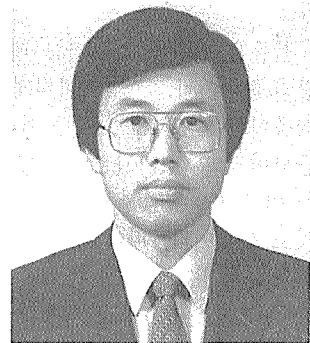

주제 4

육제품의 안전성



李 茂 夏

서울대학교 농과대학 교수

- 필자는 48년 10월 홍성에서 태어났다.
서울대 농대와 동 대학원에서
축산학을 전공, 미 워싱턴대학에서
식품과학과 식육학과를 나왔으며 농학박사 학위를 취득했다.
한국축산과학연구소 실장, 소장,
KAIST 식품공학연구실 책임 연구원으로 재직한 바 있다.

제 4 주제

건강생활을 위한 심포지엄

“아질산염의 효과는 육색고정 이외에 미생물 발육, 지방산화 억제 및 풍미 증진 등이다.”

이 무 하

서울대학교 농과대학교수

I. 서론

식품은 인간이 살아가는 데 없어서는 안될 것들 중의 하나이다. 그러나 이렇게 인간생존에 필수적인 식품이 자연상태로나 혹은 여러가지 이유로 인해 가공되어진 후 우리가 알게 모르게 인체에 해를 끼치는 여러가지 위험성을 내포하게 되는 경우가 많다는 것도 사실이다. 따라서 이러한 식품섭취에서 올 수 있는 위험의 종류를 올바르게 인식하고 평가하여 그 대책을 세운다면 우리는 좀더 안전한 식생활을 영위할 수 있을 것이다.

식품과 관련된 위험의 종류로서는 첫째, 식중독 미생물에 의해 야기되는 미생물적 위험으로, 식품원료 생산시뿐만 아니라 가공시 나아가서는 가공 후 제품의 저장 및 유통시에도 관리를 잘못하므로써 인체에 해를 끼치는 미생물이 잔존 혹은 오염되어 그 식품을 소비하는 사람에게 식중독을 일으키는 것이다. 둘째, 영양적 위험이다. 이러한 위험은 과다섭취나 결핍으로 올 수 있지만 극단적인 유행성 식이(food faddism)나 특정식품에 편중된 식생활로서도 야기될 수 있다. 셋째, 오염된 환경에서 생산된 물이나 식품에 과도한 중금속 및 독성물질의 존재에 기인된 환경적 위험이다. 넷째, 우리가 소비하는 여러가지 식물성 및 동물성 식품에는 자연적으로 존재하는 독성물질이 있어 이러한 식품을 다량 소비할

때 올 수 있는 자연적 독성물질 위험이다. 다섯째, 농작물 재배나 가축 사육시 사용된 농약, 살충제, 흄몬제, 항생물질 등이 식품에 잔류되어 인체에 위험을 야기하는 잔류물질위험이다. 이러한 결과는 주로 이들을 과도하게 사용하거나 사용중단시기를 지키지 않기때문에 야기된다. 여섯째, 식품첨가물에 서 오는 위험이 있다.

식품첨가물은 식품의 생산, 가공, 저장 혹은 포장시 의도적으로 사용되어지는 물질로서 기능성, 부패방지, 안전성증진, 영양가 보충, 혹은 생산비 절감 등의 여러가지 목적을 위해 생산자가 사용하므로써 다양한 식품을 안전하고 경제적으로 생산하여 소비자들에게 제공할 수 있게 한다.

반면에 이들은 화학적으로 합성된 물질로서 의도적으로나 실수로 다량 첨가되었을 때 인체에 해를 끼칠 수 있기때문에 위험으로 분류되어진다.

그러나 첨가물은 법적 허용수준에서 사용된다면 비록 안전성에 관한 많은 논란에도 불구하고 위에서 열거한 여러가지 위험중에서 그 정도가 가장 낮은 것이다. 완전한 안전은 성취될 수 없는 상황에서 첨가물의 안전성과 관련한 특정 첨가물의 사용허가는 첨가물 자체가 내포하는 잠재적 위험(risk)과 그 사용에서 얻어지는 이득(benefit)을 비교하여 결정하는 것이 합리적이라고 주장되고 있다.

