

석사학위논문

육제품의 저장 중 아질산 잔류량 변화

Changes in Nitrite Contents of  
Meat Products during Storage

제 출 자 : 김 기 숙

지도교수 : 최 성 희

2005년 6월

응용생물학과

식품과학전공

선문대학교 대학원

육제품의 저장 중 아질산 잔류량 변화

Changes in Nitrite Contents of  
Meat Products during Storage

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2005년 7월

선문대학교 대학원

응용생물과학과

식품과학전공

김 기 숙

김기숙의 석사학위 논문을  
합격으로 인정함

심사일 : 2005. 6. 29.

심사위원장    안    덕    준            인

심사위원       최    성    희            인

심사위원       박            훈            인

선문대학교 대학원

## 목 차

List of Tables .....	iii
국문초록 .....	iv
I. 서론 .....	1
II. 연구 재료 및 방법 .....	8
A. 공시재료 .....	8
B. 연구내용 .....	8
1. 단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화 .....	8
2. 중장기간 저장 중 육제품의 아질산 잔류량, 저장성 및 육색의 변화 .....	8
3. 시금치의 조리과 저장에 따른 아질산 함량 변화 .....	9
C. 연구방법 .....	9
1. 일반성분 분석 .....	9
1.1. 수분 및 조지방 .....	9
1.2. 염용성 단백질 .....	10
1.3. 염화물 .....	10
2. 아질산 분석 .....	11

2.1 육제품	11
2.2시금치	11
3. Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 분석	12
4. 육색	13
III. 결과 및 고찰	14
1. 일반성분	14
2. 단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화	16
3. 중장기간 저장 중 육제품의 아질산 잔류량, 저장성 및 육색의 변화	18
3.1 아질산 잔류함량	18
3.2 Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 함량	22
3.3 육색 변화	26
4. 시금치의 조리과 저장에 따른 아질산 함량 변화	30
IV. 결 론	33
참고문헌	35
Abstract	42

## List of Tables

Table 1. Moisture and fat contents of meat .....	15
Table 2. Protin, salt-soluble protein and salt contents of meat products .....	15
Table 3. Chagnes in nitrite concentrations in meat products during storage at 4°C for 8 days .....	17
Table 4. Changes in nitrite concentration in meat products during storage at 4°C for 4 weeks .....	20
Table 5. Changes in nitrtie concentration in meat products during storage at -20°C for 4 months .....	21
Table 6. Changes in TBARS concentration in meat products during storage at 4°C for 4 weeks .....	24
Table 7. Changes in TBARS concentration in meat products during storage at -20°C for 4 months .....	25
Table 8. Changes in color of meat products during storage at 4°C for 4 weeks .....	28
Table 9. Changes in color of meat products during storage at -20°C for 4 months .....	29
Table 10. Change in nitrite concentrations of spinach during storage .....	32

(국문요약)

## 육제품의 저장 중 아질산 잔류량 변화

선문대학교 응용생물학과

김 기 숙

지도교수 : 최 성 희

육제품 제조시 첨가되고 있는 아질산염은 육색의 발색과 안정화, *Clostridium botulinum*의 성장과 독소생성 억제, 풍미 향상, 항산화 작용에 의한 지질 산패 억제 등의 중요한 역할을 한다. 그러나 아질산염을 다량 섭취하면 methemoglobin증을 일으키고 발암물질인 N-nitrosoamine을 생성할 수 있다는 연구에 의해 아질산염의 유해 논쟁은 계속되고 있다.

본 연구는 육제품의 아질산 잔류량 감소와 채소의 안전성 확보 방안 연구의 일환으로 육제품과 채소의 저장 중 아질산 잔류량의 변화와 이에 따른 육제품의 저장성과 육색의 변화를 관찰하였다. 실험에 사용한 육제품은 국내 C사와 L사에서 제조한 비엔나소시지, 베이컨, 스모크햄, 떡갈비 등 4 종류의 제품이었다.

수분, 조지방, 조단백 등 일반성분은 모든 제품이 식품공전에서 규정한 성분규격에 부합하였으며, 베이컨을 제외한 다른 제품들은 각 성분의 편차가 비교적 작았으나 베이컨은 batch 마다 조지방 함량에 차이를 보였다.

육제품을 4℃에서 단기간 냉장저장하면서 아질산 잔류량의 변화를 살펴본 결과 모든 제품에서 아질산 잔류량이 저장시간이 경과함에 따라 감소하였으며, 감소 폭은 제품의 종류에 따라 차이가 있어 비엔나소시지가 가장 크고 베이컨이 가장 작았다.

육제품의 중장기간 저장 중 아질산 함량의 변화를 살펴보기 위하여 육제품 시료들을 4℃ 냉장고에서 4 주 및 -20℃ 냉동고에서 4 개월간 저장하면서 아질산 잔류 함량의 변화를 살펴보았다. 아질산 함량은 육제품 모두 저장기간이 지날수록 감소하였고, 비엔나소시지, 스모크햄 및 냉동육제품 떡갈비는 4℃에 저장할 때가 -20℃에 저장할 때보다 더 빠른 속도로 아질산 함량이 감소하였다. 반면, 베이컨의 경우는 -20℃에 저장할 때가 4℃에 저장할 때보다 더 빨리 아질산 함량이 감소하였다.

육제품의 저장성을 평가하기 위하여 TBARS 함량을 측정한 결과 4℃에서 저장한 비엔나소시지, 스모크햄, 떡갈비는 저장시간이 경과하면서 TBARS 값이 증가하였다가 감소하고 다시 증가하는 다소 불규칙한 변화를 보였으나 저장기간 동안 초기 값보다 낮은 값을 보이지는 않았으며, 스모크햄과 떡갈비는 저장 4 주째에 초기보다 유의하게 높은 값을 보였다. 반면, 베이컨은 저장기간이 지날수록 TBARS 값이 꾸준히 증가



하였으며, 저장 1 주 후부터는 초기 값보다 유의한 차이를 보였다. 한편 -20℃에서 냉동 저장한 경우도 모든 제품에서 TBARS 값이 저장기간 동안 다소 불규칙한 변화를 보였으나 마지막 4 개월째에는 모든 제품이 초기 농도보다 유의하게 높은 TBARS 값을 보였다.

육제품의 저장 중 육색의 변화를 살펴본 결과 4℃에 저장한 경우 베이컨을 제외한 모든 제품에서 저장 초기에 명도가 증가하였으나 베이컨은 저장 중 명도의 변화가 없었다. 적색도는 스모크햄을 제외한 모든 제품들이 저장 중 변화가 없었으나 스모크햄은 저장 2 주에 적색도가 증가하여 그 이후에는 변화가 없었다. 황색도는 떡갈비를 제외한 모든 제품에서 저장 중 증가한 반면 떡갈비는 오히려 감소하는 결과를 보였다. 한편 육제품을 -20℃에 저장한 경우는 스모크햄과 떡갈비는 저장 중 명도가 증가하였으나 비엔나소시지는 변화가 없었으며 베이컨은 명도가 감소하였다. 적색도는 비엔나소시지는 저장 1 개월에 증가하였다가 그 후 다시 감소하였고, 베이컨은 저장 중 변화가 없었으며, 스모크햄과 떡갈비는 변화가 일정치 않았다.

채소의 저장 중 아질산 잔류량의 변화를 보기 위하여 신선한 생 시금치와 데친 시금치를 냉장(4℃)과 실온(23℃)에서 저장하면서 아질산 함량의 변화를 측정하였다. 생 시금치는 실온(23℃)에서 보관한 경우 저장기간이 길어짐에 따라 아질산 함량이 크게 증가하였으나, 냉장 보관한 경우는 아질산 함량이 변화하지 않았다. 시금치의 데침 처리는 아질산 함량을 현저히 낮추어 거의 0에 가깝도록 만들었고, 데친 시금치의 아질산 함량은 냉장 저장에 따라 증가하였으나 그 농도는 매우 낮았다.

이러한 결과를 종합하여보면 육제품의 아질산 함량은 제조 후 저장기간이 길어짐에 따라 잔존 아질산염이 감소하고, 특히 제조 후 1 주일 이내에 그 감소 폭이 매우 크며, 저장 온도에 따라 영향을 받는다. 또한 국내산 육제품의 아질산 함량은 대부분 법적기준보다 매우 낮은 수준이며 오히려 국내에서는 질산염 함량이 높은 채소류의 섭취를 통한 아질산염의 간접적인 섭취가 높아질 가능성이 많다고 판단된다.

## I. 서 론

육제품의 제조시 첨가되는 질산염과 아질산염은 육색의 발색과 안정화, *Clostridium botulinum*의 성장과 독소생성 억제, 풍미 향상, 산패취 발생 억제 등의 중요한 역할을 하기 때문에 전 세계적으로 대부분의 육제품에 보편적으로 사용되고 있다(Choi et al., 2003).

질산염은 소금에 불순물의 일종으로 들어 있고 세균이 분비하는 질산염환원효소에 의하여 아질산염으로 환원된다(Cammack et al., 1999). 아질산염은 산성 조건하에서 아질산으로 변화하며, 아질산이 자발적인 반응을 거쳐 일산화질소를 생산한다(Hwang et al., 1973). 이 때 육제품의 제조 시 첨가된 ascorbate나 erythrobrate은 아질산기를 일산화질소로 환원시키는 작용을 촉진시킨다(박 등, 1998). 환원된 일산화질소는 육색소인 myoglobin과 결합하여 nitrosomyoglobin 색소를 형성하며 염지 중에는 불안정한 상태로 남아 있게 된다. 그러나 열처리 되어 globin이 변성됨으로써 일산화질소는 안정성을 갖게 되며 담홍색의 안정된 nitrosyl hemochrome의 염지 육색이 형성된다.

