

肉類加工에서 질산염 · 아질산염의 사용효과와 섭취량에 대한 검토



李 聖 甲

〈韓國冷蔵研究開發室長〉

1. 머리말

식육제품에 발색제로 사용하는 아질산근을 갖는 질산염과 아질산염에 대한 우리의 관심이 점점 고조되고 있는 것은 우리의 식생활이 소득향상에 따라 미백편중의 건분식으로 부터 고급영양식품인 육류가공품으로 바꾸어 감에 따라 식육제품중의 아질산근이 인체내에서 발암성 물질로 된다는 문제때문에 대두된 것이라고 생각된다.

그러나 햄, 소세지 제조에 원료육의 색고정이나 풍미향상을 위하여 질산염은 발색제로 옛부터 필수적으로 이용하였고 이의 대체품이 없어 인체의 유해성 시비가 제기된 현재도 각국에서 법으로 사용량을 규제하여 이용하고 있다.

질산염의 육제품발색은 원료고기중에 존재하는 세균에 의하여 아질산염으로 변화된 후 신선한 고기색소인 Myoglobin, Nitro Myoglobin(赤色), Nitroso Hemoglomogen(紫色) 등과 결합되어 하나의 육제품색을 고정시키게 된다. 그러나 아질산염은 인체내에 섭취하면 장내에서 흡수되어 혈액중의 Hemoglobin과 결합, 산소운반능력이 없는 Met Hemoglobin으로 되어 대량섭취하면 산소부족증을 유발하게 된다. 또 최근의 연구는 질산염이 Nitrosoamine의 전구물질이 됨으로서 암을 유발하는 물질로 중요시 다루고 있으나 아직 단정할 수 없는 실정이고 앞으로 계속 이에 대한 각종연구가 집중적으로 진행되고 있다.

여기서는 우리가 육가공에 사용하는 질산염, 아질산염의 육제품에서 사용효과와 인체내 섭취량 및 이용상의 대책등에 대하여 현재까지의 국내외 연구결과를 정리하여 설명하고자 한다.

2. 질산염의 유용성과 유독성

(1) 육제품의 발색과 풍미향상

질산염이 육의 발색현상에 관여하는 것은 기원전 부터 알려져 초기에는 초석(초산카리움)을 사용하였다.

아질산염의 발색기구에 대하여는 많은 연구 결과로 구명되고 있으며 현재는 최소의 사용으로 최대의 발색효과를 얻을 수 있는 조건구명이 검토과제가 되고 있다.

육제품의 발색은 질산염이 주성분이나 발색보조제로 아스코르빈산이나 니코틴산 등이 사용된다.

질산염은 발색기능외에 제품에 Cured Flavor를 생성하여 좋은 풍미를 부여하고 또 보존력을 상승시켜 주는 역할도 해준다.

제품의 풍미는 질산염 사용량에 따라 비례하여 량이 증가할수록 좋아진다.

그러나 질산염에 의한 Cured Flavor효과는 Non Smoked Products에서는 크게 기대할 수 없다.

아직 Cured Flavor의 생성기구나, 풍미의 주성분에 대하여는 앞으로 연구과제가 되고 있다.

(2) 유 독 성

① 급성독성

아질산염은 그 자체가 강한 독성을 가져 급성중독으로 Vomiting(嘔吐), Zyanose, 혈압강하 등의 증상을 일으키고 중증인 경우 Collapse(허탈), Coma(혼수), 호흡장애 등의 상태가 되어 급기야는 사망하게 된다. 이러한 현상은 아질산염이 혈액중에 흡수되어 meto

Hemoglobin을 형성하여 혈액의 산소운반능력을 저하시키기 때문이다. 그러나 섭취량이 적으면 Meto Hemoglobin 환원효소에 의하여 Hemoglobin으로 원상복귀 되어 자연적으로 정상기능이 회복된다.

아질산염의 급성중독량은 LD₅₀에서 Mouse경구 220mg/kg, Rat경구 85mg/kg,이고 LD₁₀₀은 토끼피하 170mg/kg, 고양이피하 35mg/kg이다.

이들 급성중독량으로 사람의 경구치사량은 0.18~2.5g 정도이며 중독은 혈액독으로 동물의 연령이나 투여의 조건에 의해 크게 달라진다.

그러나 질산염은 그 자체로는 거의 무독성이나 체내섭취되면 대부분은 오줌으로 배출되고 일부는 장내미생물작용에 의해 아질산염으로 환원되어 아질산염과 같은 중독현상을 나타낸다.