II. 육제품의 안전성

육제품 생산시 원료의 품질관리를 엄격하게 수행한다면 환경적, 자연적 독성물질 및 잔류물질에서 오는 위험은 거의 제거될 수 있으며, 제조과정중 GMP(Good Manufacturing Practice)를 지키고 육제품의 저장, 유통중 온도관리 및 오염방지에 노력한다면 미생물적 위험도 해소될 수 있을 것이다. 따라서 엄격한 생산관리와 유통상의 품질관리를 전제한다면 육제품의 안전성 문제는 결국 육제품 생산을 위해 사용되는 첨가물의 잠재적 위험과 그 사용에서 오는 이익을 비교하므로써 검토될 수 있다. 그러나 가공을 하지않는다면 첨가물을 사용하지 않아도 될 것이라는 주장을 할 수도 있으므로 우선 육가공의 목적과 이를 추구하므로써 가져올 수 있는 이익을 분석하여 첨가물을 사용할수밖에 없는 가공의 필요성을 설명하고자 한다.

1. 가공의 목적

육가공의 역사는 기원전으로 거슬러 올라가 서양에서는 고대 에집트, 동양에서는 고대 중국에서 이미 저장을 위해 소금첨가나 건조를 이용하였음이 알려지고 있듯이 저장을 목적으로 시작되었다.

1) 저장

고기는 미생물발육을 위한 최적조건들을 구비하고 있으므로 실온에서 오래 보관할 수 없다. 따라서 냉장시설이 없던 옛날에는 획득된 신선육을 오래 저장하기 위해서 소금을 첨가하거나, 연기를 써거나, 햇볕에서 건조시키거나 하여 부패를 방지하고 나아가서는 신선육과 다른 풍미와 맛을 갖는 육제품을 제조하는 결과를 가져 왔다. 현대에는 새로운 기술의 발달로 가열처리를 통한 통조림제조, 냉장, 냉동, 냉동건조, 새로운 첨가물 이용, 방사선 조사 등의 여러가지 방법들이 개발되어져 고기의 저장은 안전성 측면에서 식중독예방, 부패억제를 통한 자원의 손실방지뿐만 아니라 고기의 수급조절 및 분배의 균형이라는 측면에서도 중요한 의미를 갖게 되었다.

2) 간편성과 다양성

신속하고 효과적인 저장기술의 발달로 육가공의 주된 목적이었다던 저장은 상대적으로 비중이 약해지고 소비자들의 생활환경과 방식의 변화에 부응하고자하는 산업계의 노력으로 간편성과 다양성이 강조되어진다. 복잡한 현대생활과 생활수준향상은 소비자들이 식품구입 및 음식 준비시의 간편성을 추구하게 하였고 또한 다양한 종류의 제품 중에서 선호하는 것을 선택할 수 있기를 바라는 구매행태변화에 맞춰 제품의 형태도 변화해 가야 하기때문에 현대에는 가공의 목적이 주로 간편성과 다양성 추구에 있게 되었다.

3) 부가가치 제고

저장목적 달성을 통하여 경제적 손실을 방지하고, 소비자 욕구충족을 위한 간편성과 다양성을 제공하므로써 부가가치를 높은 제품을 판매하여 생산자는 이윤을 증대시킨다. 자본주의 사회에서의 기업활동은 이윤추구가 주된 목적이다. 따라서 가공을 하므로써 부가가치가 증대되고 이에 따른 기업의 이윤증대는 당연한 귀결이라 하겠다.

2. 가공 목적별 수혜자

저장의 목적을 달성하게 되므로써 이익을 얻게되는 측은 자원손실방지라는 측면에서는 국가가 주된 수혜자이며, 안전성 측면에서는 육제품을 소비하는 소비자가 식중독위험에서 보호되므로써 수혜자가 될 것이다. 생산자의 입장에서는 제품의 저장기간이 길어지므로써 경제적 손실을 감소시킬 수 있게되는 장점을 갖게 된다. 아울러 자신의 제품이 안전하고 저장성이 우수하게 되면 소비자의 신뢰를 얻을 수 있으므로 국가 다음으로 많은 이익을 얻게 된다.