통조림을 제외한 일반 생육 및 육제품의 경우, 그 특성상 멸균처리를 하지 않기 때문에 병원성 미생물의 성장이 언제나 가능하며 이들로 인한 감염과 중독이 발생할 수 있다(Lee et al., 2005). 아질산염은 여러 가지 부패 및 병원성 미생물의 성장을 억제하는 효과가 있지만 가장 중요한 기능은 독소 생성 능력을 갖는 혐기성 포자형성균인 *Clostridium botulinum*의 증식을 억제하는 것이다. *Clostridium botulinum*의 포자가

발아, 성장하면 신경독소를 생성하며 이 독소를 섭취하는 경우 치사율이 높은 식중독을 일으키게 된다(이와 이, 1980). 단백질로부터 분리되어져 나왔거나 자유롭게 존재하고 있는 non-heme iron들은 *Clsotridium botulinum* 포자의 발아나 성장에 중요한 필수 영양소이다. 그러나 아질산염이 이들 철분과 결합을 하게 되어 필수 영양성분이 고갈되어짐에 따라 *Clsotridium botulinum*에 대한 항균작용이 생기게 된다는 가설로서 매우 타당성 있는 것으로 받아들여지고 있는 것 중의 하나다. 이와 같은 아질산염의 항미생물적 효과는 단독으로 이루어지는 것이 아니고 pH 저하, 식염 첨가, 가열 처리 등 다른 수단이 동반되어야 확실히 *Clsotridium botulinum* 을 제어할 수 있는 효과가 나타난다(Lee et al., 2005).

세균의 성장억제와 식품보존을 위한 적절한 아질산나트륨의 첨가량은 100-150 ppm으로 볼 수 있다. 그런데 botulism 독소의 발생을 억제하기 위한 아질산염의 함량기준에 있어 초기 첨가량과 제품 중의 잔존량 중 어느 것이 더 중요한지에 대한 여러 가지 다른 의견이 있으나 최근 보고에 의하면 잔존량 보다는 초기 첨가량이 더 중요하다고 하였다(이와 이, 1980).

염지육과 염지육제품은 거의 일정한 풍미를 갖는데 이는 아질산염의 사용으로 이루어진다(박 등, 1998). 식육의 풍미와 관련된 물질은 aldehyde 물질과 불포화지방산의 산화로 불쾌한 냄새를 내는 hydroperoxide 같은 물질로 알려지고 있는데 아질산염의 첨가로 불포화 지방산의 자동 산화가 억제되고 풍미에 관련된 물질들의 생성이 지연되거나 생성되지

않는 것으로 본다(MacDougall et al., 1975; 박 등, 1998). MacDonald 등 (1980)은 염지육 풍미를 위해 아질산염을 50 mg/kg 정도만 첨가하면 되고, 소금과 함께 첨가하는 것이 산패취를 억제하며 풍미를 더욱 좋게 한다고 하였다. 또한 아질산의 항산화제 기능은 산화제로 작용하는 철분이 온과 결합하여 자동산화 과정을 정지시킴으로서 지방과 지용성 성분의 변화를 방지하는 것에 기인한다. 이러한 반응은 염지향의 생성과 가열후취(warmed-over-flavor)의 발생을 억제하는 것과 관련이 있다. 또한 염지향은 아질산염의 항산화성과 연관이 있는데 아질산염이 육제품의 향을 변화시키는 것이 아니라 본래 향을 보존한다는 것이다.

그러나 식품 및 생체내의 잔존 아질산염은 그 자체가 독성을 가지며, 다량 섭취하게 되면 혈액의 hemoglobin을 methemoglobin으로 산화시켜 methemoglobin증을 일으키는 등 중독 증상을 유발한다. 또한 아질산염은 제 2급 및 3급 아민류와 반응하여 발암성 nitrosoamine을 생성하여 아질산염 사용에 대한 유해성이 제기되어 왔다(Choi et al., 2003). 최근 한 환경운동 시민단체에서 20 kg 어린이가 25 g의 육제품을 소비해도 아질산염의 일일 섭취허용량(ADI) 값을 초과하여 유해하다고 주장하여 여러 언론기관에서 이를 인용 보도한 바 있다. ADI 값이란 “사람이 일생동안 섭취하였을 때 현 시점에서 알려진 사실에 근거하여 바람직하지 않은 영향이 나타나지 않을 것으로 예상되는 물질의 일일 섭취허용량”으로서 체중 1 kg 당 mg 수로 표시된다. 아질산염에 대한 ADI 값의 의미는 발암성이 아니라 독성을 나타내는 수준이며 ADI 값은 하루에 그 양을 초과하여 식품을 섭취하였다 하여 독성학적으로 위험하다고 판단할

수는 없다. 왜냐하면 ADI 값이란 chronic toxicity(만성독성)를 나타내는 기준치이며 장기간에 걸쳐 섭취된 양을 평균하여 일일 기준으로 산출한 것이기 때문에 독성학적 차원에서 육제품의 소비량이 일시적으로 ADI 값을 초과하더라도 크게 문제될 것이 없다고 판단된다. 또한 아질산염의 ADI 값은 3개월 미만의 영아에게는 적용되지 않는다.

아질산염은 일정한 농도 이상 계속 섭취하면 혈액 중의 hemoglobin을 산화시켜 methemoglobin을 형성한다. 즉 hemoglobin이 산소를 운반하는 능력을 일산화질소에 의해 빼앗김에 따라 청색증을 일으킨다. 청색증을 야기하는 독성은 보통 6개월 미만의 영아에게만 나타나고 성인에서는 거의 일어나지 않는다고 알려져 있다. 이는 영아들에게는 이를 보호하는 역할을 하는 효소(NADH cytochrome b5 reductase)가 충분히 존재하지 않기 때문이다. 따라서 미국에서는 육제품보다는 질산염이 다량 함유되어 있는 이유식이나 물의 섭취시 질산염에 의한 청색증이 어린 아이에게 나타날 수 있다는 것을 경고하고 있다(Lee et al., 2005).

1970년대 이후 아질산염과 암 사이의 연관 가능성에 대해 관심을 갖게 되었다. 아질산염이 직접적인 발암성 물질이라는 확실한 증거는 없지만, 높은 농도에서 그것은 발암보조물질로서 영향을 끼치고 있다. N-nitrosoamines은 산성 조건에서 아질산염과 2차 아민들 또는 그것들의 유도체와 반응하여 형성된다(Massey et al., 1978). N-nitroso 화합물들은 조리한 염지 육제품에서 검출되었다. 예를 들어, 기름에 튀긴 훈연 베이컨에서 총 농도 2.9 ppb 의 N-nitroso 화합물이 측정되었다(Cammack et al., 1999). 하지만 Massey 등(1978)은 ascorbid acid, cysteine과

p-cresol 모두 nitrosoamine의 형성을 감소한다 하였다. 또한 육제품속에 nitrosoamine 함량이 10 ppb 이하이면 발암가능성이 없다는 보고가 있었다(이와 이, 1980).

아질산이 환원되어 생성되는 일산화질소는 거의 모든 고등 생물의 세포에서 자체 생성된다. 일산화질소는 신경 신호 전달, 근육세포 이완, 혈액 응고 및 혈압조절에 중요한 역할을 한다. 일산화질소가 인체 내에서 자연적으로 생성되고 생리적으로 기능을 유지하는 데 중요하다는 긍정적인 효과에 대한 논문들과 최근 아질산염이 혈관을 확장하고 병원성 균과 위장 내 유해균을 살균함으로써 오히려 건강에 유익한 면이 있다는 논문들이 잇달아 발표되는 등 아질산염 문제는 새로운 장을 맞게 되었다(Lee et al., 2005).

또한 육제품을 통한 국내에서의 아질산염의 섭취는 외국과 비교하여 매우 낮은 수준이며 오히려 국내에서는 질산염 함량이 높은 채소류의 섭취를 통한 아질산염의 간접적인 섭취가 높아질 가능성이 많다고 판단된다. 우리나라에서는 김치나 쌈채 등의 소비가 많아 1 인당 하루 채소 소비량이 세계 1 위로서 채소로부터 섭취된 양이 전체 섭취량의 약 85%에 달한다. 섭취된 질산염은 체내에서 약 1-3시간 후에 최대 농도를 나타내며, 흡수된 질산염의 약 25%가 타액에 함유되어 다시 분비되어 그 중 일부는 아질산염으로 전환되는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2005; 손, 2000). 식약청 조사 결과에 따르면 배추, 무, 상치, 시금치, 양배추, 쪽갓, 파, 호박, 감자, 콩나물 등에 질산염이 평균값으로 각각 1,740, 1,878, 2,430, 4,259, 725, 5,150, 436, 639, 452와 56 ppm 함유되어 있었다(Hong

et al., 1998). 채소의 아질산염의 함량은 생육 조건보다는 수확 후 저장 조건에 의하여 영향을 받는다. 그 예로 시금치 이유식에서의 아질산의 함량이 1,000 mg/kg에 달하였다는 보고도 있다(Siciliano et al., 1975). 국내 채소류의 질산염과 아질산염 함량은 외국과 비교하여 유사하거나 낮은 수준이며 채소에 함유된 비타민 C 등 항산화 성분에 의하여 아질산염의 nitrosoamine 생성이 억제되는 것으로 판단되어 채소류에 대한 위해성은 없다고 하였다(Hong et al., 1998). 하지만 우리가 섭취하는 채소의 종류가 다양하고 전체 소비량 또한 육제품에 비하여 월등히 높을 뿐 아니라 채소 자체에 함유되어 있는 아질산염과 채소의 섭취 후 환원된 아질산염의 양을 더하면 여러 가지 채소류로부터의 아질산 및 질산염의 섭취량은 육제품과 비교되지 않을 만큼 높아질 수 있다는 추측이 가능하다. 그리고 채소류를 조리하여 저장할 경우에는 항산화제의 파괴와 질산염 환원균의 증식으로 인하여 아질산의 생성이 증가될 것으로 추측된다(Lee et al., 2005).