옛부터 목축업자들이 가장 무서워하는 목초에 의한 소의 질산염 중독은 목초중의 질산염이 소의 제 1 위중에서 아질산염으로 환원 혈액중에 흡수되어 급성 중독을 일으키는 것이었다.

유유아(乳幼兒)는 위액의 분비가 적고 활발한 장내균총(腸內菌叢)을 유지함으로 질산염이 섭취되면 아질산염의 생성이 많고 또 3개월이내의 젖먹이들에게는 Meto Hemoglobin 환원효소도 부족함으로 아질산염 중독에 예민하여 각별한 주의가 필요하다.

독일이나 캐나다에서는 시금치중독, 우물물에 의한 중독사고가 보고되고 있다.

② 만성독성

아질산염의 만성독성에 대하여 쥐에 100mg/kg수용액을 전생애와 3세대를 걸쳐 매일 투여시험결과 약간의 생장저해와 생존기간의 단축이 인정되었으나 시험쥐의 혈액상(血液像)

이나 기타 내장기관에는 이상이 없었고 축적 독성도 별로 없었다. 이로 미루어 보아 만성 독성은 큰 문제가 되지않으나 최근 문제가 제기된 발암성 물질인 Nitrosoamine과 관련하여 재검토되고 있다.

③ Cl. Botulinum균 억제효과

아질산염의 Cl. Botulinum균에 대한 번식억제 효과는 일찍부터 알려져 있다.

식품에서 Cl. Botulinum균이 생성하는 독소는 치명률이 40%이상이나 되어 이의 독소형 식중독을 일으키게 되면 무서운 결과를 초래하게 된다.

최근까지 어육연제품, 육제품에서 이러한 식중독의 예방은 아질산염과 AF-2의 협동작용을 이용한 방법으로 이들 유해세균을 저지한 때문이고 현재는 고압열수 Retort살균에 의해 유해세균의 발육을 억제하는 방법을 사용하고 있다.

그러나 AF-2가 유전독성과 발암물질로 판명되어 이의 사용이 금지된 1974년부터 Cl. Botulinum균 억제대책으로 새로운 각도의 방법이 검토되어야 할 과제로 연구되고 있다.

아질산염이 Cl. Botulinum균의 억제효과는 소위 Perigo Effect라 하며 많은 연구자에 의해 이의 본태에 대한 구명시험이 진행되어 왔

으나 아직 결론을 얻지 못하고 있으며 다만 아질산염의 역할만이 아니라는 것은 증명되었다.

보통 Cl. Botulinum균의 억제는 배지 pH에 의한 영향이 크나 Glucose와 50ppm이상 아질산염을 첨가하여 시제한 소세지에 대하여 조사결과 아질산염처리한 시료도 전혀 독소의 생성이 없었다고 보고 되었다. 그러나 아질산염의 Botulinum균 발육 저지농도는 pH 6.0으로 약 78ppm의 아질산염이 첨가되어야 하나 현재 육제품중의 아질산염 잔존량(20ppm)으로는 Botulinum균의 번식을 억제하기는 곤란하다.

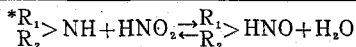
④ Nitrosoamine의 발암성 문제

아질산염은 식품중의 아민류와 반응하여 발암성물질이라는 Nitrosoamine을 생성하기 때문에 아질산염에 관한 문제가 Close up되어 식품위생상 중요한 과제로 취급되기는 1970년대 부터이다.

그러나 Nitrosoamine의 선구체인 아질산염이나 아민류는 함께 자연계에 널리 분포되어 우리들의 식생활에 필연적으로 섭취되고 있어 단순히 육제품에 첨가되는 아질산염에 국한시키지 말고 전체식품에 대하여 인체안전성의 관점에서 시급히 검토하여 해결방안을 강구하

표 1. Nitrosoamine의 발암성(흰쥐시험)

