 독소생산을 촉진시키는 것으로 나타난다.

육가공제품 제조시 아스כול빈산 첨가는 비타민C라는 영양적인 성분으로서의 효과는 중요하지 않으나 육가공제품의 품질측면에서 사용량이 감소될 때 지방산화나 육색의 유지 나아가서는 나이트로스아민과 *C. botulinum*에 대한 안전성증진을 위해 다른 첨가물의 추가사용이나 저장방법의 변경내지는 강화의 필요성이 대두될 수도 있겠다.

#### 바. 중합인산염

육가공제품에 인산염을 사용하기 시작한 것은 1950년대이다. 그때부터 인산염의 효과에 대한 수많은 연구가 이루어져 왔고 현재까지 밝혀진 것으로는 보수력 증진, 결합력 증가, 항산화 능력, 미생물 성장억제 등이다. 최근에는 소금의 사용량을 억제하기

Table 8. Effect of NaAsc and NaEry on NDMA formation in a model system containing dimethylamine, sodium nitrite and other cure components<sup>a</sup>

Cure component	NDMA formed(μg/litre)		
	No reductant added	NaAsc added	NaEry added
None	63	39	28
Sodium chloride	59	35	27
Sodium nitrate	59	32	37
GDL	117	32	33
SAPP	58	28	27
STPP	43	27	25
AscH	38	—	—
Sodium nitrate + GDL	101	28	31
Sodium chloride + STPP	49	31	30
Sodium chloride + SAPP + STPP	55	30	31

<sup>a</sup>GDL=glucono-delta-lactone; SAPP=sodium acid pyrophosphate; STPP=sodium tripolyphosphate; AscH=ascorbic acid; NaAsc=sodium ascorbate; NaEry=sodium erythorbate; NDMA= nitrosodimethylamine.



## □ 육가공산업 발전방향 세미나 중계

위해 인산염의 사용이 고려되기도 한다.

인산염은 고기의 pH를 증가시키고, 이온강도의 증가, 다가금속양이온의 불활성화를 통하여 보수력을 증가시키므로서 육가공제품 제조시 수율증가에 기여한다.

식염과 함께 사용되면 염용성단백질 추출을 증가시켜 고기입자간의 결합력을 증가시키고 고기 유화물의 안전성을 증가시킨다. 이러한 효과는 인산염이 pH와 이온강도를 증가시키므로서 액틴과 마이오신의 추출이 증진되기 때문으로 알려진다. 또한 인산염은 고기유화물의 점도를 감소시키는 효과가 있어 온도 증가를 크게 유발하지 않고 chopping 시간을 연장시킬 수 있으므로 염용성단백질 추출증가의 효과를 가져온다.

인산염이 육가공제품의 지방산화를 억제하는 것은 지방산화에 촉매역할을 하는 2가 금속이온들을 불활성화하기 때문인 것으로 보고된다. 이러한 항산화효과는 아스콜빈산과 함께 사용시 상승효과가 있는 것으로 알려진다.

인산염은 또한 소시지제품에서 호기성 및 혐기성 세균의 성장억제효과를 갖는 것으로 보고된다. 이러한 효과는 인산염이 미생물 종류에 따라 세포분열을 억제하거나, 세포막에 결합하여 운반기능을 방해하므로 미생물 성장을 억제하거나, 혹은 미생물 효소계를 억제하여 성장을 저해한다는 여러 가지 이론들로 설명되고 있다.

염기육색은 인산염의 첨가로 pH가 안정적으로 유지되어 변색이 방지되거나 항산화 효과에 의한 간접적인 변색방지 효과로서 안정이 이루어진다.

모든 살아있는 생물은 인산이온을 합성할 수 없으므로 외부에서 공급받아야 한다. 그러나 인산염의 다량섭취는 장기적으로 신장에 손상을 가져오며 단기적으로는 복통이나 설사를 유발하는 것으로 보고된다. 동물실험에 의하면 생리적으로 유해한 영향없이 섭취될 수 있는 수준은 식사의 0.5%로 알려진다. 그러나 칼슘, 마그네슘 그리고 칼륨과의 균형이 이루어지면 0.5% 이상도 섭취가능하다고 보고된다. 따라서 FAO/WHO에서는 평균적으로 인의 섭취가능수준을 30mg/kg 체중으로 추천하며, 칼슘이 많은 식사에서는 30~70mg/kg 체중의 인 섭취도 무난하다