육제품의 아질산 함량은 제조 후 저장 기간이 길어짐에 따라 잔존 아질산염이 감소하고, 특히 제조 후 1주일 이내에 그 감소 폭이 매우 큰 것으로 보고된 바 있다(이와 이, 1980). 또한 Cassens은 1997년에 소매되고 있는 염지 육제품들의 아질산염을 분석한 결과 1970년대 초기 보다 평균적으로 대략 15분의 1 정도 감소되었고, 제조 과정이 끝났을 때에는 초기 첨가량의 약 10~20 % 정도가 검출되었으며 육제품의 아질산염은 유통기간과 저장기간 동안 더욱 감소된다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 육제품의 아질산 잔류량 감소와 채소의 안전성 확보 방안 연구의



일환으로 육제품과 채소의 저장 중 아질산 잔류량의 변화와 이에 따른 육제품의 저장성과 육색의 변화를 관찰하고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### A. 공시재료

실험에 사용한 육제품은 국내 C사와 L사에서 제조한 비엔나소시지, 베이컨, 스모크햄, 떡갈비 등 4 종류의 제품이었으며, 시료는 얼음이 채워진 ice box에 담아 가능한 한 신속히 운반하였다. 시금치는 인근의 대형 마트에서 신선한 것으로 구입하여 사용하였다.

### B. 연구내용

#### 1. 단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화

단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화를 살펴보기 위하여 C 회사로부터 제공받은 베이컨, 햄, 냉동 육제품과 L 회사로부터 구입한 비엔나소시지를 4℃ 냉장고에 보관하면서 이틀마다 아질산 잔류량을 분석하였다. 이 때 아질산 잔류량 분석 시작(0 day)은 소시지와 햄은 제조일로부터 2일, 베이컨은 4일, 냉동 육제품은 14일이 지난 시료였다.

#### 2. 중장기간 저장 중 육제품의 아질산 잔류량, 저장성 및 육색의 변화

중장기간 냉장 및 냉동 저장 중 육제품의 아질산 함량, 저장성, 육색의 변화를 알아보기 위하여 C 회사로부터 제공받은 비엔나, 베이컨, 햄과 L 회사로부터 구입한 냉동 육제품 시료들을 2 그룹으로 나누어 한 그룹은

4℃ 냉장고에 보관하면서 일주일에 1 회씩 한 달간, 다른 한 그룹은 -20℃ 냉동고에 보관하면서 4 주에 1 회씩 4 개월간 분석하였다. 이 때 아질산 잔류량 분석 시작(0 day)은 소시지는 제조일로부터 3 일, 베이컨은 4 일, 햄은 2 일, 냉동 육제품은 4 일이 지난 시료였다.

### 3. 시금치의 조리과 저장에 따른 아질산 함량 변화

조리와 저장에 따른 시금치의 아질산 함량 변화를 살펴보기 위하여 시금치를 구입한 당일 생 시금치와 상법으로 데친 시금치를 냉장(4℃)과 실온(23℃)에서 저장하면서 2일, 4일과 6일째 아질산 함량의 변화를 측정하였다.

## C. 연구방법

### 1. 일반성분 분석

#### 1.1. 수분 및 조지방

시료의 수분 및 조지방은 AOAC(1994) 방법에 따라 수분은 상압 건조법, 조단백은 microkjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법을 이용하여 측정하였다.

## 1.2. 염용성 단백질

육제품의 염용해성 단백질 함량은 3% NaCl 용액에 용해되는 단백질을 Biuret 방법에 의하여 분석하였다. 육제품 시료 5 g을 3% NaCl 20 ml과 함께 homogenizer(DIAX 900, Heidolph Co., Germany)를 사용하여 15,000rpm으로 1분 동안 ice 상태에서 균질하였다. 균질액을 3분간 방치한 후 다시 1분 동안 균질하고 3% NaCl 5 ml로 homogenizer를 씻어 합쳤다. 균질액을 원심분리기(Mega 17R, Hanil Science Industrial Co., Korea) 4℃, 10,000rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 하여 얻어진 supernatant를 여과지를 이용하여 다른 tube에 취한 후 bovine serum albumin을 표준액으로 사용하여 Biuret 방법으로 단백질을 분석하였다.

## 1.3. 염화물

육제품의 염화물 분석은 AOAC(1975) 방법에 의해 시료 2.5g을 분쇄한 후 0.5N 질산은 20 ml을 넣고 70%의 nitric acid 15 ml을 첨가하여 시료가 녹을 때까지 hot plate에서 약 10분정도 끓였다. 시료가 녹은 후 hot plate에 있는 동안 5 ml의 7.43%  $\text{KMnO}_4$  용액을 첨가하여 청보라색이 사라지거나 밝은 노란색이 될 때까지 끓인 후 25 ml의 증류수를 넣고 약 5분간 끓였다. 시료를 식힌 후 총 volume을 150 ml로 맞추고 diethyl ether을 25 ml 첨가하여 섞은 후 적정하기 직전에 ferric 지시용액 5 ml을 넣었다. 시료가 밝은 오렌지에서 갈색이 될 때까지 0.5N Ammonium thiocyanate 용액으로 적정하였다.

## 2. 아질산 분석

### 2.1 육제품

육제품 중 아질산이온 함량은 식품공전(2002)의 디아조화법에 따라 분석하였다. 시료 10 g을 약 80℃ 증류수 90 ml과 함께 homogenizer (AM-8, Nissei Co., Japan)로 10,000 rpm에서 30초간 homogenize 하여 250 ml flask에 옮기고, 더운 증류수 50 ml로 1회 homogenizer를 잘 씻어 flask에 합쳤다. 0.5 N NaOH 용액과 12% 황산아연 용액을 각각 10 ml 씩 넣은 후 잘 흔들어 섞었다. 80℃ water bath에서 20분간 shaking 한 후 식히고, 초산암모늄 완충액 20 ml을 넣고 증류수로 최종 부피를 200 ml로 맞추었다. 잘 혼화하여 10분간 방치한 후 여과하여 최초의 여액 약 20 ml은 버리고 맑은 여액을 flask에 받아 시험용액으로 사용하였다. 시료를 넣지 않고 위와 동일하게 처리한 sample blank를 준비하였다. 준비된 시료 2 ml에 sulfanilamide 용액 0.1 ml, NED 용액 0.1 ml, 증류수 0.3 ml을 첨가하여 잘 섞은 후 20분 후에 UV/Visible Spectrophotometer(80-2092-26, Pharmacia Co., America)를 이용하여 파장 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 2.2 시금치

시료 20g을 약 80℃ 증류수 80ml과 함께 homogenizer(AM-8, Nissei Co., Japan) 로 10,000 rpm에서 30초간 homogenize 하여 250ml flask에 옮기고, 더운 증류수 50ml로 1회 homogenizer를 잘 씻어 flask에 합쳤다. 0.5N NaOH 용액과 12% 황산아연용액 각각 10ml 씩 넣은 후 잘 흔

들어 섞었다. 80℃ water bath에서 20분간 shaking 한 후 식혔다. 식힌 시료에 초산암모늄 완충액 20 ml을 넣고 증류수로 최종 부피를 200 ml로 맞추어 잘 혼화하여 10분간 방치하였다. 그리고 나서 여과하여 최초의 여액 약 20 ml은 버리고 맑은 여액을 flask에 받아 시험용액으로 사용하였다. 시료를 넣지 않고 위와 동일하게 처리한 sample blank를 준비하였다. 준비된 시료 2 ml에 sulfanilamide 용액 0.1 ml, NED 용액 0.1 ml, 증류수 0.3 ml을 첨가하여 잘 섞은 후 20분 후에 UV/Visible Spectrophotometer(80-2092-26, Pharmacia Co., America)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 3. Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 분석

육제품의 저장성을 평가하는 TBARS 분석은 Witte 등(1970)의 방법에 따라 행하였다. 시료 5 g을 20% TCA in 2 M phosphoric acid 12.5 ml 용액과 함께 ice 용기 안에서 homogenizer(AM-8, Nissei Co., Japan) 14,000 rpm 으로 1분간 homogenize 하였다. Homogenize 한 용액을 메스실린더에 옮긴 후, 증류수 5 ml로 homogenizer를 씻어 메스실린더에 합치고 증류수로 총 25 ml이 되도록 하였다. 원심분리기(UNION 32R, Hanil Science Industrial Co., Korea)를 사용하여 4℃, 1,500 rpm에 15분간 원심분리한 후 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 시험 용액 2 ml에 0.005 M TBA 용액 2 ml을 넣어 혼합한 후 95℃ 항온수조에서 30분간 가열하였다. 식힌 후 UV/Visible Spectrophotometer (80-2092-26, Pharmacia Co., America)를 이용하여 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 4. 육색

육색은 chromameter(CR 300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 L 값, 적색도(redness)를 나타내는 a 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L 값이 96.94, a 값이 0.13, b 값이 1.93인 표준색판을 사용하여 표준화시킨 다음 측정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 일반성분

국내 C 사의 비엔나, 베이컨, 햄 및 L 사 냉동 육제품의 일반성분을 분석한 결과를 Table 1과 2에 나타내었다. 먼저 수분 함량을 보면 비엔나 52.99%, 베이컨 58.48%, 스모크햄 63.74%, 냉동 육제품 53.29%의 함량을 보였으며, 조지방 함량은 각각 25.26, 24.25, 11.46, 23.87%를 보였다. 베이컨의 지방 함량은 최대 34.84%, 최저 14.09%로 제품에 따라 큰 차이를 보였으며, 이는 베이컨의 제조방법에서 원료육의 부위선정 및 지방의 두께 등에 의해서 batch 마다 차이를 보이기 때문이다(박 등, 1998). Person 등(2005)은 돈육의 복부 두께에 따라 수분함량과 지방함량의 차이가 있다고 보고하였고, Brewer 등(1995) 역시 복부의 두께가 두꺼워질수록 수분 함량은 감소하며 지방함량은 증가한다고 보고하였다. 비엔나, 베이컨, 햄 및 떡갈비의 조단백질 함량은 14.71, 17.21, 13.47, 15.28%였으며, 염용성 단백질 함량은 1.04, 1.14, 0.71, 1.20%, 염의 함량은 각각 1.38, 1.76, 1.74, 1.07 %로 나타났다.