*R ₁	*R ₂	투여법	발 암 부 위	*R ₁	*R ₂	투여법	발 암 부 위
CH ₃	CH ₃	경 구	간(백혈병)	CH ₃	C ₆ H ₁₁	경 구	식 도
CH ₃	CH ₃	흡 입	비강, 신장	CH ₃	C ₆ H ₁₁	피 하	식 도
CH ₃	C ₂ H ₅	경 구	간, 육종	C ₂ H ₅	CH ₂ =CH	경 구	식도, 전위
C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	경 구	간, 식도, 비강	C ₂ H ₅	CH ₂ =CH	정맥주사	식도, 폐, 간부비강
C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	정맥주사	간, 인후	C ₂ H ₅	(CH ₂) ₂ CH	경 구	간, 식도, 인후전후
CH ₃	CH ₂ =CH	경 구	혀, 인후, 식도	C ₂ H ₅	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂	경 구	간, 식도, 폐
CH ₃	CH ₂ =CH	흡 입	비강, 부비강, 인후	C ₂ H ₅	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂	정맥주사	간, 식도, 위장, 부비강
CH ₃	Aryl	경 구	식도, 신장	CH ₃ CH ₂ CH ₂	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂	경 구	혀, 식도, 간
CH ₃	Aryl	정맥주사	신장, 부비강, 폐	(CH ₂) ₂ CH	(CH ₂) ₂ CH	경 구	간(plasma세포종)



*2급 amine 아초산 Nitrosoamine

지 않으면 안된다고 생각된다.

Nitrosoamine의 발암성시험으로 Nitrosoamine 25~50ppm/체중kg을 사료에 첨가하여 흰쥐사육시험결과 분명히 암을 유발한 보고(표 1)가 있어 육제품중의 아질산염이 직접적인 인체의 발암요인이라고는 확인할 수는 없으나 안전성 면에서 고려할 문제이다.

3. 법적규제

아질산염과 질산염에 대하여는 「식품첨가물의 규격 및 기준」의 117항과 172항에 규정되어 있고 이의 사용규제는 「식품 등의 규격 및 기준」(보사부령 376호 71.6.1)의 어육연제품과 식육제품에 국한하여 사용을 제한하고 있다.

우리나라 이외의 각국에서도 아질산염의 강한 독성때문에 식품첨가물로서 사용량을 법규로 엄격하게 제한하고 있다.

우리나라의 아질산염이나 질산염의 사용은 식육제품중의 잔존량을 아질산근으로 70ppm 이하(어육연제품 50ppm이하)로 제한하였다.

이러한 사용량 규제는 최종 제품중에 아질산근으로 제한하고 있어 실제 첨가량은 제품의 제조과정에서 소실되는 양을 감안하여 최종 제품중의 아질산근 함량이 법규정 이하가 되도록 결정사용하여야 하는데 보통 아질산염이나 질산염이 제조과정중 사용량의 40~60%가 제품에 잔존된다.

미국에서 질산염의 사용량 결정은 종류별로 육제품중의 NO₂ 함량분석치, Curing처리공정별 NO₂잔존량분석치(아질산염으로 약 40ppm) 등을 검사하여 이를 근거로 최종제품에 200ppm이하(아질산근 133ppm으로 우리나라의 2배량)로 되게 사용하는데 1970년에 수정한 사용량규제는 질산염은 침염용액으로 0.84%,

건조염은 육에 대하여 2,180ppm, Binder meat에는 1,680ppm까지 허용 하였고 아질산염은 침염용액으로 0.24%, 건조염으로 육에 대하여 628ppm, Binder meat나 Scrap meat에는 156ppm의 첨가를 허용하였다. 따라서 이들 염은 단독 또는 조합하여 사용하더라도 최종제품중 잔존량은 아질산염으로 200ppm을 초과되지 않도록 사용량을 결정하여야 한다. 이러한 잔존량 제한은 자가침지육(가금육, 야생식육 포함)이나 훈제 염장어류(연어, 청어)에도 적용시켜 질산염은 500ppm이하(아질산염병용도 가능), 아질산염으로는 200ppm이하(훈제염장류는 10ppm이하)로 하였다.

표 2. 각국의 질산염 사용규제현황(1975)

국 명	발 색 제	
	NO ₂ (K·Na)ppm	NO ₃ (K·Na)ppm
오스트리아	500	200(잔존량)
벨 지 음	500(K염)	200(잔존량)
카 나 다	200(잔존량)	
덴 마 크	500(Na염)	100
핀 랜 드	500(K염)	200(염지미가열육 150(Na염))
프 랑 스	150(합유식염)	
독 일	600(K염) 500(Na염)	Na염 0.6% 합유식염
아 일 랜 드	500(Na염)	200(가열육) 500(미가열육)
이 스 라 엘	500(Na염)	200
한 국		70(아질산근)
이 태 리	무허가사용금지	
노 르 웨 이	무허가사용금지	
룩셈부르크	2000(K염)	식염(0.6%합유)
포르투갈	1%(잡정)	금 지
스 페 인	규정없음	
스 웨 덴	500	200(Na염)
스 위 스	GMP규정준용	200
영 국	500	200(Na염)
미 국	500 (2,180)(사용량규격)	200(625 사용량규격)
일 본		70(아질산근)

기타 각국에서도 비슷한 규제를 하는데 (표 2) Nitrosoamine과 관련하여 더 엄격한 제한

을 검토하고 있으며 이태리, 노르웨이 같은 나라는 사용이 금지되고 있다.