(표 1) 가공 목적별 수혜자

가공목적	대상	소비자	생산자	국 가
저 장		+	++	+++
간편성 및 다양성		+++	++	+
경제적 이익		+	++++	+

* +의 숫자는 상대적 수혜정도 (1981년)

간편성 및 다양성 추구의 목적에서는 비록 제품의 판매라는 측면에서 생산자가 이익을 보는 면도 있으나 결국 소비자의 필요에 맞춰 제품이 개발, 가공되기 때문에 가장 많은 이익을 얻는 측은 소비자일 것이다.

이윤증대는 가공목적 달성시 생산자가 얻게 되는 주된 이익일 것이다. 비록 경제적인 제품획득을 통해 소비자들도 이익을 얻게 되는 것이고, 국가도 국가경제라는 측면에서 수혜자라 할 수 있겠으나 가공을 통한 '부가가치제고로 획득하게 되는 이윤증대는 생산자가 독점한다고 해도 과언은 아니다.

이제껏 살펴 본 육가공의 목적과 그 목적들을 성취하므로써 얻어지는 유익한 사항들을 고려할 때 가공은 생산자나 소비자 중 그 어느 일방을 위한 것이 아닌 "상호 필요"한 것이며 하지않아도 되는 것이 아니고 "꼭 해야 하는 것"이다. 따라서 이러한 꼭 해야 하는 육가공을 수행하는 과정에서는 원료육을 여러가지 방법으로 가공을 하여 여러가지 종류의 육제품을 생산할 수 있다. 육제품 종류에 따라 제조방법은 약간씩 상이하지만 육제품 안전성과 관련되어 공통적으로 거치는 단계는 염지와 훈연을 들 수 있다. 따라서 염지시 사용되는 첨가물과 훈연과정에서 첨가되어지는 연기성분들을 검토하여 본다면 육제품의 안전성 문제를 이해하는 데 도움이 될 것이다.

3. 염지

역사적으로 볼 때 염지는 원래 고기를 저장하기 위해 소금을 첨가하는 것을 의미하였다. 그러나 소금으로 저장된 고기의 색깔이 종종 붉게 유지되는 이유가 밝혀진 후 현재에는 소금, 아질산염 그리고 설탕 및 각종 양념, 향신료, 염지촉진제 등을 고기에 첨가하는 것을 염지라고 부르게 되었다.

1) 소금

소금은 그 사용역사가 말해 주듯이 ① 미생물 발육억제를 통해 고기의 저장성을 증진시키며, 안전성을 개선하고, ② 인간의 미각에 알맞는 정도의 짠 맛을 제공하며 풍미를 개선하여 제품의 관능적 기호도를 증진시킨다. ③ 제품의 물리적 성질 측면에서는

보수력과 유화력을 증진시켜 다즙성을 좋게하고 고기입자끼리의 결합력을 좋게하여 조직감을 향상시킨다. 따라서 육가공에 있어서 소금의 사용은 필수적이다.

소금의 다량섭취로 올 수 있는 위험은, 소금 자체의 독성은 쥐에 있어서 LD₅₀가 체중 kg당 3.75g이므로 상당히 안전하다고 볼 수 있으나 과다한 소듐(Na)섭취가 고혈압을 유발하는 것으로 보고되므로 소금과다섭취가 소듐과다섭취로 연결되어 서양에서는 육제품제조에 첨가되는 소금의 양을 제품의 관능적 및 물리적 품질에 손상이 가지않는 수준에서 줄이거나 다른 염으로 소금을 대체하는 노력을 시도하고 있다. 그러나 국내의 육제품소비량이 서양의 나라들에 비해 워낙 소량이므로 한국인의 소금섭취량에 대하여 육제품 소비에서 오는 소금섭취량은 매우 미미할 것이다.

