

서울시 유통 식육가공품에 대한 최근 3년간(2016~2018) 아질산이온 함량 조사

안전성분석팀

곽정연 · 조상민 · 이종혁 · 최태석

A Survey of Nitrite Content in Processed Meat Products in Seoul from 2016~2018

Safety Analysis Team

Jeong-yeon Kwak, Sang-min Jo, Jong-heok Lee and Tae-seok Choi

Abstract

Sodium nitrite is commonly used in the processing of meat process products as a food additive to develop color and to prevent bacterial growth. However, it has been reported the carcinogen N-nitrosamine can be produced by sodium nitrite. In this study, nitrite residues from 935 processed meat products in Seoul were analyzed using UV spectrophotometry. The average nitrite content of various processed meat products were found to be as follows: bacon, 12.49 mg/kg; sausages, 9.83 mg/kg; hams, 9.82 mg/kg; crushed meats, 0.89 kg/kg; canned meats, 0.77 mg/kg; spiced meats, 0.14 mg/kg; and dried meats, 0.13 mg/kg. Residual nitrite content was below 70 mg/kg in all of the tested products. Over 20 mg/kg of NO_2^- was detected in 81 processed meat products(8.7%). NO_2^- content exceeded 40 mg/kg in 6 hams, 5 sausages, and 3 bacons. An average nitrite concentration of 9.82~12.49 mg/kg was found based on the pooled results from hams, sausages, and bacons, which was higher than the average concentration found in other types products. Among the tested products, less than 1mg/kg of meat contained 62.8%(587/935) of the total nitrite found in our analyses. Our results show a slight reduction in nitrite concentrations relative to previous reports. The 'quality labeling regulation' specifies that in the case of additives such as nitrite, the ingredients and functions used in the manufacture of the product are to be communicated to consumers. The use of coloring agents such as nitrite ions should be carefully monitored to ensure food safety.

Key words : processed meat, nitrites

서론

현대 사회는 과학과 기술의 발전에 따른 식생활의 간편화로 많은 소비자들이 기존의 식생활 습관에서 벗어나 각종 인스턴트 식품이나 가공식품을 섭취하고 있으며(1, 2), 식품제조업체에서는 다양한 가공식품을 제조함에 따라 제조과정 중 품질보존 및 풍미 증진 등의 목적으로 각종 식품첨가물을 사용하고 있다(1). 이에 소비자들은 알지 못하는 사이에 각종 가공식품에서 사용되는 식품첨가물을 섭취하고 있으며, 그에 따라 식품첨가물의 안전성 평가와 섭취량에 대한 관심도 증가하고 있다(1). 또한 생활수준이 높아짐에 따라 고기를 이용한 식육가공품의 육질과 맛, 영양, 기능성 및 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아졌다(3).

식육에는 부패를 방지하기 위해 염지를 하여 저장하는 방법이 오래전부터 사용되어 왔으며, 그 중 아질산염은 고대 로마시대에도 사용된 기록이 있는 아주 오래된 식품첨가물이다(4). 보통 식육가공품에 발색제로 아질산염이 첨가되는데, 식육가공품은 아질산염의 첨가에 의해 제품의 발색, 산화 억제, 풍미 증진 효과가 나타나며, 특히 *Clostridium botulinum*과 같은 혐기성 미생물의 성장을 억제하고, 분비독소의 생성억제작용이 있다고 알려져 있다(5). 그러나, 식품 및 생체 내의 잔존 아질산염은 그 자체가 독성을 가지며, 아질산염이 첨가된 육제품을 고온에서 가열하면 nitrosamine의 생성 가능성이 있고, 이를 섭취하면 사람의 위내의 낮은 산성조건에서 발암물질인 N-nitrosamine 이 생성될 수 있다는 보고가 존재한다(6). 식육가공품은 고기 함량이나 제조방법에 따라 햄류, 소시지류 등 8가지 유형으로 나뉘며, 이 중 식육추출가공품을 제외한 7가지 유형에서 아질산염의 잔류량을 70 mg/kg 이하로 사용을 허용하고 있다(7). 햄과 소시지 등에서 안전섭취량만 지키면 크게 문제되지 않는 양임에도 불구하고, 현대 소비자들은 건강을 위하여 아질산염이 함유된 식육가공품의 소비에 대해 부정적으로 인식하고 있다(8).