4. 섭취허용량 문제

WHO/FAO의 「식품첨가물전문위원회」는 식품첨가물의 안전성을 보증하기 위하여 개개품목의 1일 섭취허용량(Acceptable Daily Intake : ADI)을 설정하는 작업을 추진하고 있다. ADI란 사람이 일생을 통하여 섭취하여도 위해를 일으키지 않는 양을 의미하며 이는 동물의 만성독성시험결과 하등의 장애가 없는 양(ADI)에 안전계수 100~500배를 곱하여 허용량을 산출한다.

제 6 차 전문가위원회(1962)에서 설정한 아질산염의 ADI는 무조건 첨가허용량은 0~0.4 mg/kg, 조건부첨가허용량은 0.4~0.8mg/kg으로 결정하였다.

이 A.D.I로 성인체중을 50kg로 할 때 어른 1일 섭취허용량은 아질산염 40mg이 최대량이 된다. 질산염은 무조건 허용량이 0~5mg/kg 조건부허용량은 5~10mg/kg으로 결정하여 성인(체중 50kg시) 1일 최대 섭취 허용량은 500mg이 된다.

따라서 1964년 이후 질산염이 Nitrosoamine 전구물질로 발암성문제가 대두되어 육제품의 아질산염 사용허가량이 관심이 집중되어 제13차 전문가위원회(1974)는 아질산염 첨가허용섭취량을 수정하여 조건부 허용량을 폐지하고 무조건 허용량을 세계 각국 공통으로 적용토록 일원화 시켰다.

무조건 섭취허용량이 아질산염으로 0.2mg/kg일때 질산염은 5mg/kg에 해당되고 아질산근으로 0.134mg/kg, 질산근은 3.65mg/kg이 되어 체중 50kg 성인의 경우 NO₂ 6.7mg, NO₃ 183mg가 1일 최대섭취허용량(ADI)이 된다.

다.

햄, 소세지 등 식육제품 1일 1인 섭취량을 일본의 경우 23g(1973 일본 국민영양조사섭취량자료)로 아질산근의 분포허가량 70ppm이라고 보면 1일 섭취하는 아질산량은 1.6mg이 되어 ADI의 약 24%에 불과하며 실제 식육제품 섭취량은 생산량 통계로보면 약 10g에 미달되고 있어 육제품중의 NO₂분포합량을 20ppm이라하면 1일 섭취하는 NO₂량은 0.2mg으로 ADI의 3%의 소량에 지나지 않고 있다.

우리나라의 육제품 1일 1인 섭취량을 생산 통계로 보면 1g미만(0.3g)이므로 NO₂ 섭취량은 무시해도 좋다고 볼 수 있다. (표 3)

표 3. 축육제품 생산량 및 소비량(한국 1980)

년 도	소세지	햄	베이컨	계	1 인 당	
					년간	일간
1975	3,598	293	47	3,938	113g	0.3g
1976	4,090	289	52	4,431	124	0.3
1977	3,830	317	60	4,207	115	0.3

5. 분석검사방법과 대체품 개발문제

아질산염의 사용기준결정이나 이의 준수 여부 조사를 위하여는 행정적으로 통일된 분석 검사방법이 확립되어야만 실효를 거둘 수 있다.

종래의 분석법은 재현성이 극히 적어 함량 측정이 불가능한 경우도 종종 있었다.

우리나라는 식품첨가물의 규격 및 기준에 명시된 것과 같이 KMnO₄적정법(NO₂)과 H₂SO₄ 적정법(NO₃)으로 공정분석법이 규정되었으나 일본의 공정분석법은 Bratton-Morshall시약에 의한 비색법이 채용되고 있다.

미국에서는 아직도 결합아질산염의 일부를

측정하는 방법을 공정법으로 채용하고 있다.

Nitrosoamine의 발암성과 관련하여 아질산염의 사용이 점점 불안해짐에 따라 이를 대체할 만한 품목개발이 하나의 과제가 되고 있으나 아직 이러한 발색제는 개발되지 않고 있다.

그리하여 아질산염을 사용하지 않고 제품의 생산을 시도하고 있으나 제품의 품위나 품질 유지상 문제점이 많아 계속 연구검토 되고 있다.