2) 아질산염

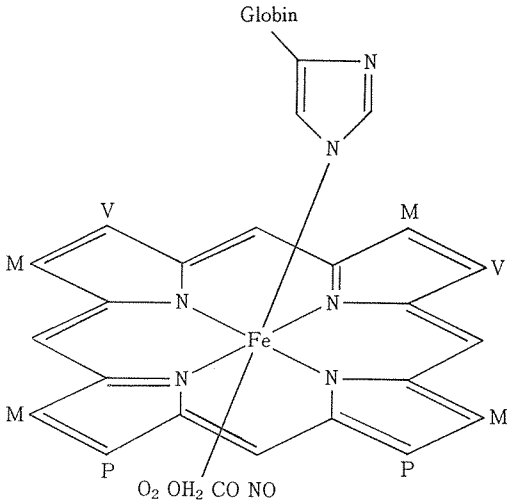
아질산염의 사용은 원래 소금만을 사용하여 염지한 고기의 색깔이 붉게 유지되는 이유를 규명한 결과, 소금에 불순물로 존재하는 질산염(Nitrate)이 미생물에 의해 아질산염(Nitrite)으로 환원되어 육색고정의 효과를 가져온다는 사실이 밝혀진 것에 연유한다. 따라서 서양에서는 질산염을 이용하여 염지육을 생산하는 기술이 개발보급되어 사용되어져 오다가 많은 연구결과에 의거 1920년대에 와서 아질산염의 직접사용이 허가되었다.

가. 역할

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

① 육색고정

육색소인 마이오글로빈에 존재하는 헴 철원자에 아질산염의 환원에서 생성된 산화질소(NO)가 결합하므로써 마이오글로빈의 색깔을 붉은 색으로 고정시켜준다(그림1). 이때 철원자는 환원상태이며 결합되는 분자가 산소나 일산화탄소일 때에도 효과는 마찬가지이지만, 열처리후에도 안정적인 것은 산화질소의 결합이기 때문에 육색을 고정시키는 것이다.



〈그림 1〉 마이오글로빈의 분자 결합 상태

② 미생물 발육억제

아질산염은 여러종류의 세균들의 발육을 억제하는 것으로 알려졌다. 그중에서 가장 중요한 것은 혐기성 세균으로서 지구상에서 발견된 독소중에서 가장 강력한 것을 생산하는 Clostridium botulinum의 발육억제이다. 아질산염이 육제품에 있어서 C. botulinum에 의한 식중독을 예방하기 위해서는 소금 1.5~2.0%가 존재하고 71°C 이상으로 가열할 경우 NaNO₂로 첨가수준이 75~150ppm되며 잔유량이 20ppm이상 존재하여야 한다는 것이 일반적인 견해이다. 진공포장의 보급확대로 C.botulinum에 의한 식중독위험 가능성은 예전보다 증가하고 있는 상황에서 아질산염의 중요성을 재인식할 필요가 있겠다.

③ 염지육 풍미 및 항산화효과

아질산염이 첨가된 염지육제품의 풍미는 비염지육제품의 풍미와 상이하다. 염지육의 독특한 풍미는 아질산염 첨가수준이 증가될수록 상승하는 것으로 보고된다.

육제품의 지방산화는 육색소에 존재하는 철원자에 의해 촉진된다. 아질산염은 육색고정시 철원자에 결합하므로써 철원자가 지방산화를 촉진하지 못하게 억제하는 역할을 하게되어 지방산화를 방지해준

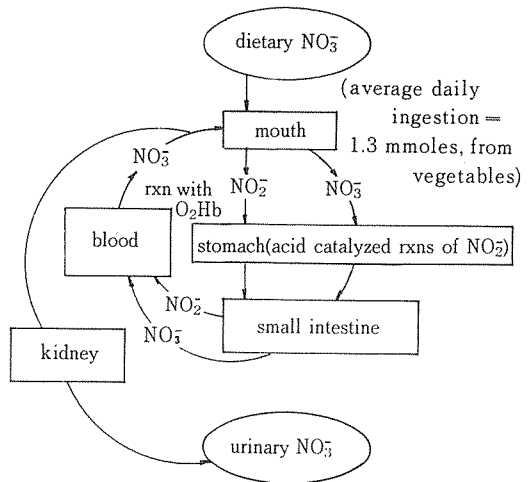
다. 또한 비염지조리육제품에서 발생하는 warmed-over flavor(WOF)는 일종의 지방산패취로서 아질산염을 첨가하면 방지할 수 있으므로 제품의 관능적 품질을 개선할 뿐만아니라 건강에 해로운 지방산화물 생성을 억제하는 효과도 제공한다.