그러나, 아질산염이 지니는 다양한 작용을 대체

할 수 있는 물질이 없어 식육가공품에서의 아질산염의 잔존량을 철저히 규제하면서 사용하고 있는 실정이다(9). 또한, 아질산염을 천연 물질로 대체하거나 사용량을 줄이면서 아질산염의 작용을 대체할 수 있는 방법을 강구하고 있다. 돈육 소시지에 키토산을 첨가하면 아질산염 대체 효과가 있다는 연구(9), 아스콜빈산을 첨가한 상업적 소시지 제조 시 감마선과 포장방법 사용의 변화에 의해 잔류 아질산염의 감소 효과가 있다는 연구가 있으며(10), 돈육 소시지에 감초 및 강황을 첨가하면 저장성 증진과 아질산염 소거 효과가 있다는(11) 연구 등 아질산염 대체효과 및 아질산염의 소거능력에 대한 연구들이 진행되고 있다.

또한 시중에 유통되는 식육가공품 중 아질산염 무첨가를 표기한 제품들은 합성아질산염을 대신해 식물에서 추출한 아질산염인 셀러리 분말을 첨가한 것이며, 아질산염의 양은 엄격하게 제한한다 해도 단백질 속 아민과 결합해 발암물질인 nitrosamine 이 생성되는 것을 완벽하게 차단하기 어렵다.

‘식품의 표시기준’에는 아질산염 같은 첨가물의 경우에는 제품 제조 시 사용된 성분과 기능을 표시하도록 규정하고 있다. 또한 식육가공품에서의 아질산염 잔류량을 70 mg/kg 이하로 사용을 허용하고 있다. 본 연구는 2016년부터 2018년까지 최근 3년간 서울시내 유통 식육가공품에 대하여 검사를 실시하여 식육가공품에 잔류되는 아질산이온을 기준으로 허용기준에 적합하게 제조 및 유통되고 있는지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

2016년부터 2018년 3년간 서울지역에서 유통되었던 식육가공품 총 935건에 대하여 수거하여 검사하였다. 유형별로는 양념육류 249건, 건조저장육류 49건, 베이컨류 32건, 분쇄가공육제품 100건, 소시지류 286건, 햄류 163건 그리고 통조림 햄 56건 등이었고, 연도별로는 2016년 357건, 2017년 336건, 2018년 242건 등이었다(표 1).

Table 1. Number, range and average of nitrite concentration in each meat product in 2016~2018

| Meat products | 2016 | | | 2017 | | | 2018 | | | Total | | |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| | No. of Sample | Range (mg/kg) | Average (mg/kg) | No. of Sample | Range (mg/kg) | Average (mg/kg) | No. of Sample | Range (mg/kg) | Average (mg/kg) | No. of Sample | Range (mg/kg) | Average (mg/kg) |
| Spiced meat | 74 | ND~2.8 | 0.19 | 124 | ND~6.3 | 0.12 | 51 | ND~1.3 | 0.12 | 249 | ND~6.3 | 0.14 |
| Dried meat | 32 | ND~3.8 | 0.17 | 4 | ND~0.3 | 0.08 | 13 | ND~0.3 | 0.05 | 49 | ND~3.8 | 0.13 |
| Bacon | 14 | ND~61.2 | 12.78 | 5 | 0.2~14.9 | 7.84 | 13 | ND~61.6 | 13.96 | 32 | ND~61.6 | 12.49 |
| Crushed meat | 55 | ND~25.8 | 1.25 | 31 | ND~9.9 | 0.64 | 14 | ND~0.6 | 0.40 | 100 | ND~25.8 | 0.89 |
| Sausages | 104 | ND~47.2 | 9.59 | 103 | ND~50.0 | 10.16 | 79 | ND~41.8 | 9.71 | 286 | ND~50.0 | 9.83 |
| Hams | 57 | ND~47.4 | 13.33 | 40 | ND~53.6 | 11.41 | 66 | ND~25.3 | 5.82 | 163 | ND~53.6 | 9.82 |
| Hams (can etc) | 21 | ND~21.7 | 1.47 | 29 | ND~1.3 | 0.37 | 6 | ND~0.4 | 0.27 | 56 | ND~21.7 | 0.77 |
| Total (100.0%) | 357 | ND~61.2 | 5.76 | 336 | ND~53.6 | 4.72 | 242 | ND~61.6 | 5.54 | 935 | ND~61.6 | 5.33 |