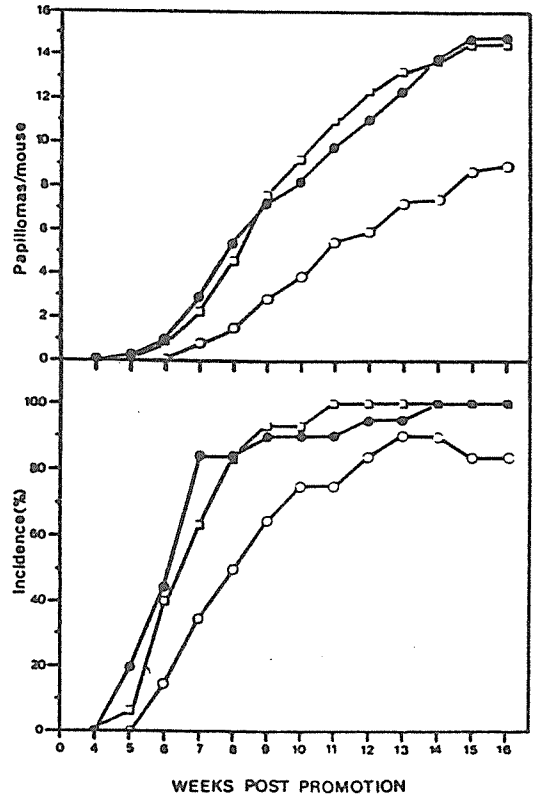


그림 4. 합성 CLA(○), linoleic acid(●) 및 acetone(□)을 처리한 쥐의 종양 및 발생 누적수. CLA : 구운 햄버거에서 추출되는 conjugated linoleic acid. 쥐는 DMBA로 종양을 유도하였음.

고 보고한다.

실제로 미국에서 허가된 육가공제품에 첨가수준은 0.5%이다. 0.5% 이상 첨가되면 제품의 물리화학적 품질이 오히려 저하되고 소비자들이 기피하는 맛이 결과되어질 뿐만아니라 고기자체에 함유되어있는 잔유인산량을 고려하여 최대 0.45%를 첨가할 수 있다. 국내에서는 첨가수준에 대한 제한은 없는 실정이나 위에서 언급한 자연적인 사용한계에 때문에 서양에서보다 더 첨가할 가능성은 매우 희박하다.

인산염의 사용을 제한한다면 야기될 수 있는 부작용은 위에서 열거한 제품의 품질이나 안전성에 대한 효과의 감소를 의미하며 대신 다른 첨가물을 사용하면 다시 그 첨가물에 대한 안전성문제가 고려되어져야하는 어려움이 뒤따를 것이다.

Table 9. The contents of benzo(a)pyrene (BP) in selected smoked meat products

Meat product	Number of samples	Content of BP ng/g	Proportion of samples containg BP<1 ppb %
Black smoked cooked ham	60	0.10-15.60	60
Black smoked uncooked ham	28	0.10-15	25
Dry sausage in natural	53	0.10-5.42	2.5
Hot smoked and scalded sausage	36	0.10-2.08	5.5

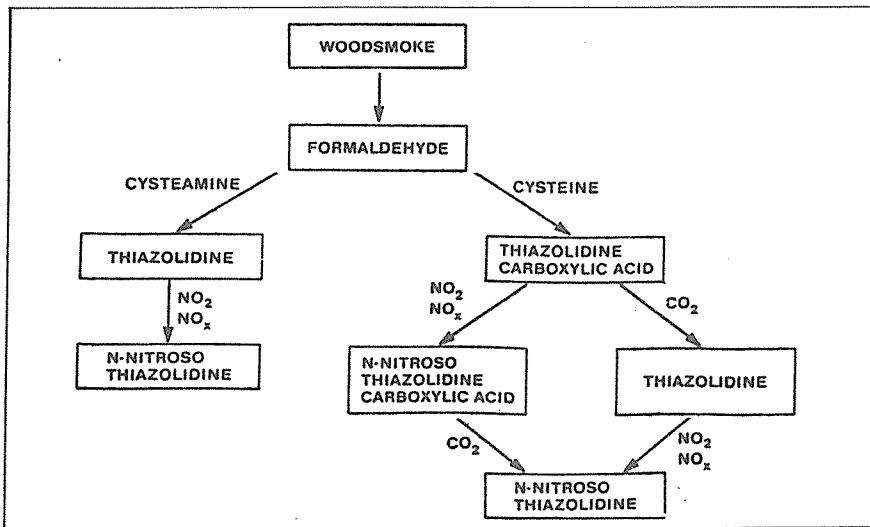


그림 5. 훈연된 염지육가공제품에서의 NTHZ 생성 기작

## 2. 가공단계

육원료 및 비육원료를 이용하여 햄이나 베이컨 제조에서는 염지공정을 거치고, 소시지나 기타 분쇄제품에서는 혼합, 염지 및 유회를 끝낸 후 가열·훈연공정을 거치게 된다.