미국에서는 과일의 아질산염을 아황산염으로 분해시키는 방법이 특허로 나와 있고 아황산염의 최기독성에 대한 연구도 보고되고 있으나 아직 실용화되지 않고 있다. 아질산염같은 발색제는 발색보조제와 병용함으로써 더 큰 효과를 얻을 수 있다. 발색보조제는 그 자신 발색능력은 없으나 이산화질소를 유효히 이용하는 것이기 때문에 Ascorbic acid가 니코틴산등의 환원제가 발색 보조제로 채용된다.

6. 육류 및 그 가공품의 아질산염 분포

일본에서 조사한 식육원료 및 식육제품중의 아질산염 함량조사결과 생육에는 발색제가 첨가되지 않아 아질산염함량은 자연함유량에 기인되는 것 뿐이어서 극히 적은 양이었다. 쇠고기중의 NO₂함량은 0.1~0.9ppm범위로 평균

0.33ppm을 보여 문헌치와 비교하여 1/10~1/20정도였고 NO₃함량은 0~7.85ppm내로 평균 2.65ppm이었다.

식육가공품의 아질산염함량은 시판제품(동경의 소매점)이 NO₂가 0.2~35.1ppm, 평균 9.1ppm으로 이는 예상보다 적은 양이었으며 이들 제품중 아질산염 무첨가 제품으로 생각되는 것도 있었다고 보고 되었다.

NO₃함량은 3.5~1,533.2ppm, 평균 157ppm으로 최근('80.5) 우리나라 질산염함량조사보고보다 상당히 적은 함량이었다.

일본내 육제품 각 제조업체별 제품중의 발색제함량 조사결과(표 4)를 보면 NO₂함량은 2~42ppm의 범위내에 있고 평균 14.4ppm으로 허가량의 1/5정도였고 이들중 10ppm이하가 전체 조사시료의 40%였고 10~20ppm범위는 33%였다. NO₃함량은 5.3~289.7ppm으로 평균 55.9ppm이었으며 이들중 50ppm이하가 전체 시료의 59%, 50~100ppm범위가 26%였다. NO₂는 각사제품 모두 평균적인 분포였으며 NO₃ 함량은 제조업체별로 차가 큰 것이 특징이었다.

또 일본 각 지역별 생산제품중의 발색제 함량은(표 5) NO₂는 훈제 Bacon이 12.2ppm, Loin Ham 27ppm, pressed Ham 22.9ppm, Weiner Sausage 8.4ppm 등의 평균치였고 NO₃는 각 품목별로 거의 비슷한 함량인 140.9~

표 4. 육제품의 발색제 함량비교(일본, 1976)

업체별	조사수	NO ₂ (ppm)		NO ₃ (ppm)	
		Range	mean	Range	mean
가	13	6.5~23.7	23.7	36.6~186.1	87.2
나	11	4.3~20.2	10.8	5.3~25.2	13.9
다	12	3.3~30.2	10.4	10.3~289.7	114.0
라	13	3.0~31.0	12.7	23.7~93.0	44.7
마	9	3.0~30.1	14.3	15.3~22.5	19.5
계	58	3.0~42.0	14.4	5.3~289.7	55.9

※ 품목 : Ham, Weiner Sausage, Bacon, Salam: Sausage, Bologna 소세지 등

표 5.

지역별 식육제품의 발색제 함량분포(일본, 1976) (ppm)

지역	품목 발색제	Smoked Bacon		Loin Ham		Pressed Ham		Weiner Sausage	
		NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃
북해	도	14.43	17.3	64.29	86.4	14.80	64.2	9.45	618.1
동북	북	8.86	49.2	49.07	50.2	17.20	9.9	7.74	68.8
관동	동	16.79	43.8	12.00	216.6	16.27	160.5	21.05	277.3
동경	경	6.40	180.1	28.73	149.1	24.80	51.1	1.05	192.6
동해	해	7.12	722.2	64.78	89.3	10.37	24.1	6.89	179.4
북육	육	1.44	29.1	4.53	47.1	43.56	938.3	15.61	145.9
근기	기	8.53	22.6	34.44	98.9	14.76	14.2	2.79	18.4
대관	관	15.09	162.1	4.85	90.0	11.87	136.8	5.54	30.4
충국	국	43.17	48.0	6.23	90.8	2.98	66.9	15.74	35.4
사국	국	8.13	88.3	22.44	90.6	71.50	58.5	2.39	41.1
구주	주	4.00	186.9	5.83	630.0	23.80	52.0	3.74	35.7
평	균	12.18	140.9	27.02	149.0	22.91	144.3	8.36	149.4

표 6.