* ND=Not detected of nitrite

2. 시약 및 기구

아질산이온 표준품으로는 아질산나트륨(Sodium nitrite, >99.0%)(Sigma-Aldrich, USA)을 사용하였고, 그 외 시약들은 0.5N Sodium hydroxide (Merck, Germany), Zinc sulfate(Wako, Japan), Ammonium acetate(Sigma-Aldrich, USA), Sulfanilamide(Sigma-Aldrich, USA), N-(1-aphthyl) ethylenediamine dihydro-chloride (Sigma-Aldrich, USA)을 사용하였다. 증류수는 초순수제조장치(ELGA Purelab Classic, UK)로 제조한 3차 증류수를 사용하였다.

3. 시험방법

아질산이온의 함량 검사는 식품공전의 시험방법인 디아조화법으로 검사하였고, 결과 값은 직선성을 나타내는 R^2 (결정계수, coefficient of determination)이 0.999 이상의 데이터를 사용하였다.

시험용액 제조 : 200 mL의 메스플라스크에 세 절한 검체 10 g과 80℃의 증류수를 적당량 넣은 후 다시 0.5 N 수산화나트륨용액 10 mL와 12% 황산아연용액 10 mL를 넣고 80℃ 항온수조에서 20분간 가열하였다. 실온이 될 때까지 식힌 후, 초산암모늄완충액 20 mL와 증류수를 첨가하여 200 mL로 하였다. 내용물을 잘 혼화하여 10분간 실온에서 방치 후 건조여지에 여과하여 최초의 여액 약 20 mL는 버리고 맑은 여액을 공진삼각플라스크에 받아 시험용액으로 사용하였으며, 별도로 증류수 20 mL를 공시험용액으로 사용하였다.

시험용액 및 공시험용액 20 mL에 설파닐아미드 용액 1 mL와 나프틸에틸렌디아민용액 1 mL 및 증류수를 넣어 25 mL로 하고 잘 섞어 발색시켜 20 분간 방치하였다. 증류수 20 mL를 동일하게 조작한 것을 대조액으로 하여 UV-2700(Shimadzu, Japan)을 사용하여 파장 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

2016년부터 2018년까지 3년간 서울시 유통 중인 식육가공품 총 935건을 디아조화법으로 시험하여 아질산이온 함량을 시험 조사한 결과, 총 시료의 함량범위는 not detected(ND)~61.6 mg/kg으로 나타났고 각 유형별 함량범위는 표 1과 같다.

베이컨류에서는 평균함량 12.49 mg/kg, 함량범위 ND~61.6 mg/kg이었고, 소시지류 9.83 mg/kg, ND~50 mg/kg, 햄류 9.82 mg/kg, ND~53.6 mg/kg, 분쇄가공육 0.89 mg/kg, ND~25.8 mg/kg, 양념육 0.14 mg/kg, ND~6.3 mg/kg, 건조저장육류 0.13 mg/kg, ND~3.8 mg/kg, 그리고 통조림 햄에서 0.77 mg/kg, ND~21.7 mg/kg으로 각각 나타났다(표 1). 유형별 검출량을 비교하였을 때 베이컨류, 소시지류, 햄류에서 높은 검출량을 보였다.