### 가. 가열

국내에서는 신선육가공제품(예 : fresh sausage, fresh corned beef)이 생산되지 않기 때문에 모든 육가공제품은 가열처리를 받게된다. 가열처리는 미생물을 사멸시켜 제품의 저장성을 증가시킬뿐만 아니라 제품의 안전성도 개선시킨다. 고기를 가열하면 화학물질 잔류물의 17~85%가 감소되는 것으로 보고된다. 아울러 가열은 풍미의 증진 및 육색개선을 통한 기호성의 향상을 가져온다.

반면에 가열처리는 단백질의 소화율을 저하시키며 영양소의 파괴를 가져오는 것으로 보고되며 때로는 단백질식품의 가열처리는 인체에 해로운 물질을 생성시키는 것으로 알려져 한동안 햄버거에 발암물질/돌연변이유발물질이 함유되어 있음에 대해 논란이 있었다. 그러나 실제로 공장수준에서의 가열처리에 의해 야기되는 소화율저하나 영양소파괴는 영양적으로 크게 우려할 바도 아니고 발암물질의 존재도 발암억제물질(그림 4)의 존재량이 더 큰 것으로 보고되어 올바른 정보의 이해가 더욱 강조된다.

### 나. 훈연

연기에는 200여종 이상의 물질들이 존재하지만 육가공제품 품질에 영향을 미치는 것들은 페놀류, 이들은 지방산화를 억제하며 색깔과 풍미를 증진시키고

## □ 육가공업 발전방향 세미나 증계

미생물 발육억제를 통한 저장성 증진효과를 가져온다. 알콜류, 이들은 주로 유용한 연기성분들의 침투를 촉진시키는 역할을 한다. 유기산류, 이들은 약간의 보존제 역할을 하지만 주된 것은 육가공제품 표면단백질을 응고시켜 케이싱을 쉽게 제거하게 해준다. 카보닐류, 훈연육가공제품의 색깔과 풍미에 주된 역할을 하는 물질이다. 이들은 유리아미노기와 결합하여 육가공제품 표면을 금갈색으로 변화시키며 보존성도 증진시킨다.

훈연은 위에서 언급한 유익한 효과를 가져오는 반면에 훈연된 식품내에 발암물질들이 존재하는 것으로 보고되어 논란의 대상이 되어왔다. 그 첫째는 다환성방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH)류이다. 이들은 연기성분으로 존재하

여 훈연시 식품표면에 흡착, 흡수되어 존재하게 된다. 여러 가지 PAH 중에서 발암물질로 가장 널리 알려진 것은 3,4-benzopyrene이다. 훈연육가공제품에 존재하는 벤조파이린함량은 훈연을 위해 연기를 생산하는 조건 및 훈연방법에 따라 영향을 받는다(표 9). 지금까지 알려진 바로는 나무를 태워 연기를 생산하는 온도가 400℃ 이하일 때에는 벤조파이린은 거의 생산되지 않으며, 400℃에서 1,000℃ 사이에서는 온도증가에 따라 그 생산량이 직선적으로 증가된다고 보고된다. 이러한 벤조파이린 문제의 해결은 연기를 400℃ 이하에서 생산하는 것인데 재래식 방법으로 톱밥이나 나무조각을 직접 태우는 연기 생산방법으로는 400℃ 이하에서 연기가 생산되지 않으므로 현대식 공장에서는 연기생산기를 사용하여

Table 10. Prevalence of *Listeria* spp. in ground meats, raw meat products and ready-to-eat meat products