일본 육제품종의 발색제함량조사 (ppm)

인 용 문 헌	조사수	NO ₂		NO ₃	
		Range	mean	Range	mean
일본신약 KK(경도, 1971)	19	혼적~36.3	16.6	혼적~826	215
"	31	0~49.3	11.6	4.3~605	113
일본 광도대학(1972)	74	1~64	20.2	10~1,840	470
일본 신나치위생연구소(1972)	84	0~54	14.2	0~344.1	56.3
일본 식육가공협회(1975~76)	347	2.5~68.5	21.3	—	—
일본 국립위생시험소(1976)	127	0.2~71.5	13.7	3.5~1,533	146
JAOAC 56, 621 (1973)	197	0~169	28	0~2,531	181

149ppm 범위였다.

이상 일본 육제품종의 발색제 함량을 종합해 보면 NO₂ 13.7ppm, NO₃ 145.7ppm으로 본 조사결과를 지금까지 연구발표된 문헌치와 비교해 보면(표 6) 별차가 없었고, 어느것도 허가량 보다 크게 하향조정하여 사용한 것을 알 수 있다.

미국의 육제품 중 발색제함량조사 보고는 NO₂가 28ppm으로 일본의 2배가 되는 것으로 보고 되고 있다.

7. 인체 섭취량 임상조사

(1) 타액중의 NO₂, NO₃ 함량

사람의 타액중에는 자연적으로 아질산염이

존재하는데 이는 구강내의 미생물이 섭취한 질산염을 환원시켜 생성한다고 1937년에 연구 보고되었다.

최근 발암물질인 Nitrosoamine의 전구물질로 아초산염이 중시되자 타액중의 NO₂염에 대한 관심이 집중되고 있다. 이러한 배경에서 타액중의 아질산염 함량조사가 활발히 진행되고 있으나 이의 생성량에 미치는 요인은 명확치 않다.

한 시험보고는 질산염식품으로 배추절임을 섭취할 때 타액중의 NO₂양이 증가하는 현상을 발견하여 섭취식품과 타액중의 NO₂양과는 밀접한 관계를 확인하였다고 하였다.

(그림 1, 표 7)

이것은 하루동안 분비하는 타액량을 1l로 볼 때 최초일의 [타액중에 NO₂ 71.9mg, NO₃ 544.5 mg로 이때 외부에서 섭취한 NO₂는 10.7mg, NO₃는 1,254.5mg이 되어 타액중의 NO₂함량은 식품섭취량의 6.7배로 증가되는 반면 NO₃는 0.4배 감소되었다.

잔여 NO₂량 0.6배는 뇨중에 배설한 양이 된다.

이상에서 보통 Menu에서 섭취하는 NO₃의 약 10%가 NO₂로 변화되는 것을 알 수 있는 것이다. 채소를 많이 먹는 사람들은 섭취하는 NO₃의 약 5%, 덜먹는 사람들은 섭취하는 NO₃의 30~50%가 타액중에서 NO₂로 변화하는 것으로 된다고 보고 있다. (표 7)

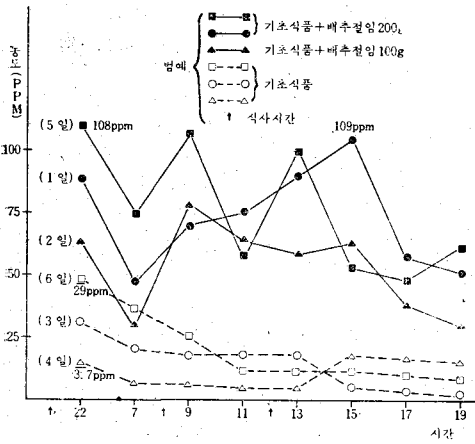


그림 1. 기초식품 및 고농도 질산염취식에 따른 타액중의 아질산염의 변화(6일간)

표 7. 타액중의 질산염 및 아질산염의 함량변화

시 식 일 수	투 여 식 품		규 정 식 품 중		타 액 중*		타액중/규정식품중	
	고질산염식량 (절임배추)g	기초식품	NO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)
제 1 일	600	0	10.7	1,254.2	71.9	544.5	6.7	0.4
제 2 일	300	0	5.6	645.0	52.7	382.7	9.5	0.4
제 3 일	0	기초식품	0.6	40.1	12.1	75.4	21.2	1.9
제 4 일	0	기초식품	0.6	79.9	8.5	45.2	14.4	0.6
제 5 일	600	0	10.7	1,252.8	76.0	508.3	7.1	0.4
제 6 일	0	기초식품	0.6	35.5	15.8	108.7	27.8	0.1

*1일 타액분비량 1,000ml로 가정하여 NO₂ 및 NO₃ 평균농도를 곱하여 산출.