나. 문제점

염지시 첨가된 아질산염이 야기시킬 수 있는 안전성의 문제는 아질산염 자체의 독성으로 야기될 수 있는 직접적 문제와 아질산염이 다른 물질과 반응하여 생성되는 반응물질에서 야기될 수 있는 간접적인 문제로 구분할 수 있겠다.

① 직접적인 독성

아질산염은 쥐에 있어서 LD₅₀가 NaNO₂로 체중 kg 당 180mg으로서 다량 섭취시 혈액내의 산소화헤모글로빈과 반응하여 산화헤모글로빈을 형성하여 헤모글로빈의 산소운반능력을 상실시킴으로서 심한 경우 죽음까지 초래하는 Methemoglobinemia를 유발한다. 이것은 생후 6개월미만의 유아나 가축에서 종종 발생하지만 성인에게는 큰 위험이 없는 것으로 보고된다. 이러한 아질산염의 직접적인 독성문제는 실제적으로 아질산염 섭취과다에서보다 야체에 많이 존재하는 질산염 섭취과다에서 유발된다. 그림 2에서 보는 바와 같이 질산염은 섭취되면 이중의 10~20%는 구강내에 존재하는 효소에 의해 아질산염



〈그림 2〉 섭취질산염의 인체내 대사 경로

으로 환원되며 나머지 질산염과 함께 위속으로 들어가게 된다. 위내에서 질산염은 안정하나 아질산염은 여러가지 반응을 일으킨다. 질산염과 나머지 아질산염은 소장으로 이동되어 흡수되므로서 혈액으로 들어간다. 여기에서도 질산염은 안정하므로 반응을 일으키지 않고 아질산염은 산소화헤모글로빈과 급속히 반응하여 산화헤모글로빈과 질산염을 형성한다. 혈액은 이들 질산염을 타액선과 콩팥으로 이동시켜 타액과 뇨로 배출되게 한다.

구강내와 위장에서 생산되는 내생 아질산염(그림 2)의 량은 연간 약 30kg의 염지육제품(잔류 아질산염 약 30ppm함유)을 소비하는 사람이 섭취하는 아질산염의 약 10배가 된다고 보고된다. 표2에서 보는 바와 같이 질산염은 주로 야채와 타액에서 섭취되며 아질산염은 타액이 주된 공급원임을 알 수 있다. 한국인이 염지육제품에서 섭취할 수 있는 아질산염의 량은 1988년도 육제품 생산량 31,732M/T과 가장 육제품을 많이 소비할 수 있는 5~39살 인구 기준(약 2,400만명)으로 할 때 1인당 연간 육제품 소비량은 1.3kg(전체 인구 기준시 0.85kg)이므로, 육제품에 잔류하는 아질산염을 NaNO_2 로 50ppm으로 생각할 때 일인당 일일 0.18mg(전체인구 기준시 0.12mg)이 된다는 계산이 나온다. 이것은 1975년도 미국인의 일일 섭취량의 약 1/20에 달하는 량이다.

〈표 2〉 미국의 일일평균 아질산염 및 질산염 섭취량(1975년 기준)

		질산염(NaNO_3)		아질산염(NaNO_2)	
		mg	%	mg	%
야채	117.79	86.0	0.30	1.8	
과일, 주스	1.82	1.3	0.00	0.0	
우유 및 유제품	0.30	0.2	0.00	0.0	
빵	3.04	2.2	0.05	0.3	
물	1.21	0.9	0.00	0.0	
염지육제품	12.75	9.3	3.55(0.12)*	21.1	
타액	(41.29)**	-	12.91	76.8	
계	136.91	99.9	16.81	100.0	

* 1988년 우리나라 1인당 1일 섭취량

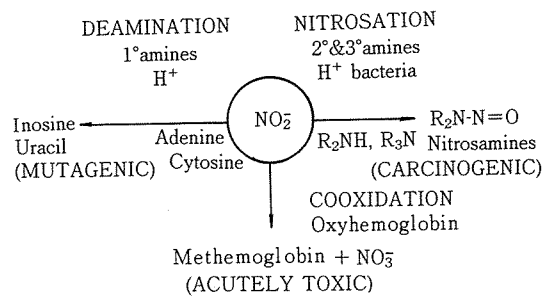
** 계에 포함되지 않았음

실제적으로 질산염은 매우 안정하므로 그림2에서와 같이 생리화학적 변화에 의해 아질산염으로 환원

되어야 독성을 나타나게 된다. 아울러 1978년에 아질산염 자체가 발암물질이라는 보고가 있어 물의를 일으킨 바 있지만 FDA에서 주선하여 연구내용을 객관적으로 검토한 위원회에서 해석을 달리하므로서 더이상 논란이 없게 되었다.