Table 1. Moisture and fat contents of meat products

(%)

Meat product	Moisture	Fat
Vienna	52.99±1.66 <sup>c</sup>	25.26±1.77 <sup>a</sup>
Bacon	58.48±7.05 <sup>b</sup>	24.25±9.31 <sup>a</sup>
Smoke-ham	63.74±0.74 <sup>a</sup>	11.46±0.76 <sup>b</sup>
Dduk-rib	53.29±0.41 <sup>c</sup>	23.87±0.30 <sup>a</sup>

Values are mean±Standard deviation(SD) (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

Table 2. Protein, salt-soluble protein and salt contents of meat products

(%)

Meat product	Protein	Salt-soluble protein	Salt
Vienna	14.71±1.23 <sup>b</sup>	1.04±0.07 <sup>c</sup>	1.38±0.22 <sup>ab</sup>
Bacon	17.21±2.66 <sup>a</sup>	1.14±0.06 <sup>b</sup>	1.76±0.83 <sup>a</sup>
Smoke-ham	13.47±1.13 <sup>b</sup>	0.71±0.01 <sup>d</sup>	1.74±0.28 <sup>a</sup>
Dduk-rib	15.28±1.55 <sup>ab</sup>	1.20±0.05 <sup>a</sup>	1.07±0.09 <sup>b</sup>

Values are mean±SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

## 2. 단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화

단기간 냉장저장 중 육제품의 아질산 잔류량의 변화를 살펴보기 위하여 C 사의 베이컨, 햄, 냉동 육제품과 L 사의 비엔나소시지를 4℃ 냉장고에 보관하면서 이틀마다 아질산 잔류량을 측정한 결과를 Table 3에 나타내었다. 비엔나소시지는 0 day에 7.53 ppm 이었으며 2일째 7.29 ppm으로 별 변화가 없었으나 4, 6, 8일 각각 4.96, 3.71, 4.89 ppm으로 감소하는 것으로 나타났다. 베이컨은 0 day에 15.74 ppm으로 분석되었고 2일째에는 16.67 ppm, 4일과 6일에는 15.69, 14.50 ppm으로 유의적 차이가 없었으나 8일째에는 13.91 ppm으로 감소하였다. 햄은 0, 2, 4일까지 각각 17.21, 16.84, 15.95 ppm으로 크게 차이가 없었으나 6일과 8일째에는 10.42와 12.83 ppm으로 크게 감소하였다. 냉동육제품은 0 day에 15.91 ppm이었으며, 2일과 4일은 각각 15.61 ppm, 15.73 ppm을 유의적 차이가 없었으나 6일과 8일째에는 13.29과 14.09 ppm으로 유의적으로 감소하였다. 육제품의 아질산 함량은 제조 후 저장 기간이 길어짐에 따라 잔존 아질산염이 감소하고, 특히 제조 후 1주일 이내에 그 감소 폭이 매우 큰 것으로 보고된 바 있다(이와 이, 1980). 본 실험에서 분석한 모든 제품에서도 아질산 잔류량이 저장시간이 경과함에 따라 감소한다는 것을 알 수 있었으며, 감소 폭은 제품의 종류에 따라 차이가 있어 비엔나소시지가 가장 크고 베이컨이 가장 작았다.

Table 3. Changes in nitrite concentrations in meat products during storage at 4°C for 8 days

( $\mu\text{g/g}$ )

Meat product	0 day	2 day	4 day	6 day	8 day
Vienna	7.53 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	7.29 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup> (2.14 $\pm$ 16.93)	4.96 $\pm$ 1.01 <sup>b</sup> (34.27 $\pm$ 11.35)	3.71 $\pm$ 0.80 <sup>c</sup> (50.45 $\pm$ 11.52)	4.89 $\pm$ 0.31 <sup>b</sup> (34.77 $\pm$ 7.19)
Bacon	15.74 $\pm$ 2.09 <sup>ab</sup>	16.67 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup> (-7.45 $\pm$ 14.73)	15.69 $\pm$ 2.38 <sup>ab</sup> (0.35 $\pm$ 5.86)	14.50 $\pm$ 2.11 <sup>ab</sup> (7.27 $\pm$ 11.88)	13.91 $\pm$ 0.55 <sup>b</sup> (9.80 $\pm$ 16.08)
Smoke-ham	17.21 $\pm$ 1.75 <sup>a</sup>	16.84 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup> (1.02 $\pm$ 13.36)	15.95 $\pm$ 1.70 <sup>a</sup> (6.84 $\pm$ 11.12)	10.42 $\pm$ 1.73 <sup>c</sup> (38.84 $\pm$ 12.62)	12.83 $\pm$ 1.16 <sup>b</sup> (25.30 $\pm$ 3.61)
Dduk-rib	15.91 $\pm$ 0.64 <sup>a</sup>	15.61 $\pm$ 0.87 <sup>a</sup> (1.69 $\pm$ 8.66)	15.73 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup> (1.10 $\pm$ 3.01)	13.29 $\pm$ 1.00 <sup>b</sup> (16.43 $\pm$ 6.85)	14.09 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup> (11.37 $\pm$ 3.47)

Values are mean $\pm$ SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of diminution.

### 3. 증장기간 저장 중 육제품의 아질산 잔류량, 저장성 및 육색의 변화

육제품의 아질산 함량, 저장성, 육색의 변화를 알아보기 위하여 C 사의 비엔나, 베이컨, 햄 및 L 사의 냉동 육제품을 4℃ 냉장고와 -20℃ 냉동고 두 그룹으로 나누어 저장하면서 분석하였다.

#### 3.1 아질산 잔류함량

육제품을 4℃에서 4 주 및 -20℃에서 4 개월 저장하면서 아질산 잔류량을 측정한 결과 Table 4 및 5와 같다. 4℃에서 저장한 비엔나소시지의 아질산 잔류량은 초기에 18.16 ppm에서 14.49 ppm, 10.33 ppm, 8.58 ppm, 6.06 ppm으로 점차 감소하였으며, 베이컨은 초기에 13.93 ppm이었으며 3 주까지는 약 12.40 ppm으로 초기 농도와 유의적 차이가 없었으나 4 주째에는 9.73 ppm으로 현저히 낮은 값을 보였다. 햄은 16.15 ppm에서 1 주일이 지나자 12.40 ppm 으로 감소하였고, 2 주일이 지났을 때에는 10.60 ppm, 3 주째에는 11.95 ppm으로 2 주째와 비교하여 유의적 차이가 없었으며, 4 주가 지나서는 7.72 ppm으로 현저히 감소하였다. 냉동 육제품 떡갈비의 경우도 초기에 17.00 ppm에서 15.95 ppm, 14.09 ppm, 11.16 ppm, 8.36 ppm으로 점차적으로 감소하였다. -20℃ 냉동 보관한 육제품들도 또한 저장기간이 지남에 따라 아질산 잔류량이 감소하였다. 비엔나소시지는 초기에 18.16 ppm에서 한 달 후에는 12.36 ppm, 2 개월 후에는 8.17 ppm, 3 개월 후에는 5.36 ppm, 4 개월 후에는 4.09 ppm 으로 초기에 비해 77.4% 감소하였다. 베이컨은 초기에 13.93 ppm이었으며 한 달 후 8.43 ppm으로 현저히 감소하였으며, 그 후에도 5.43

ppm, 3.13 ppm, 2.03 ppm으로 4 개월 동안 계속 감소하였다. 햄도 초기에 16.15 ppm이었으며, 한 달 후에는 11.53 ppm, 2 개월 후에는 7.65 ppm, 3 개월 후에는 5.02 ppm이었으며 4 개월 후에는 3.46 ppm으로 점차 감소하였으며, 냉동 육제품 떡갈비의 경우도 아질산 함량이 초기 17.00 ppm에서 13.42 ppm, 11.18 ppm으로 감소하였고, 3 개월째에는 2 개월째와 유의적으로 차이를 보이지 않았으며 최종적으로 8.73 ppm으로 감소하였다. 분석한 시료 모두 저장기간이 경과함에 따라 아질산 함량이 감소함을 보였고, 베이컨을 제외한 비엔나소시지, 스모크햄 및 냉동육제품 떡갈비는 4℃에 저장할 때가 -20℃에 저장할 때보다 더 빠른 속도로 아질산 함량이 감소하였다. 반면 베이컨의 경우는 -20℃에 저장할 때가 4℃에 저장할 때보다 더 빠른 속도로 아질산 함량의 감소를 보였다. 한편 Kim 등(2000)은 잔존 아질산염 함량의 변화가 낮은 저장 온도에서 저장기간의 경과에 따라 단계적으로 서서히 감소하였으나, 높은 저장 온도에서는 급속히 감소하다가 서서히 감소하였다고 보고하였다. 또한 아질산염이 가공 중이거나 육제품 저장시에도 계속 분해 소실되며, 그 정도는 가공 시간, 온도, 식염의 농도, 아질산염 첨가량, 육의 pH와 이화학적 상태 및 육 내의 미생물에 따라 다르며, 저장온도가 높을수록, pH가 낮을수록, 염농도가 높을수록, 가열처리 온도를 서서히 높일수록 잔존 아질산 함량이 낮아지는 것으로 보인다(Kim et al., 2000; Lee and Cassens, 1983).