(2) 섭취식품중의 질산염 함량분석

질산염의 섭취량과 위암발생과는 밀접한 관계가 있다는 것은 선진외국에서 대규모의 역학적 임상연구로 증명되고 있으나 우리나라는 이 방면의 연구가 별로 없다. 그러나 우리나라 위암발생률은 세계 제 1위권에 든다고 추정할 때 우리의 생활에서 절임채소와 염장 어류의 섭취량이 많은데 원인을 생각할 수 있어, 위암발생과 생활은 깊은 관계가 있다는 것은 명확하다고 볼 수 있다.

일본의 「암연구팀」의 한 group으로 「절임식품조사반」을 구성하여 식품중의 질산염 섭취량조사결과 첨가물로 불안정하게 축적된 NO₂보다 도리어 식품중에 천연적으로 존재하는 고농도의 NO₃염이 인체에 NO₂섭취원으로 중요한 구실을 한다는 것을 발견하여 주목되고 있다. NO₃염의 섭취량 계산 실측보다도 각종 식품중에 존재하는 NO₃염의 함량을 분석조사하여 식품의 섭취량에 대하여 환산하는 방법이 사용된다.

섭취량 계산을 위하여 하나의 식품종류별 NO₃ 표준함량분포표를 만들어 사용하면 쉽게 산출할 수 있다. (표 8)

표 8에서 보면 아질산염을 가장 많이 함유한 식품은 발색제를 첨가한 육제품으로 13.7 ppm이고 질산염은 유색채소 1,278.7ppm 및

표 8.

식품별 아질산염, 질산염의 함량과 섭취량 계산 (일본 1973)

식 품 명	함 량 ppm		1 인 1 일 섭 취 량		
	NO ₂	NO ₃	취 식 량 g	NO ₂ mg	NO ₃ mg
곡 { 쌀 밥	0.66	22.3	269.5	0.178	6.01
류 { 밀 가루	0.80	18.6	90.0	0.072	1.67
육 { 기 타	0.40	3.6	1.8	0.001	0.006
육 { 류	0.39	3.8	50.9	0.020	0.19
육 { 계 품	13.70	145.7	23.0	0.315	3.35
어 { 개 류	0.95	8.1	96.0	0.091	0.78
해 { 조 류	2.37	1,033.4	4.5	0.011	4.65
채 { 유 색 류	2.99	1,278.7	81.3	0.243	103.96
소 { 기타(버섯포함)	0.56	923.3	210.2	0.118	194.08
두 { 대 두 류	0.25	10.8	60.7	0.015	0.66
류 { 기 타	0.47	20.9	2.9	0.001	0.06
서 { 류	0.82	180.8	50.7	0.042	9.17
실 { 탕 류	0.31	4.3	12.4	0.004	0.05
과 { 자 류	0.62	11.9	31.1	0.019	0.37
기 { 림 류	0.23	11.6	14.0	0.003	0.16
과 { 실 류	0.28	15.6	184.0	0.052	2.87
조미료, 음료	0.48	7.1	115.7	0.056	0.82
계 { 란 유	0.44	11.0	41.3	0.018	0.45
우 { 품	0.13	1.4	89.5	0.012	0.13
유 { 계	0.44	8.5	4.8	0.002	0.04
합	—	—	1434.3	1.273	329.5

기타 채소 923.3ppm으로 가장 많다.

육제품과 채소는 역시 소득수준 향상에 따라 다소비 식품이어서 그 섭취량도 많아 합량표로 계산하면 1일 NO₂는 육제품에서 0.32mg이 되고 NO₃는 채소류에서 300mg을 섭취한다.

이 합량표로 볼 때 육제품이 NO₂염 급원으로는 단연 주가 되나 섭취하는 총 NO₃량 1.3mg의 25%정도이고 총섭취 NO₃양 329.5mg의 90%인 298.04mg가 채소류에서 섭취되므로 식품에서의 질산염 문제는 육제품보다도 채소의 섭취량을 문제삼아야 된다.

채소류에서 섭취되는 298.04mg의 질산염은 타액중에서 15~30mg의 아질산근이 생성되는데 이 양은 육제품에서 섭취하는 NO₂량 0.32mg의 약 50~100배에 상당하는 것이 되기 때문이다.