연도별로는 평균함량의 경우, 2016~2018년 3년에 걸쳐 베이컨은 12.78 mg/kg, 7.84 mg/kg, 13.96 mg/kg으로 2017년에 감소하는 경향을 보였으나, 연도별로 각각 14건, 5건, 13건의 적은 수가 의뢰되어 유의 있는 결과라 해석하기 어렵다. 햄류의 경우, 13.33 mg/kg, 11.41 mg/kg, 5.82 mg/kg으로 아질산이온이 감소하는 추세를 보였다. 소시지류의 경우, 9.59 mg/kg, 10.16 mg/kg, 9.71 mg/kg으로 3년간 비슷한 수치를 나타내었다. 양념육, 건조저장육, 분쇄가공육, 통조림 햄의 경우 특이변화가 없는 것으로 나타났다(표 1).

아질산염 함량이 염지육 색을 고정시키는 데에는 최소한 20~50 mg/kg이 필요하다고 하였는데(4), 아질산염 검출농도에 따른 식육가공품의 분포도를 조사한 바, 20 mg/kg 이상 되는 경우들은 베이컨류 18.8%(6/32), 햄류 18.4%(30/163), 소시지류 13.6%(39/286) 순으로 높았고, 건조저장육류 2.0%(1/49), 분쇄가공육 2.0%(2/100), 통조림 햄 1.8%(1/56), 양념육 0.8%(2/249)로 각각 나타났다. 40 mg/kg 이상 나타난 식육가공품은 총 14건으로 햄류 6건, 소시지류 5건, 베이컨류 3건 이었다. 결국 건조저장육류, 양념육, 분쇄가공육, 통조림 햄보다 햄, 소시지, 베이컨에서

아질산이온이 상용되고 있는 것을 알 수 있으며, 국내 허용한계치 70 mg/kg을 초과하는 경우는 없었다.

햄류의 아질산이온 평균함량은 9.82 mg/kg, 함량범위는 ND~53.6 mg/kg으로, 김 등(4)이 2012년부터 2014년까지 3년간 시험 조사한 결과인 평균 12.9 mg/kg, 함량범위 ND~54 mg/kg보다 평균은 낮은 수치를 보였고, 함량범위는 유사한 수치를 보였다.

소시지의 경우, 평균 9.83 mg/kg, 함량범위 ND~50 mg/kg으로 김 등(4)의 결과인 평균 9.8 mg/kg, 함량범위 ND~56 mg/kg과 유사한 결과를 보였다.

베이컨류의 경우, 평균 12.49 mg/kg, 함량범위 ND~61.6 mg/kg으로 김 등(4)의 결과인 17.4 mg/kg, 함량범위 ND~63 mg/kg보다 평균은 낮은 수치를 보였고, 함량범위는 유사한 수치를 보였다.

제품유형별 검출된 아질산이온 함량은(표 2), 양념육, 건조저장육류, 분쇄가공육, 통조림 햄의 경우 1 mg/kg 미만이 각각 97.6%, 98.0%, 95.0%, 92.9% 로 가장 많은 비율을 차지하고 있고, 검출농도 중 1 mg/kg 미만이 전체 검사건수의 62.8%로 가장 많은 비율을 차지하였다(표 2). 2000년부터 2003년까지 함 등(6)의 결과에서 1 mg/kg 미만이 23.1%였고, 2005년 식약처보고서(12)에서 29.2%, 2012년부터 2014년까지 김 등(4)의 결과에서 55.5%로 증가하는 것과 비교해보면 아질산이온의 검출농도는 점차 감소되는 경향을 나타내고 있는 것으로 보인다. 육제품이 발색을 일으키는데 필요한 양인 20 mg/kg 이상의 경우는 전체 검사건수의 8.7%(81/935)로 나타났으며, 함 등(6)의 결과인 16.7%, 김 등(4)의 결과인 12.1%보다 낮은 수치를 보였다. 아질산이온의 1 mg/kg 미만의 검출이 62.8%인 것은 지속적으로 논란이 되고 있는 아질산이온의 안전성문제에 대하여 이를 감소시키거나 대체하기 위한 연구 성과가 식육가공품에 반영된 결과라 생각된다.