Table 4. Changes in nitrite concentrations in meat products during storage at 4°C for 4 weeks

( $\mu\text{g/g}$ )

Meat product	0 week	1 week	2 week	3 week	4 week
Vienna	18.16 $\pm$ 0.50 <sup>a</sup>	14.49 $\pm$ 0.90 <sup>b</sup> (20.22 $\pm$ 4.58)	10.33 $\pm$ 0.55 <sup>c</sup> (43.05 $\pm$ 3.62)	8.58 $\pm$ 0.66 <sup>d</sup> (52.70 $\pm$ 3.78)	6.06 $\pm$ 0.11 <sup>e</sup> (66.62 $\pm$ 1.16)
Bacon	13.93 $\pm$ 1.18 <sup>a</sup>	12.10 $\pm$ 1.51 <sup>ab</sup> (13.13 $\pm$ 8.41)	12.18 $\pm$ 2.77 <sup>ab</sup> (13.32 $\pm$ 12.82)	12.94 $\pm$ 2.66 <sup>a</sup> (7.72 $\pm$ 12.63)	9.73 $\pm$ 1.62 <sup>b</sup> (30.48 $\pm$ 7.14)
Smoke-ham	16.15 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>	12.40 $\pm$ 1.56 <sup>b</sup> (22.65 $\pm$ 13.41)	10.60 $\pm$ 1.51 <sup>c</sup> (34.03 $\pm$ 10.78)	11.95 $\pm$ 1.15 <sup>bc</sup> (25.93 $\pm$ 5.00)	7.72 $\pm$ 1.21 <sup>d</sup> (52.19 $\pm$ 6.49)
Dduk-rib	17.00 $\pm$ 1.40 <sup>a</sup>	15.95 $\pm$ 1.08 <sup>a</sup> (5.97 $\pm$ 4.81)	14.09 $\pm$ 1.46 <sup>b</sup> (17.01 $\pm$ 7.20)	11.16 $\pm$ 0.99 <sup>c</sup> (34.10 $\pm$ 6.59)	8.36 $\pm$ 1.57 <sup>d</sup> (50.44 $\pm$ 11.01)

Values are mean $\pm$ SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of diminution .

Table 5. Changes in nitrite concentrations in meat products during storage at -20°C for 4 months

( $\mu\text{g/g}$ )

Meat product	0 month	1 month	2 month	3 month	4 month
Vienna	18.16 $\pm$ 0.50 <sup>a</sup>	12.36 $\pm$ 1.91 <sup>b</sup> (32.02 $\pm$ 9.50)	8.17 $\pm$ 0.52 <sup>c</sup> (55.03 $\pm$ 2.00)	5.36 $\pm$ 1.43 <sup>d</sup> (70.28 $\pm$ 8.75)	4.09 $\pm$ 0.38 <sup>d</sup> (77.43 $\pm$ 2.54)
Bacon	13.93 $\pm$ 1.18 <sup>a</sup>	8.43 $\pm$ 1.69 <sup>b</sup> (38.77 $\pm$ 14.55)	5.43 $\pm$ 0.62 <sup>c</sup> (60.79 $\pm$ 5.45)	3.13 $\pm$ 1.15 <sup>d</sup> (77.95 $\pm$ 6.38)	2.03 $\pm$ 0.30 <sup>d</sup> (85.43 $\pm$ 1.80)
Smoke-ham	16.15 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>	11.53 $\pm$ 1.52 <sup>b</sup> (28.06 $\pm$ 11.93)	7.65 $\pm$ 1.95 <sup>c</sup> (51.92 $\pm$ 14.66)	5.02 $\pm$ 1.95 <sup>d</sup> (69.17 $\pm$ 10.40)	3.43 $\pm$ 0.89 <sup>d</sup> (78.48 $\pm$ 6.76)
Dduk-rib	17.00 $\pm$ 1.40 <sup>a</sup>	13.42 $\pm$ 1.00 <sup>b</sup> (20.66 $\pm$ 8.07)	11.18 $\pm$ 1.31 <sup>c</sup> (33.61 $\pm$ 11.24)	11.32 $\pm$ 0.96 <sup>c</sup> (32.93 $\pm$ 8.60)	8.73 $\pm$ 1.56 <sup>d</sup> (48.68 $\pm$ 8.25)

Values are mean $\pm$ SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of diminution.

### 3.2 Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 함량

육류 및 육가공품의 품질은 지질산화와 관계가 크며 지질산화는 인지질, 불포화지방산, 육색소, 가열처리 조건, pH 및 아질산염 등에 의하여 영향을 받는다(Jeong and Kim, 1986). Thiobarbituric acid(TBA)는 육제품에서 지질 산패도 측정에 널리 사용되고 있다. 불포화지방산 산화의 2차 생성 물질인 malonaldehyde (MDA)는 두 개의 TBA 분자와 반응하여 안정된 적색을 띠게 된다(Rosmini et al., 1996; Sun et al., 2001). 또한 육제품의 산패에 따른 TBARS의 생성은 부패취의 생성과 밀접한 관계가 있어 TBARS 함량은 육제품의 신선도를 평가하는 지표가 된다(Choi et al., 2003).

육제품의 저장성을 평가하기 위하여 온도별 저장기간 동안 지방 산화도를 TBARS 값으로 측정한 결과를 Table 6과 7에 나타냈다. 4℃에서 냉장 보관한 비엔나소시지의 TBARS 값은 1 주에 초기보다 약 25% 정도 증가하여 가장 높은 값을 보였으나 2 주째에는 다소 감소하였다가 3 주와 4주에서는 다시 증가하였으나 초기와 유의적으로 차이가 없었다. 햄의 TBARS 값도 비엔나소시지와 유사하게 1 주에 가장 높은 값을 나타냈으며, 2 주와 3 주에는 감소하는 경향을 보였으나 4 주에는 1 주와 거의 유사한 값을 나타냄으로 초기 값보다는 약 24% 정도 증가하였다. 냉동 육제품 떡갈비의 경우도 1 주에 초기보다 약 16% 가 증가하였고 2 주에는 1 주와 유의적 차이를 보이지 않았으며 3 주에는 다소 감소하는 경향을 보이다가 4 주에는 1 주와 거의 유사한 값으로 증가하였다. 베이컨의 경우는 다른 제품들과는 달리 저장기간이 지날수록 꾸준히 증가하여 4 주째에는 초기보다 약 56% 정도 증가된 값을 보였다. 또한 -20℃



에서 냉동 보관한 육제품들 역시 냉장 보관한 것과 비슷한 현상을 보였는데 비엔나소시지와 햄은 1 달에 가장 높은 값을 보였으며, 냉동 육제품 떡갈비는 TBARS 값이 증가하다가 2 달에 다소 감소하였다. 하지만 초기보다는 높은 값을 보였으며 4 달에는 초기보다 약 52% 정도 증가하였다. 베이컨은 1 달에 급속히 증가하였다가 2 달에 다소 감소하였으나 4 달에 초기보다 약 77% 정도 증가하였다. 본 실험에서 아질산 잔류량의 감소와 비례하여 TBARS 값이 증가하리라 예상하였으나 베이컨을 제외하고는 다른 육제품들은 증가하였다가 감소하는 불규칙적인 면을 보였다. 이렇게 저장 기간 중 TBARS 값이 다소 불규칙하게 변화하는 것은 각 제품의 지질 함량과 지질 조성, 단백질과 수분 함량 등에 의하여 TBARS 값이 영향을 받기 때문이라 사료된다(Lee and Cho, 1995).

Table 6. Changes in TBARS concentrations in meat products during storage at 4°C for 4 weeks

(nmol/g)					
Meat product	0 week	1 week	2 week	3 week	4 week
Vienna	11.61±0.86 <sup>ab</sup>	14.41±4.74 <sup>a</sup> (25.16±44.75)	11.30±1.88 <sup>b</sup> (-3.09±10.40)	12.93±0.58 <sup>ab</sup> (11.96±10.64)	12.15±0.57 <sup>ab</sup> (5.24±9.97)
Bacon	8.36±1.15 <sup>c</sup>	9.93±1.26 <sup>b</sup> (21.32±26.83)	10.31±1.25 <sup>b</sup> (25.97±26.81)	10.54±0.38 <sup>b</sup> (27.69±15.29)	12.74±1.30 <sup>a</sup> (56.28±35.20)
Smoke-ham	11.48±0.88 <sup>c</sup>	14.77±1.49 <sup>a</sup> (29.18±14.77)	13.79±0.84 <sup>ab</sup> (20.54±9.30)	12.95±0.73 <sup>b</sup> (13.38±10.57)	14.19±1.78 <sup>ab</sup> (23.88±14.86)
Dduk-rib	32.34±1.99 <sup>b</sup>	37.23±1.34 <sup>a</sup> (15.72±11.98)	37.82±2.87 <sup>a</sup> (17.27±10.51)	34.69±2.02 <sup>b</sup> (7.52±7.87)	38.43±1.42 <sup>a</sup> (19.42±11.95)

Values are mean±SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of increment.

Table 7. Changes in TBARS concentrations in meat products during storage at -20°C for 4 months

(nmol/g)					
Meat product	0 month	1 month	2 month	3 month	4 month
Vienna	11.61±0.86 <sup>c</sup>	14.99±0.72 <sup>a</sup> (29.77±11.75)	9.95±0.46 <sup>d</sup> (-14.17±2.54)	11.59±0.74 <sup>c</sup> (0.00±5.78)	12.97±0.51 <sup>b</sup> (12.02±5.49)
Bacon	8.36±1.15 <sup>c</sup>	13.71±1.20 <sup>a</sup> (67.68±33.66)	10.55±0.46 <sup>b</sup> (27.74±14.95)	11.75±0.44 <sup>b</sup> (42.68±19.80)	14.51±1.85 <sup>a</sup> (76.96±36.97)
Smoke-ham	11.48±0.88 <sup>b</sup>	13.81±0.45 <sup>a</sup> (21.08±11.47)	11.29±1.06 <sup>b</sup> (-0.93±13.83)	11.89±0.88 <sup>b</sup> (4.33±13.39)	14.40±0.89 <sup>a</sup> (25.90±9.31)
Dduk-rib	32.34±1.99 <sup>d</sup>	42.46±0.87 <sup>b</sup> (31.75±9.49)	36.32±2.16 <sup>c</sup> (13.02±14.16)	41.82±3.89 <sup>b</sup> (30.10±18.11)	48.85±1.70 <sup>a</sup> (51.73±13.85)

Values are mean±SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of increment.