질산염 섭취량에 대하여 각국에서 조사보고된 것을 보면(표 9) 구미각국의 섭취량은 60~80mg으로 일본의 280mg보다 4~5배 섭취량이 적다. 이들 계산치나 분석치보다 실제로는 10~20% 상향조정하여 사용하는 것으로 보아 일본은 300~320mg이 섭취량이 되고 구미제국은 100mg이하이다.

우리나라의 경우 아직 이에 대한 조사보고가 없어 알 수 없으나 육제품 취식량이 미미하여 아질산염의 섭취량은 무시되어야 할 것

표 9. 각국의 질산염 섭취량 비교

국 명	NO ₃ 염 mg	발 표 년 도
카 나 다	58	1970
미 국	43	1973
미 국	76.3	1975
영 국	43.52	1973
영 국	82	1976
일 본	268~299	1974~1980

이나 앞으로 이의 생산공급량이 급증될 것으로 보아 이에 대한 대책은 시급히 강구되어야 할 것이다.

8. 결 어

미국인의 타액중 NO₂은 2.0~6.7mg이고 1일 체내에 섭취 NO₂염량은 1/3이 식품에서(육제품 1일 섭취량 74.7g×NO₂함량 35ppm=2.61mg) 유래되고 2/3는 타액(타액중 NO₂ 4.59ppm×타액 1일분비량 1,250ml=5.74mg)에서 공급된다고 보고되고 있다.

일본인의 아질산염 섭취량은 16.1±23.5ppm으로 미국인의 3.5배 ADI 6.7mg의 2.4배가 된다.

일본인의 영양소요량과 식량구성표(1980)로 산출한 질산염의 섭취량은 총 329.5mg중 Vitamine, minerals의 급원으로서 시금치등 유색채소 80g과 배추등 무색채소 210g도합 290g의 채소를 1일 섭취할 때 이들에서 공급되는 질산염은 298mg으로 총섭취량의 90%가 된다.

이 298mg의 질산염 섭취량은 ADI 183mg보다 115mg이 초과되고 있어 이 초과량에 대한 안전성은 보증되고 있지 않은 상태이다. 그리하여 이를 해결하는 수단으로서 기본섭취채소량에서 NO₃염 115mg 상당량의 채소를 적게 조절섭취할 필요가 있다. 이것이 해결되지 않으면 타액중의 아질산염은 육제품으로 섭취하는 양 보다 많아 육제품에 아질산염 첨가를 금지시켜도 체내섭취량은 별로 큰 의미가 없다.

우리나라의 경우 질산염을 사용하는 육제품의 생산량이 국민 1인당으로 볼 때 미미하나 점점 생산 공급체제가 구축되고 있어 이에 대한 구체적인 연구대책이 강구되어야 할 것이다.

또 육제품의 발색도 질산염이나 아질산염의

사용에 대한 행정당국에 철저한 사후감시감독이 지도적으로 이루어져야 되겠고 제조자들도 이점 명심하여 법규격기준이하로 적게 조정사용할 것이며 또 발색보조제 등의 발색제 채용에 대하여 신경을 써야할 것이며 소비자들도 선진외국에서와 같이 국민건강면에서 질산염의 위해에 깊은 관심이 있어야겠다.

인 용 문 헌

1. 보사부: 식품첨가물의 규격 및 기준 357(1977)
2. 보사부: 식품등의 규격 및 기준 27~29(1977)
3. 原田基夫: The Meat Journal 15(5) (1978)
4. 川北兵藏: 食品の選定 124 (1976)
5. 김명찬: 식품공업 47 (1978)
6. 박성배: 서울시 위생연구소보 7 (1971)
7. 이병조등: 식품과 식품포장재중 첨가물 및 중금속함량에 관한 연구 (1980)
8. 보사부: 식품위생교육교재 (1979)
9. 한국식품공업협회: 식품공업 51호 29~42 (1979)
10. Manual of GRIFFITH. LAB. INC. U.S.A (1978)
11. 축산진흥회: 축산물가격 및 수급자료 103 (1980)
12. White I.W.: J. Agr. Fd. Chem 23. 886. (1975)
13. 高居 등: 榮養學雜誌 28, 29 (1970) 33, 203 (1975)
14. 일본동경도: 중앙어매시장년보(야채편) (1975)
15. 辻薦: 食品加工技術 Hand Book (1971)
16. FAO/WHO: Codex Alimentarius (1978)
17. 川城巖 등: 食品添加物 試驗法 (1972)
18. 노정구 등: 식품과학53 (1980)

보리혼식
건강가족