Sample	Origin	No. of samples		% of samples containing <i>Listeria</i>			
		Total assayed	Positive for <i>Listeria</i>	<i>monocytogenes</i>	<i>innocua</i>	other	species
Mince	U.S.A.	12	8	NR	NR	NR	67
Mince	Switz.	85	34	22	25	NR	NR
Mince	Austria	100	65	36	48	4	NR
Mince	France	62	5	NR	NR	NR	8
Mince	France	52	7	10	4	NR	NR
Mince	France	149	61	26	12	3	NR
Mince	Denmark	67	45	28	54	24	NR
Mince	N.Z.	25	23	92	ND	ND	ND
Mince	Canada	50	45	58	NR	32	NR
Mince	F.R.G.	117	95	43	NR	38	NR
Saus. meats	U.S.A.	5	3	NR	NR	NR	60
Saus. meats	Switz.	102	67	15	58	NR	NR
Raw prods.	Switz.	204	42	7	12	1	NR
Raw prods.	Austra	100	67	23	61	1	NR
Raw prods.	France	480	33	NR	NR	NR	7
Raw prods.	France	98	16	4	12	NR	NR
Raw prods.	France	120	29	10	13	2	NR
Raw prods.	F.R.G	11	6	9	NR	45	NR
Ready-to-eat	Hungary	48	6	4	NR	8	NR
Ready-to-eat	France	18	6	22	11	NR	NR
Ready-to-eat	France	37	12	22	11	ND	NR
Ready-to-eat	Canada	18	9	33	17	NR	NR
Ready-to-eat	U.S.A	12	1	ND	8	ND	ND

400℃ 이하에서 연기를 생산하고 있다. 또한 연기를 농축하여 발암물질인 PAH나 훈연목적에 부적합한 성분들을 제거한 후 액화시킨 훈연액을 이용하여 육가공제품을 훈연하므로써 안전한 제품을 생산할 수 있다.

둘째는 나이트로스아민의 존재이다. 훈연에 의해 육가공제품에 생성되는 것은 NTHZ라고 보고된다. 이것은 연기성분에 존재하는 포름알데하이드에 의해 생성되는 것으로 추정하고 있다(그림 5). 그러나 이것의 독성은 아직 명확히 규명되지 못하고 있으며 또한 아스콜빈산의 첨가와 훈연액을 이용한 훈연으로서 그 생성량을 상당히 감소시킬 수 있는 것으로 보고된다.

### 3. 유통단계

가열 훈연이 끝난 육가공제품은 냉각시켜 포장한 후 냉장유통을 하거나, 상업적 멸균 통조림제품의 경우 냉각 후 실온유통을 하게된다. 육가공제품은 제조공정이 적절히 수행되었고 가열 후 제품을 올바르게 취급한다면 안전성 문제는 크게 염려한 바가 아니지만 만약 가열 후 제품의 냉각이 잘못 수행되거나, 취급시 오염이 발생하였거나 저장온도가 너무 높거나 하면 여러 가지 식중독미생물이 발육하여 육가공제품의 안전성을 크게 위협하게 된다.

열처리나 아질산염의 첨가가 불충분한 통조림의 경우 가장 많이 발생하는 식중독은 *C. botulinum*이지만 현대식 육가공 공장에서 생산된 제품에서는 거의 발생되지 않는다. 반면에 제조 후 슬라이스해서 판매되는 delicatessen용 햄 혹은 소시지의 경우 취급자로 부터의 오염이나, 다른 식품이나 환경에서의 교차오염 혹은 저장온도관리의 잘못으로 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *C. perfringens* 등에 의한 식중독에 종종 발생된다.

신선육에 주로 오염되어 있어 문제가 되어오는 식중독미생물은 *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *E. coli* stain 0157:H7 등이 있다. 이들은 가열에 의해 쉽게 사멸되나 육가공제품에서는 가공 후 포장시 교차오염이나 제품취급시 신선육 혹은 기타의 식품이나 환경에서의 오염

에 의하여 안전성에 심각한 문제를 야기하고 있다. 최근 미국에서는 위에서 언급한 여러가지 병원성 미생물 중에서 *Salmonella*와 *Listeria*가 문제를 일으켜 지금은 전국적으로 분기별 monitoring program을 수행하고 있다. 표 10은 식육과 육가공제품에 있어서 *Listeria* 오염도를 보여주고 있다. 신선육뿐만 아니라 육가공제품에서도 오염이 관찰되고 있다. 따라서 공장에서 아무리 위생적으로 또한 열처리를 적절하게 수행하여 육가공제품을 제조한다 하여도 유통도중에 온도관리의 부실이나 즉석식품업소나 가정에서의 육가공제품 취급부주의는 소비자들의 안전을 위협할 가능성을 높여준다.

## III. 결 론

지금까지 살펴본 것과같이 육가공제품은 설정된 기준내에서 제조 유통된다면 안전성은 큰 문제가 없을 것으로 사료되므로 육가공 공장에서 뿐만아니라 유통과정에서의 품질관리와 제품관리에 주의를 기울여야 안전성에 대한 소비자들의 신뢰를 구축할 수 있을 것이다.