### 3.3 육색 변화

육제품의 색깔은 소비자의 제품 선택 시 기준이 되는 중요한 요인이다 (Kim et al., 2002). 또한 식품의 색도 변화는 식품의 내적, 외적인 품질의 변화를 보여주는 척도라 할 수 있다(Hong et al., 2003). Table 8 과 9는 각각 4℃와 -20℃ 에서 육제품의 저장기간에 따른 색도 변화를 색차계를 이용하여 측정한 결과이다.

4℃에서 저장한 비엔나소시지는 명도를 나타내는 L 값이 2 주까지 점차적으로 증가하다가 3 주와 4 주에서는 2 주와 유의적 차이가 없었으나 저장기간이 길어질수록 증가하였다. 적색도를 나타내는 a 값은 저장 초기 1 주에 감소하나 다시 증가하여 4주에는 초기와 유의적 차이가 없었으며, 황색도를 나타내는 b 값은 적색도와 마찬가지로 1 주에는 다소 감소하였으나 그 후 저장기간이 지날수록 증가하였다. 햄은 명도가 1주에서 증가하여 그 상태를 유지하였으며, 적색도와 황색도는 1 주까지는 차이가 없었으나 2 주에서 증가하였다. 떡갈비의 경우 명도는 햄과 유사한 결과를 나타내었고, 황색도는 저장기간이 지날수록 감소하였으나 적색도는 변화가 없었다. 베이컨은 다른 육제품들과는 달리 명도와 적색도가 저장기간에 따라 변화하지 않았으나, 황색도는 다소 증가하였다.

한편 -20℃에서 저장한 경우 비엔나소시지의 명도는 저장기간에 따라 차이를 보이지 않았으며, 적색도는 1 개월째에 증가하였다가 다시 감소하여 초기와 유사한 값을 보였다. 황색도는 1 개월째에 증가한 후 그 상태를 유지하였다. 베이컨의 적색도와 황색도는 저장기간 중 큰 변화가 없었으나 명도는 2 개월째에 감소하였다가 다시 증가하였으나 초기와 유의적 차이가 없었다. 햄의 명도와 황색도는 저장기간이 지날수록 점차적

으로 증가하였고 적색도는 1 개월째에 증가하였다가 2 개월째에 감소하고 다시 3 개월째에 증가하였다가 마지막달에는 초기와 같아졌다. 떡갈비의 경우 명도는 햄과 마찬가지로 점차 증가하였으며 적색도는 2 개월까지 증가하다가 3 개월째에 급격히 감소하였으나 4 개월째에는 다시 증가하였다. 황색도는 저장기간이 지날수록 감소함을 보여주었다. Hong 등(2003)은 간 소시지가 4℃ 냉장 저장하였을 때 저장기간이 증가할수록 명도가 전반적으로 증가하였지만 큰 변화를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 실험에서 사용한 육제품들 역시 명도가 전반적으로는 증가하였으나 큰 변화를 보이지 않는 비슷한 결과를 보였다. 또한 적색도는 저장기간이 지날수록 아질산 잔류량의 감소에 의해 감소될 것을 예상하였으나 전체적으로 큰 변화를 보이지 않은 반면 황색도는 다소 증가하였다. Verma 등(1985)은 minced meat으로 소시지를 만들어 저장하였을 때 색도의 변화가 나타나지 않았다고 하였다.

Table 8. Changes in color of meat products during storage at 4°C for 4 weeks

Meat product		0 week	1 week	2 week	3 week	4 week
Vienna	L	65.93±0.83 <sup>c</sup>	66.66±1.40 <sup>bc</sup>	68.36±1.03 <sup>a</sup>	68.64±0.93 <sup>a</sup>	67.66±1.29 <sup>ab</sup>
	a	13.04±0.24 <sup>a</sup>	12.33±0.51 <sup>b</sup>	13.23±0.27 <sup>a</sup>	13.06±0.23 <sup>a</sup>	12.82±0.43 <sup>a</sup>
	b	7.06±0.19 <sup>bc</sup>	6.88±0.54 <sup>c</sup>	7.48±0.28 <sup>ab</sup>	7.47±0.22 <sup>ab</sup>	7.72±0.36 <sup>a</sup>
Bacon	L	62.26±3.40 <sup>a</sup>	62.82±1.22 <sup>a</sup>	62.16±2.43 <sup>a</sup>	64.08±6.55 <sup>a</sup>	65.92±1.38 <sup>a</sup>
	a	11.91±1.42 <sup>a</sup>	11.70±0.87 <sup>a</sup>	12.26±0.92 <sup>a</sup>	10.83±1.57 <sup>a</sup>	10.77±1.45 <sup>a</sup>
	b	6.82±0.85 <sup>ab</sup>	6.38±0.56 <sup>b</sup>	7.24±0.60 <sup>ab</sup>	7.41±0.86 <sup>a</sup>	7.44±0.95 <sup>a</sup>
Smoke -ham	L	61.42±1.35 <sup>b</sup>	63.45±1.19 <sup>a</sup>	63.87±0.47 <sup>a</sup>	64.22±1.06 <sup>a</sup>	64.61±0.69 <sup>a</sup>
	a	11.73±0.30 <sup>b</sup>	11.59±0.39 <sup>b</sup>	12.36±0.27 <sup>a</sup>	12.53±0.61 <sup>a</sup>	12.44±0.37 <sup>a</sup>
	b	6.78±0.45 <sup>c</sup>	6.61±0.63 <sup>c</sup>	7.35±0.24 <sup>b</sup>	7.86±0.36 <sup>a</sup>	7.34±0.24 <sup>b</sup>
Dduk -rib	L	60.96±0.77 <sup>b</sup>	62.55±1.08 <sup>a</sup>	62.49±0.45 <sup>a</sup>	63.12±1.19 <sup>a</sup>	62.06±1.23 <sup>ab</sup>
	a	6.58±0.23 <sup>a</sup>	6.33±0.29 <sup>a</sup>	6.55±0.14 <sup>a</sup>	6.38±0.46 <sup>a</sup>	6.38±0.52 <sup>a</sup>
	b	13.44±0.34 <sup>a</sup>	12.77±0.49 <sup>bc</sup>	13.22±0.55 <sup>ab</sup>	12.08±0.42 <sup>d</sup>	12.26±0.50 <sup>cd</sup>

Values are mean±SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Table 9. Changes in color of meat products during storage at -20°C for 4 months

Meat product		0 month	1 month	2 month	3 month	4 month
Vienna	L	65.93±0.83 <sup>a</sup>	64.30±6.54 <sup>a</sup>	65.71±1.03 <sup>a</sup>	65.27±1.14 <sup>a</sup>	65.27±4.05 <sup>a</sup>
	a	13.04±0.24 <sup>b</sup>	14.05±0.24 <sup>a</sup>	13.03±0.48 <sup>b</sup>	12.68±0.84 <sup>b</sup>	13.29±0.57 <sup>b</sup>
	b	7.06±0.19 <sup>b</sup>	7.75±0.19 <sup>a</sup>	7.62±0.16 <sup>a</sup>	7.79±0.31 <sup>a</sup>	7.53±0.23 <sup>a</sup>
Bacon	L	62.26±3.40 <sup>a</sup>	62.57±1.44 <sup>a</sup>	58.57±2.79 <sup>b</sup>	60.04±3.79 <sup>ab</sup>	61.54±2.03 <sup>ab</sup>
	a	11.91±1.42 <sup>a</sup>	11.79±0.88 <sup>a</sup>	11.97±0.92 <sup>a</sup>	12.50±1.72 <sup>a</sup>	12.40±1.18 <sup>a</sup>
	b	6.82±0.85 <sup>a</sup>	7.24±0.53 <sup>a</sup>	7.77±1.37 <sup>a</sup>	7.81±0.32 <sup>a</sup>	7.38±0.70 <sup>a</sup>
Smoke ham	L	61.42±1.35 <sup>c</sup>	62.23±0.51 <sup>bc</sup>	62.89±1.30 <sup>ab</sup>	62.75±1.18 <sup>abc</sup>	64.00±0.92 <sup>a</sup>
	a	11.73±0.30 <sup>b</sup>	12.65±0.26 <sup>a</sup>	11.77±0.34 <sup>b</sup>	12.68±0.64 <sup>a</sup>	11.78±0.41 <sup>b</sup>
	b	6.77±0.46 <sup>b</sup>	7.85±0.37 <sup>a</sup>	8.20±0.28 <sup>a</sup>	7.97±0.43 <sup>a</sup>	7.02±0.42 <sup>b</sup>
Dduk-rib	L	60.96±0.77 <sup>c</sup>	63.24±1.46 <sup>b</sup>	62.15±1.00 <sup>b</sup>	64.44±0.43 <sup>a</sup>	62.81±0.98 <sup>b</sup>
	a	6.58±0.23 <sup>bc</sup>	6.73±0.68 <sup>abc</sup>	7.12±0.39 <sup>a</sup>	6.34±0.20 <sup>c</sup>	7.04±0.36 <sup>ab</sup>
	b	13.44±0.34 <sup>a</sup>	12.75±0.57 <sup>b</sup>	13.04±0.25 <sup>ab</sup>	12.67±0.58 <sup>b</sup>	12.56±0.47 <sup>b</sup>

Values are mean±SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

#### 4. 시금치의 조리과 저장에 따른 아질산 함량 변화

생 시금치와 상법으로 데친 시금치를 냉장과 실온에서 각각 6일까지 보관하면서 아질산 함량을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 냉장에서 저장한 생 시금치의 아질산 함량은 매우 낮은 농도를 보였으며, 저장기간에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 실온에서 저장한 생 시금치의 아질산 함량은 0 day에 0.26 ppm, 2 일째에 1.01 ppm, 4 일째에는 22.39 ppm으로 크게 증가하였다. 그러나 6 일째에는 4.66 ppm으로 4 일째보다 감소하였는데, 이는 저장기간이 길어짐에 따라 시금치가 상하였기 때문에 아질산 함량이 감소된 것으로 사료된다. 데친 시금치의 아질산 함량은 생 시금치의 농도보다 낮은 0 ppm으로서 매우 낮은 값을 보였으며, 냉장 보관 6 일 후에도 0.04 ppm으로 초기에 비하여 증가하기는 하였으나 그 농도는 매우 낮았다.