② 간접적인 위험

간접적인 위험은 육제품 소비전에 이미 생성된 발암물질인 나이트로스아민(Nitrosamines)의 섭취와 육제품 소비후 함께 섭취된 아질산염이 체내에서 각종 아민류(amines)와 반응하여 나이트로스아민을 생성하므로서 야기될 수 있는 것으로 나눌 수 있다. 그림 우선 아질산염이 일으킬 수 있는 반응을 살펴보기로 한다. 그림 3에서 보는 바와 같이 우선 산성조건하에서 아질산이온은 1차아민들에게서 아미노기를 제거한다. 이것은 주로 세균이나 이스트에서 발생되며 아민으로서 아데닌(adenine)이나 싸이토신(cytosine)이 이노신(inosine)과 유라실(uracil)로 전환되어 돌연변이를 유발한다. 이러한 반응은 포유동물에서는 발생되지 않고 있는 것으로 보고된다. (그림 3)



〈그림 3〉 독성학적으로 중요한 아질산염의 반응들

두번째 반응은 이미 언급한 것처럼 산소화헤모글로빈을 산화시켜 산화헤모글로빈을 형성하므로서 전체 혈액의 50% 이상이 산화헤모글로빈으로 존재하게 될 때 멜헤모글로비니아(Methemoglobinemia)로 죽게 된다.

세번째 반응은 산성조건하에서 2차, 3차아민과 반

응하여 발암물질인 나이트 로스아민을 생성하는 것이다. 이것은 조건만 성립되면 체내에서도 일어날 수 있다.

㉗ 사전형성 나이트로스아민

나이트로스아민에 관련하여 현재까지 수행된 연구에 의하면 베이컨의 경우를 제외한 다른 염지육제품에서는 조미료나 향신료들을 사용전에 아질산염과 혼합하여 보관하지 않는 한 염지육제품에서 나이트로스아민이 문제되지 않고 있다. 이것은 조미료나 향신료에 많은 종류의 아민들이 존재하여 아질산염과 혼합되어 있는 동안에 반응이 진행되기 때문인 것으로 밝혀졌다.

베이컨의 경우는 예외로서 주로 검출되는 나이트로스아민은 나이트로소파이롤리딘(Nitrosopyrrolidine, NPYR)과 나이트로소다이메틸아민(Nitrosodimethylamine, NDMA)이며 최근에는 나이트로소다이아졸리딘(Nitrosothiazolidine, NTHZ)이 보고되고 있다. NDMA나 NTHZ는 매우 소량 검출되고 있고 주로 문제되는 것은 NPYR이었으나 미국에서는 베이컨 제조시 첨가되는 아질산염 수준을 NaNO_2 로 120ppm으로 낮추고 아스콜빈산 500ppm을 함께 사용하도록 하여 NPYR 수준을 낮추며 USDA에서 시장에 나오는 베이컨을 수거분석하여 2회이상 NPYR이 10ppb이상 검출되는 회사의 생산을 중단시키므로써 나이트로스아민 문제를 효과적으로 대처해 오고 있다.

국내에서는 첨가수준이 NaNO_2 로 약 104ppm이며 아스콜빈산 500ppm이 함께 첨가되므로 미국에서보다 아질산염이 적게 첨가되고 있으며, 전체 염지육제품 생산량의 약 1/10을 베이컨으로 생산하는 미국의 경우 연간 일인당 소비량이 3.4kg인 반면 한국은 1988년도 베이컨 생산량이 전체 육제품 생산량의 1.6%이므로 그 소비량 또한 매우 미미한 실정이다.