2018년도 식품의약품안전처의 보도 자료인 표백제 및 발색제 사용실태 조사 결과 발표에 따르면, 아질산이온은 햄류, 소시지류, 베이컨류 등 9

Table 2. Nitrite contents distribution of 935 meat products in 2016~2018

| Meatproducts | Detected NO ₂ ⁻ contents(mg/kg) | | | | | | | | Total |
|-------------------|---|----------------|----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| | <1 | 1.0~<10 | 10~<20 | 20~<30 | 30~<40 | 40~<50 | 50~<60 | 60~<70 | |
| Spiced meat | 243 | 3 | 1 | 2 | | | | | 249 |
| Dried meat | 48 | | | | 1 | | | | 49 |
| Bacon | 12 | 8 | 6 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 32 |
| Crushed meat | 95 | 2 | 1 | 2 | | | | | 100 |
| Sausages | 68 | 112 | 67 | 25 | 9 | 3 | 1 | 1 | 286 |
| Hams | 69 | 29 | 35 | 23 | 1 | 5 | 1 | | 163 |
| Hams (can etc) | 52 | 3 | | 1 | | | | | 56 |
| Total (100.0%) | 587 (62.8%) | 157 (16.8%) | 110 (11.8%) | 55 (5.9%) | 12 (1.3%) | 8 (0.9%) | 3 (0.3%) | 3 (0.3%) | 935 |

개 식품유형(389건)에서 11.5 mg/kg이 검출되었고, 햄류 및 소시지류에서 10.7 mg/kg, 베이컨류에서 5.5 mg/kg의 평균을 나타냈다고 보도하였다. 이것은 햄류에서 평균 9.82 mg/kg, 소시지류에서 평균 9.83 mg/kg 이 나온 이번 연구와 비슷한 결과를 보였고, 베이컨류의 경우 평균 12.49 mg/kg 이 나온 이번 결과보다 낮은 수치가 나타난 것으로 보인다.

아질산이온은 주로 햄, 소시지, 베이컨에 많이 사용되고 있으며 그 외 식육가공품에는 소량 첨가되거나 첨가하지 않는 경향을 보이고 있다. 또한 최근에는 아질산염의 유해성이 논란이 되면서 이를 감소 또는 대체하기 위한 연구 성과가 제품에 반영되기도 한다. Sebranek 등(13)은 미국에서 유기농이나 자연적인 제품을 선호하여 셀러리분말을 아질산염의 대체물질로 식육의 염지에 사용한다고 기술한 바 있다. 또한 서울시내 대형마트 등에서 유통되는 식육가공품의 표시사항을 확인해 보니, 햄이나 소시지 등에서 아질산염 무첨가 제품이 일부 유통되고 있었고, 대부분 합성 아질산염을 대체하여 셀러리 분말이나 녹차 엑기스를 첨가하고 있었다. 최근에 아질산염 대체 물질에 대

한 연구가 활발해지고 있고, 이런 대체물질이 첨가된 제품들이 유통되고 있어 셀러리분말이나 키토산 등 대체물질을 첨가한 식육가공품의 아질산염 함량에 대한 조사 연구도 함께 병행되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

2016년부터 2018년까지 3년간 서울시 유통 식육가공품 총 935건에서 아질산이온 함량을 디아조화법으로 시험한 결과는 다음과 같다. 햄류에서는 평균함량 9.82 mg/kg, 함량범위 ND~53.6 mg/kg 이었고, 소시지류 9.83 mg/kg, ND~50 mg/kg, 베이컨류 12.49 mg/kg, ND~61.6 mg/kg, 분쇄가공육류 0.89 mg/kg, ND~25.8 mg/kg, 통조림 햄 0.77 mg/kg, ND~21.7 mg/kg, 양념육 0.14 mg/kg, ND~6.3 mg/kg 그리고 건조저장육류 0.13 mg/kg, ND~6.3 mg/kg이 각각 나타났다. 그리고 40 mg/kg 이상 나타난 식육가공품은 햄류 6건, 소시지류 5건, 베이컨류 3건 등 14건이었다. 특히, 연도별로는 햄류에서 2018년 감소하는 추세