냉장 저장한 것은 초기와 크게 차이가 없었으나 실온에서 보관한 생 시금치의 경우에는 4 일째 크게 증가하였다. 이러한 사실로 미루어 생 시금치와 데친 시금치 모두 저장 중 낮은 온도에서는 아질산 농도가 크게 변화하지 않지만 실온에서 크게 증가하는 것은 채소 내 질산염이 저장기간 중 아질산염으로 환원되며 이러한 환원력은 세균과 효소 작용에 의하기 때문에 높은 온도에서 더 활발히 일어나는 것으로 사료된다. 수확초기 시금치의 아질산염의 함량은 건물량으로 30 mg/kg 이었으나 저장 4일 후 3,550 mg/kg으로 증가하였으며, 실온에서 보관할 경우 처음 4일 동안은 질산염이 약 30% 정도가 환원되었으나 8 일 후에는 100% 환원되었다는 보고가 있다(Shin et al.,



2002). 또한 Jaworska(2005)은 시금치의 데친 시간이 길수록 아질산염의 함량이 감소한다고 하였는데 이는 생 시금치보다 데친 시금치의 아질산 함량이 낮은 결과와 일치한다.

Table 10. Changes in nitrite concentrations of spinach during storage

( $\mu\text{g/g}$ )

Treatment and Storage		0 day	2 day	4 day	6day
Fresh	Room temperature	0.26 $\pm$ 0.30 <sup>d</sup>	1.01 $\pm$ 0.74 <sup>c</sup> (78.03 $\pm$ 95.63)	22.39 $\pm$ 35.13 <sup>a</sup> (3984.5 $\pm$ 6245.9)	4.66 $\pm$ 2.30 <sup>b</sup> (739.4 $\pm$ 599.0)
	Refrigerated (4 °C)	0.26 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	0.29 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	0.18 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	0.16 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
Parboiled	Refrigerated (4 °C)	<< 0.05	<< 0.05	<< 0.05	<< 0.05

Values are mean $\pm$ SD (n=6). Values sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Values in the parenthesis are calculated as percentage of increment.

## IV. 결 론

육제품의 아질산 잔류량 감소와 채소 섭취의 안전성 확보 방안 연구의 일환으로 국내산 육제품과 채소의 저장 중 아질산 잔류량의 변화를 관찰한 결과 비엔나소시지, 베이컨, 스모크햄, 떡갈비 등 4 종류의 육제품 모두 아질산 잔류량이 국내 규제 허용량 70 ppm 보다 매우 낮은 값을 보였으며, 저장기간이 지날수록 아질산 잔류량은 더욱 감소하였다. 감소 폭은 저장 온도와 제품의 종류에 따라 차이가 있어 4℃에서 냉장 저장할 경우는 비엔나소시지가 아질산 잔류량 감소 폭이 가장 크고 베이컨이 가장 작았다. 반면 -20℃에서 냉동 저장할 경우는 베이컨이 아질산 잔류량 감소 폭이 가장 크고 떡갈비가 가장 작았다. 또한 저장 온도에 따른 각 제품의 아질산 잔류량 감소 속도를 보면 비엔나소시지, 스모크햄 및 떡갈비는 4℃에 저장할 때가 -20℃에 저장할 때보다 더 빠른 속도로 아질산 함량이 감소하였다. 반면, 베이컨의 경우는 -20℃에 저장할 때가 4℃에 저장할 때보다 더 빨리 아질산 함량이 감소하였다.

한편 채소의 저장 중 아질산 잔류량의 변화를 보기 위하여 신선한 생 시금치와 데친 시금치를 냉장고와 상온에서 저장하면서 아질산 함량의 변화를 측정한 결과 생 시금치를 상온에서 보관할 경우 저장기간이 길어짐에 따라 아질산 함량이 크게 증가하였으나, 냉장 보관할 경우는 아질산 함량이 변화하지 않았다. 또한 시금치의 데침 처리는 아질산 함량을 현저히 낮추어 거의 0에 가깝도록 만들었고, 데친 시금치의 아질산 함량

은 냉장 저장에 따라 증가하였으나 그 농도는 매우 낮았다

이러한 결과와 문헌정보들을 종합해보면 우리나라의 경우 육제품 섭취에 의한 아질산염의 위험은 현 시점에서 크게 우려할 바는 아니라고 사료되며, 육제품보다는 오히려 채소류에 의한 아질산염의 간접적인 섭취가 우려된다. 채소류의 아질산 잔류량은 저장기간이 지날수록 크게 증가하지만 채소에 함유되어 있는 비타민 C 등 항산화 성분에 의하여 아질산염으로부터 nitrosoamine 생성이 억제되어 채소류의 아질산염 위험성이 감소하는지는 더욱 연구가 필요하다. 또한 육제품으로 인한 아질산 섭취가 비록 미미하더라도 앞으로 아질산 잔류량을 줄이는 연구가 지속적으로 수행되어야 하고 더불어 아질산의 대체물질을 개발하는데 많은 연구력과 재원이 투자되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- A.O.A.C (1975) Method of Analysis. Association of official Agricultural Chemists. Washington. D. C.
- A.O.A.C. (1994) Official Method of Analysis (16th Ed). Association of officical Analytical Chemists. Washington. D.C.
- Archer, D. L. (2002) Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *J. Food protect.* **65**, 872-875.
- Brewer, M. S., Stites, C. R., Mckeith, F. K., Bechtel, P. J., Novakofski, J. E., and Bruggen, K. A. (1995) Belly thickness effects on the proximate composition, processing, and sensory characteristics of bacon. *J. Muscle Foods.* **6**, 283-295.
- Cammack, Richard., Joannou, C.L., Cui, Xiao-Yuan., Martinez, Claudia Torres., and Hughes, Martin N. (1999) Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochimica et Biophysica Acta.* **1411**, 475-488 .
- Cassens, Robert G. (1997) Residual nitrite in Cured Meat. *Food Technol.* **51**, 53-55.
- Choi, S. H., Kwon, H. G., An, D. J., Park, J. R., and Oh, D. H. (2003) Nitrite Contents and Storage Properties of Sausage Added with Green Tea Powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 331-340.
- Chung, S. Y., Sho, Y. S., Kim, M. H., Won, K. P., and Hong, M. K.

- (1999) Analysis of Nitrate Contents of Some Vegetables Grown in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 969–972.
- Cosby, K., Partovi, K. S., Crawford, J. H., Patel, R. P., Reiter, C. D., Martyr, S., Yang, B. K., Wacławski, M. A., Zalos, G., Xu, X., Huang, K. T., Shields, H., Kim-Shapiro, D.B., Schechter, A. N., Cannon III, R. O., and Gladwin, M. T. (2003) Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation. *Nature Medicine.* **9**, 1498–1505.
- Estevez, M., and Cava, R. (2004) Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pate. *Meat Sci.* **68**, 551–558.
- Fiddler, W., Piotrowski, E. G., Pensabene, J. W., Doerr, R. C., and Wasserman, A. E (1972) Effect of sodium nitrite concentration on N-nitrosodimethylamine formation in frankfurters. *J. Food Sci.* **37**, 668–670.
- Fox Jr., J. B. (1966) The Chemistry of meat pigments. *J. Agric. Food Chem.* **14**, 207–210.
- Grever, A. B. G., and Ruiter A. (2001) Prevention of Clostridium outgrowth in heated and hermetically sealed meat products by nitrite – a review. *Eur. Food Res. Technol.* **213**, 165–169.
- Han, S. K., Yamauchi, K., and Park, H. K. (2000) Effect of Nitrite on Lipid Component and Lipid Oxidation in Stored Cured Meat under Refrigeration. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **42**, 339–348.

- Hong, G. P., Lee, S., and Min, S. G. (2003) Studies on Physico - chemical Properties of Spreadable Liver Sausage during Storage Period. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 56-62.
- Hong, M. K., Won, K. P., Kim, M. H., Sho, Y. S., Chung, S. Y., Yun, H. K., Ryu, K. J., Lee, H. S., Kim, S. C., and Chang, M. I. (1998) Studies on Nitrate Contents of Various Vegetables Cultivated in Korea. The Annual Report of KFDA. **2**, 47-55.
- Hwang, C.H., Park, H.K. and Moon, Y.H. (1973) The effect of Sodium Nitrite on Meat Color Development of Cured Pork. *Korean J. Ani. Sci.* **15**, 82-86.
- Jaworska, G. (2005) Nitrates, nitrites, and oxalates in products of spinach and New Zealand spinach Effect of technological measures and storage time on the level of nitrates, nitrites, and oxalates in frozen and canned products of spinach and New zealand spinach. *Food Chemistry.* **93**, 395-401.
- Jeong, H. G., and Kim, Z. U. (1986) A study on the Effects of Sodium Nitrite on Lipid Oxidation of Pork during Cooking. *Korean J. Agric. Chem. Soc.* **29**, 148-158.
- Johnston, M.A., Pivnick, H., and Samson, J. M. (1969) Inhibition of Clostridium Botulinum by Sodium Nitrite in a Bacteriological Medium and in Meat. *J. Can. Inst. Food Technol.* **2**, 52-55.
- Kim, S. M., Cho, Y. S., Sung, S. K., Lee, I. G., Lee, S. H., and Kim D. G.(2002) Developments of Functional Sausage using Plant