㉘ 체내에서의 나이트로스아민 형성

섭취된 아질산염이 체내에서 각종 아민과 반응하여 나이트로스아민을 형성하므로써 야기될 수 있는 위험은 여러가지 연구결과에 따르면, 표 2에서 본 바와같이 염지육제품 소비에 따라 섭취된 아질산염량에 비해 내생아질산염량이 월등히 많으므로, 주로 내생아질산염에서 유래하는 것으로 보고된다. 이러

한 연구결과도 염지육제품 소비량이 우리보다 수십 배 많은 서양인을 기준으로 하였으므로 국내에서는 섭취 아질산염과 내생 아질산염의 상대적인 위험유발도가 훨씬 차이가 클것으로 사료된다.

3) 솔빈산

거의 모든 식품이 사용되는 미생물 발육억제제인 솔빈산은 국내에서 육제품에 항상 아질산염과 함께 첨가되어진다. 쥐에 있어서 LD_{50} 가 체중 kg당 7.36g으로서 소금보다도(3.75g) 안전한 것으로 나타나는 솔빈산은 염지육에서 아질산염과 함께 사용되므로써 아질산염 사용량을 감소할 수 있게한다고 보고되어진다. C. botulinum독소생산을 억제하기 위해 요구되어지는 아질산염 수준을 솔빈산 0.2%와 함께 사용할 때에는 40ppm까지 낮출 수 있다고 알려진다. 그러나 40ppm 수준의 아질산염은 염지육 및 풍미 측면에서 불충분한 것으로 보고되며 실제적으로 서양에서는 솔빈산염의 사용이 건조 및 반건조육제품에서만 곰팡이발육 억제를 위해 허가되고 있다.

4. 훈연

훈연은 인간이 육류나 생선을 저장하기위해 나뭇불위에서 건조시킨 오랜 옛날부터 시작되었다. 이러한 훈연은 염지처럼 저장이 주된 목적이었으나 냉장기술의 발달로 저장의 중요성은 상대적으로 감소되고 풍미, 색깔, 지방산화억제 및 새로운 제품 창출의 목적으로 사용되어진다.

연기에는 300여종 이상의 물질들이 존재하지만 육제품 품질에 영향을 미치는 것들은 ① 폐놀류, 이들은 지방산화를 억제하며, 색깔과 풍미를 증진시키며, 미생물 발육억제를 통한 저장성증진 효과를 가져온다. ② 알콜류, 이들은 주로 유용한 연기성분들의 침투를 촉진시키는 역할을 한다. ③ 유기산류, 이들은 약간의 보존제 역할을 하지만 주된 것은 육제품 표면 단백질을 응고시켜 케이싱을 제거하기 수월하게 하여준다. ④ 카보닐류, 훈연육제품의 색깔과 풍미에 주된 역할을 하는 물질이다. 이들은유리아미노기와 결합하여 육제품표면을 금갈색으로 변화시키며 보존성도 증진시킨다.

훈연은 위에서 언급한 유익한 효과를 가져오는 반

면에 혼연된 식품내에 발암물질들이 존재하는 것으로 보고되어 논란의 대상이 되어왔다.

그 첫째는 다환성방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH)류이다. 이들은 연기성분으로 존재하여 혼연시 식품에 흡착, 흡수되어 존재하게 된다. 여러가지 PAH중에서 발암물질로 가장 널리 알려진 것이 3,4-benzopyrene이다. 혼연육제품에 존재하는 벤조파이린함량은 혼연을 위해 연기를 생산하는 조건 및 혼연방법에 따라 영향을 받는다. 지금까지 알려진 바로는 나무를 태워 연기를 생산하는 온도가 400°C 이하일 때에는 벤조파이린은 생산되지 않으며, 400°C에서 1,000°C 사이에서는 생산량이 직선적으로 증가된다고 보고된다. 이러한 벤조파이린 문제의 해결은 연기를 400°C 이하에서 생산하는 것인 데 재래식방법으로는 400°C 이하에서는 연기가 생산되지 않으므로 현대식 연기생산기를 사용하여야 한다. 또한 연기를 농축하여 발암물질인 PAH들을 제거한 후 액화시킨 혼연액을 이용하여 혼연하므로서 안전한 혼연육제품을 생산할 수 있다. 세계적으로 육제품의 벤조파이린함량을 규제하는 나라는 독일이 유일하게 1ppb이하로 규정하고 있다.