를 보였다. 2014년 김(4) 등의 연구나 2018년 식품의약품안전처의 보도 자료와 비교해보았을 때 식육가공품에서 아질산이온이 감소되는 경향이 있으며, 제품에 잔류되는 아질산이온이 기준에 맞게 안전하게 제조 및 유통되고 있는지에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다고 생각된다. '식품의 표시 기준'에는 아질산염 같은 발색제가 사용된 가공식품의 포장지에 원재료명 및 함량의 명칭과 용도를 함께 표기하기로 되어 있다. 추후 표시사항에 근거해 식육가공품의 아질산염 첨가 유무와 실제 실험 결과와의 비교 실험이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. 박성관, 이달수, 박승국 : 식이를 통한 식품첨가물의 섭취량에 관한 연구. 한국식품영양과학회지. 34(1):75~80, 2005.
2. 김동수, 송영래, Muhlisin, 서태수, 장애라, 이성기, 박재인 : 분말된장의 첨가가 닭고기 소시지의 품질 및 저장성에 미치는 영향. 한국가금학회지. 40(4):315~325, 2013.
3. 이현진, 최현수, 유호식, 정구용, 고정철, 최양일 : 시중 유통 유향형 소시지제품의 품질 특성 비교. 동물생명과학연구. 6:59~64, 2014.
4. 김연주, 한혜진, 김지은, 김영섭, 이주형 : 서울지역 유통 식육가공품에서의 아질산이온 함량 조사(2012~2014). 서울특별시보건환경연구원보. 50:131~137, 2014.
5. 송동현, 황고은, 최윤상, 김용재, 함윤경, 정태준, 이재훈, 김천제, 백현동 : 소금과 아질산염 감소 수준이 돈육 패티의 품질특성 및 저장성에 미치는 영향. 한국식품요리과학회지. 33(5):566~574, 2017.
6. 함희진, 홍인석, 임홍규, 양윤모, 최윤화, 김창기, 권택부, 이정학 : 시판 식육가공품(햄류, 소시지류 등)에 대한 최근 4년간(2000~2003) 아질산이온 함량 조사. 서울특별시보건환경연구원보. 39:582~587, 2003.
7. Chae, HS, Park, YJ, Kim, JE, Kim, DK, Kim, JS, Kim, KH, Kim, DH, Kim, YS, Son, HR and Jung, K : Nitrate and nitrite concentrations in the processed meat products sold in food markets. 한국예방수의학회지. 41(1):34~38, 2017.
8. Gross A, Soltoft-Jensen J, Knudsen JC, Christensen M and Orlien V : Reduction of salt in pork sausage by the addition of carrot fibre or potato starch and high pressure treatment. Meat Sci. 92(4):481~489, 2012.
9. 윤선경, 박선미, 김연주, 안동현 : 돈육 소시지에 첨가한 키토산의 아질산염 대체 효과에 관한 연구. 한국식품과학회지. 33(5):551~559, 2001.
10. 조칠훈, 안현주, 김재현, 송인환, 김우정, 변명우 : 포장방법과 감마선 조사에 의한 소시지의 잔류 아질산염 감소효과. 한국식품과학회지. 34(4):741~745, 2002.
11. 조선희, 정순아, 송유진, 이소영, 김꽃봉우리, 박진규, 박선미, 안동현 : 돈육 소시지에 첨가한 감초 및 강황의 저장성 증진 및 아질산염 소거 효과. 한국식품영양과학회지. 35(8):997~1004, 2006.
12. 식이를 통한 식품첨가물의 섭취량 조사-표백제, 발색제. 식품의약품안전청 연구보고서. 2005.
13. Sebranek JG, Jackson-Davis AI, Myers KL and Lavieri NA : Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. Meat Sci. 92:267~273, 2012.