- Extracts from Pine Needle and Green Tea. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 20-29.
- Kim, S. M., Cho, Y. S., Yang, T. M., Lee, S. H., Kim D. G., and Sung, S. K. (2000) Development of Functional Sausage using Extracts from Schizandra chinensis. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **20**, 272-2281.
- Lee, J. M., and Cho J. S. (1995) Effects of Storage Days and Cooking Method on Lipid Oxidation in Processed Meat Products. *Korean J. Oil Chemists' Soc.* **12**, 69-79.
- Lee, K. T., Kang, J. O., Kim, C. J., Lee, M. H., Lee, S. K., Lee, J. Y., Lee, J. W., Cho, S. H., Joo, S. T., Chin, K. B., and Choi, S. H. (2005) Studies on the Regulation for Use, Metabolism, Intake, and Safety of Sodium Nitrite in Meat Products. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**, 103-120.
- Lee, M. H., and Cassens, R. G. (1983) Effect of Heating Rate on Residual Nitrite. *Korean Institute of Ani. Sci.* **25**, 675-679.
- Lee, M., and Cassens R. G. (1980) Effect of sodium chloride on residual nitrite. *J. Food Sci.* **45**, 267-269.
- Lee, S. H., Cassens, R. G., and Fennema, O. R. (1976) Effect of muscle type on residual nitrite in cured meat. *J. Food Sci.* **41**, 100-101.
- Lee, S. H., Cassens, R. G., Winder, W. C., and Fennema, O. R. (1978) Factors affecting the formation of nitrate from added nitrite in



- model systems and cured meat products. *J. Food Sci.* **43**, 673–676.
- Lee, S. K., and Song, K. W. (1983) Effects of Different levels of Sodium Nitrite, Ascorbic acid and Sodium Chloride on Characteristics of Ground Meat. College of Agriculture, Seoul National University. **25**, 288–295.
- MacDonald, B., Gray, J. I., Stanley, D. W., and Usborne, W. R. (1980) Role of nitrite in cured meat flavor: Sensory analysis. *J. Food Sci.* **45**, 885–888.
- MacDougall, D. B., Mottram, D. S., and Rhodes, D. N. (1975) Contribution of Nitrite and Nitrate to the Colour and Flavour of Cured Meats. *J. Sci. Food Agric.* **26**, 1743–1754.
- Massey, R. C., Crews, C., Davies, R., and McWeeny, D. J. (1978) A Study of the Competitive Nitrosations of Pyrrolidine, Ascorbic Acid, Cysteine and p-Cresol in a Protein-base Model system. *J. Sci. Food Agric.* **29**, 815–821.
- Olsman, W. J. (1974) About the mechanism of nitrite loss during storage of cooked meat products. In Proc. Int. Symp. Nitrite Meat Prod. P.129, Krol. B. and Tinbergen, B. J.(Ed.) Pudoc. Wageningen, The Netherlands.
- Park, H. K. and Oh, D.W. (1982) Studies on the Curing Agents in the Meat Processing I Effects of nitrate and nitrite on color development of sausage. Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University. **13**, 147–152

- Person, R. C., McKenna, D. R., Griffin, D. B., McKeith, F. K., Scanga, J. A., Belk, K. E., Smith, G. C., and Savell, J. W. (2005) Benchmarking value in the pork supply chain: Processing characteristics and consumer evaluations of pork bellies of different thicknesses when manufactrued into bacon. *Meat Sci.* **70**, 121-131.
- Rosmini, M. R., Perlo, F., Perez-Alvarez, J. A., Pagan-Moreno, M. J., Gago-Gago, A., Lopez-Santovenena., and Aranda-Catala V. (1996) TBA Test by an Extractive Method Applied to 'Pate'. *Meat Sci.* **42**, 103-110.
- Sanz, Y., Vila, R., Toldra, F., and Flores, J. (1998) Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of non-fermented sausages. *Int. J. Food Microbiol.* **42**, 213-217.
- Shin, J. H., Kang, M. J., Yang, S. M., Kim, H. S., and Sung, N. J. (2002) Contents of Nitrate and Nitrite in Vegetables and Fruits. *J. Food Hyg. Safety.* **17**, 101-105.
- Siciliano, J., Krulick, S., Heisler, E. G., Schwartz, J. H., and White, Jr., J. W. (1975) Nitrate and nitrite content of some fresh and processed market vegetables. *J. Agric. Flld Chem.* **23**, 461-464.
- Silva Mendez, L. S., Allaker R. P., Hardie, J. M., and Benjamin, N. (1999) Antimicrobial effect of acidified nitrite on cariogenic bacteria. *Oral Microbiology and Immunology.* **14**, 391-392.
- Sun, Q., Faustman, C., Senecal, A., Wilkinson, A. L., and Furr, H. (2001) Aldehyde reactivity with 2-thiobarbituric acid and TBARS

- in freeze-dried beef during accelerated storage. *Meat Sci.* **57**,55-60.
- Tanenbaum, S. R., Fett, D., Young, V. R., Land, P. D., and Brauce, W. R. (1978) Nitrite and nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestim. *Science*. **2000**, 1487-1489.
- Verma, M. M., Alarcon Rojo, A. D., Ledward, D. A., and Lawrie R. A. (1985) Effect of frozen of minced meats on the quality of sausages prepared from them. *Meat Sci.* **12**, 125-129.
- Walker, R. (1996) The metabolism of dietary nitrites and nitrates. *Biochemical Society Transactions*. **24**, 780-785.
- Wasserman, A.E. and Talley, F. (1972) The effect of sodium nitrite on the flavor of frankfurters. *J. Food Sci.* **37**, 536-538.
- Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-585.
- 박형기, 오홍록, 문윤희, 강종옥, 김언현, 김천제, 오동환, 신현길, 박태규, 하정옥, 이근택, 이영진, 박창일, 이보영, 김안규 와 문영덕. (1998) 식육의 과학과 이용. 3판. 선진문화사. pp. 278-292, 396-408.
- 손상목. (2000) 채소의 질산염 감량 기술 개발. 농림기술과제 최종 보고서, 농림부. 261-275.
- 식품의약품안정청. (2002) 식품공전 pp. 218-222.
- 이유방과 이성기. (1980) 육제품에 첨가하는 아질산염에 대한 고찰. 식품과학. **13**, 48-55

(Abstract)

## Changes in Nitrite Contents of Meat Products during Storage

Gi Suk Kim

Department of Applied Biology

Graduate School

Sun Moon University

Adviser : Professor Seong Hee Choi

Nitrite in meat product plays important roles in development and stabilization of color, suppression of growth and toxin formation of *Clostridium botulinum*, improvement of flavor, and inhibition of lipid peroxidation. However, consumption of large amount of nitrite has been reported to cause methemoglobinemia and formation of N-nitrosamines which have been known to be carcinogenic.

In the present study, changes in nitrite contents, consequently the storage characteristics and color, of meat product and vegetable during storage were examined. Four kinds of meat product, Vienna sausage, bacon, smoked-ham and *Dduggalbi*, manufactured by C and

L domestic companies.

Proximate compositions of the meat products met the Food Code, and the meat products except bacon showed relatively small variations in the proximate compositions, while bacon showed a large batch to batch variation in crude fat content.

Storage of the meat products at 4°C for short period of time resulted in a gradual reduction in residual nitrite. The reduction in nitrite content differs with products, showing highest in Vienna sausage and lowest in bacon.

To examine the changes in nitrite content of meat products during relatively long term storage, meat products were stored for 4 weeks at 4°C refrigerator or for 4 months at -20°C freezer. Nitrite content decreased in all meat products during storage, and those of sausage, ham and *Dduggalbi* decreased more rapidly at 4°C than at -20°C. On the other hand, nitrite content of bacon decreased more rapidly at -20°C than at 4°C.

To evaluate storage characteristics of meat products TBARS contents were measured. TBARS levels of Vienna sausage, smoked-ham and *Dduggalbi* changed irregularly during storage at 4°C, it decreased after increase, then increased again, but was not lower than initial value. TBARS of smoked-ham and *Dduggalbi* were significantly higher at 4 weeks than initial value. On the other hand, TBARS level of bacon increased gradually during storage, showing a

significant difference at 2 weeks compared to initial value. Meanwhile, TBARS levels of meat products stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  were also changed irregularly, but were significantly higher at last 4 months of storage than initial levels.

Changes in color of meat products during storage were examined. Lightness of all products except bacon increased during initial period of storage at  $4^{\circ}\text{C}$ , while lightness of bacon did not change. Redness of all products except somked-ham did not change during storage. Redness of smoke-ham increased at 2 weeks and did not change thereafter. Yellowness of the meat products other than *Dduggalbi* increased during storage, while that of *Dduggalbi* decreased. On the other hand, when the meat products were stored at  $-20^{\circ}\text{C}$ , lightness of somked-ham and *Dduggalbi* increased, but the lightness of Vienna sausage did not change and the lightness of bacon decreased. Redness of sausage was found to be increased at 1 month, followed by decreased thereafter. Redness of bacon did not change during storage, and changes in the redness of smoked-ham and *Dduggalbi* was variable.

To examine changes in nitrite content of vegetable during storage, fresh and parboiled spinach were stored at  $4^{\circ}\text{C}$  and  $23^{\circ}\text{C}$ . Nitrite content of fresh spinach increased greatly during storage at room temperature, but not at  $4^{\circ}\text{C}$ . Parboiling of spinach reduced significantly the nitrite content reaching almost zero. Nitrite content

of the parboiled spinach increased during refrigerated storage, but the content was still very low.

In conclusion, nitrite content of meat product decreases during storage. The reduction of nitrite content is more rapid during initial storage period, and the rate of decrease is dependent on storage temperature. In addition, nitrite contents of most domestic meat products are very low compared to legal upper limit, and more concern should be given to the possibility of indirect and direct nitrite intake through high nitrate-containing vegetables.