둘째는 나이트로스아민의 존재이다. 혼연에 의해 육제품에 존재하는 나이트로스아민은 NTHZ라고 보고된다. 이것은 연기성분에 존재하는 포름알데하이드(formaldehyde)에 의해 형성되는 것으로 추정하고 있다. 그러나 아스כול빈산의 첨가와 연기로 혼연하는 대신 혼연액 사용으로 NTHZ를 상당히 감소시킬 수 있는 것으로 보고된다.

III. 결론

이제껏 살펴본 바와같이 육제품의 안전성은 영양적 위험이나 첨가물에서 오는 위험의 측면에서 고려되어진다. 영양적 위험 면에서는 소금의 과다섭취가 문제가 될 수 있겠으나 미국의 경우 소듐 전체 섭취량의 17%가 육제품소비에서 오는 것으로 보고되므로 우리나라 실정에서 육제품 소비량이 워낙 소량이므로 전체 소금섭취량에 대한 육제품소비에서 오는 소금섭취량은 미미할 것이다.

첨가물에서 오는 위험은 아질산염의 사용과 혼연

에서 오는 것을 들 수 있겠다. 아질산염의 경우 내생 아질산염의 양이 육제품 소비에서 오는 섭취량보다 월등히 많으므로 직접적인 위험은 거의 없다해도 과언이 아니고 나이트로스아민 문제는 표3에서 보는 바처럼 환경이나 기타 다른 것에서 오는 위험의 정도가 상대적으로 높은 상황이므로 국내 육제품에서 사용되는 아질산염에 의한 안전성문제는 무시할 정도라 할 수 있겠다.

(표 3) 미국거주자들의 휘발성 나이트로스아민에 대한 상대적 노출도 추정치(1981년)

Source	Nitrosamine	Route	Daily exposure ($\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$)
Cigarette smoking	Several	Inhalation	17
Beer	NDMA	Ingestion	0.3-0.97
Automobile interiors	NDMA, NMOR, NDEA	Inhalation	0.2-0.5
Cosmetics	NDELA	Dermal	0.41
Cooked bacon	NPYR	Ingestion	0.17
Scotch whiskey	NDMA	Ingestion	0.03

NDMA=N-nitrosodimethylamine; NMOR=N-nitrosomorpholine; NDEA=N-nitrosodiethylamine; NDELA=N-nitrosodiethanolamine; NPYR=N-nitrosopyrrolidine

국내 육제품 생산자들이 사용하는 혼연방법은 재래식으로 직접 수행하는 것이 아니고 현대식 혼연기를 이용하거나 혼연액을 사용하고 있으므로 혼연에 의한 육제품의 안전성 문제는 없을 것으로 생각되므로 혼연제품의 선택여부는 소비자의 선호도에 의하여 결정되어야 할 것이다.

IV. 참고문헌

1. Anonymous. 1987. Nitrate, nitrite and nitroso compounds in foods. Food Technol. 41(4): 127
2. Derr, D. D. 1984. FSIS Sodium and potassium monitoring program: baseline and early trend results. Proc. Meat Ind. Res. Conf., AMI, p.102
3. Graham, H. D. 1980. The safety of foods. 2nd ed., AVI.

-
4. Green, L. 1982. Metabolism of nitrate. Proc. Meat Ind. Res. Conf., AMI, p.93
 5. Pensabene, J. W. and W. Fiddler. 1985. Formation and inhibition of N-nitrosothiazolidine in bacon. Food Technol. 39(1):91.
 6. Potthast, K. 1978. The problem of 3,4-benzopyrene in smoked meat products. Die Fleischwirtschaft 1 : 38
 7. Price, J. F. and B. S. Schweigert. 1987. The science of meat and meat products. 3rd ed. Food and Nutrition Pres..
 8. Wagner, D. A. and S. R. Tannenbaum. 1985. In-vivo formation of N-nitroso compounds. Food Technol 39(1): 89
 9. White, J. W., Jr. 1976. Relative significance of dietary source of nitrite, J. Agric. Food Chem. 24 : 202.