아울러 1970년대의 식품첨가물에 대한 안전성 논란이 첨가물에 대한 안전성 기준은 이것들이 가져오는 유익한점(benefits)과 가져올 수 있는 잠재적위험(risks)을 비교하여 결정해야 한다는 교훈을 남겨주었으나 숨은 위험(hidden hazard)들은 그 허용수준(tolerance level)이 아직 완전히 확립되지 않았고 또한 이에 대한 안전성이 식품첨가물과는 상이하여 risks와 benefits를 비교할 수도 없는 것들이 많은 형편이지만 작금의 형편이 완전히 존재하지 않는 수준(zero tolerance)을 성취하는 것이 불가능하므로 소비자, 가공업체, 학계 및 연구계가 함께 노력하여 정부가 가장 안전한 수준을 설정하는데 도움을 주어야 할 것이다.

## IV. 참고문헌

1. Anon : Nitrate, nitrite and nitroso compounds in foods. Food Technol., 41(4), 127(1987)
2. Boyle, M.P. : Meat-associated pathogens of

## □ 육가공산업 발전방향 세미나 중계

- recent concern. Proc. 39th Ann. Recip. Meat Conf., p.7, NLS & MB(1986)
3. Ellinger, R.H. : Phosphates and food ingredients. CRC Press(1972)
  4. Finley, J.W. : Environmental effects on protein quality. In Chemical changes in food during processing, Richardson, T. and Finley, J.W.(eds.), AVI Pub. Co., Inc., p. 443(1985)
  5. Ha, Y.L., Grimm, N.K. and Pariza, M.W. : Anticarcinogens from fried ground beef : heart-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8(12), 1881(1987)
  6. Johnoson, J.L., Doyle, M.P. and Cassens, G. : Listeria monocytogenes and other Listeria spp. in meat and meat products. A Review. J. Food Protec., 53(1), 81(1990)
  7. Kushner, G.J. : Food safety regulation in the 1990's. Proc. 41st Ann. Recip. Meat Conf., NLS & MB, p.69(1988)
  8. Osawa, T., Ishibashi, H., Namiki, M., Kada, T. and Tsuji, K. : Desmutagenic action of food components on mutagens formed by the sorbic acid/nitrite reaction. Agric. Biol Chem.50(8), 1971(1986)
  9. Pensabene, J.W. and Fiddler, W. : Formation and inhibition of nitrosothiazolidine in bacon, Food technol., 39(1), 91(1985)
  10. Potthast, K. : The problem of 3, 4-benzopyrene in smoked meat products. Fleischwirtschaft, 1, 38(1978)
  11. Sitorski, Z.E. : Smoking of fish and carcinogens. In Fish smoking and drying, Burt, J.R.ed.), Elsevier Applied Sci. Pub., Ltd., p.73(1988)
  13. Vanderveen, J.E. : Excess nutrients. Proc. 41st Ann. Recip. Meat Conf., NLS & MB, 73(1988)

\* 이 원고는 1990년 11월 2일 사단법인 한국식품과학회 주최 육가공협회 후원으로 이루어진 "육가공산업의 발전방향"에서 발표된 내용으로써 한국식품과학회에서 발행하는 식품과학과 산업 제23권 제4호에 게재된 것임.

## 만두... 계절별 차별화 필요

업계의 지속적인 판촉활동에도 불구하고 가공[만두]의 소비는 성수기인 겨울철과 비수기인 여름철의 구매량이 큰 차이를 보이고 있는 것으로 조사됐다.

리스피아르조연구소가 시중에 판매되고 있는 냉동만두에 대한 소비자 구매율과 구매량을 월별로 분석한 자료에 따르면 90년 1월의 구매량을 지수1백으로 잡고 그 이후의 구매량을 지수화해 관찰한 결과 겨울철(11, 12, 1, 2월)의 구매량은 여름철(6, 7, 8, 9월)보다 2배 이상 높은 것으로 나타났다.

이 자료는 특히 금년도 1월과 6월을 비교할 때도 지수상으로 58포인트가 차이나 여름철에 갈수록 냉동만두의 매기는 딱 떨어지고 있음을 보여주고 있다.

이에 대해 업계관계자들은 「여름철로 갈수록 만두의 매출이 부진한게 사실」이라고 밝히며, 업계는 새로운 조리방법의 개발 및 소개, 구매율 전략을 위한 제품 브랜드의 다양화와 가격, 질의 차별화를 통해 4계절 전천후 상품으로 정착시키려는 노력이 필요하다고 지적하고 있다.