



# The effects of *Allium hookeri* on the physicochemical characteristics and storage of pork sausage

Joo Hyung Lee, Seong Hee Choi\*

Department of Food Science, Sun Moon University, Asan 31460, Korea

## 삼채 첨가에 의한 돈육 소시지의 물리화학적 특성과 저장성에 미치는 영향

이주형 · 최성희\*

선문대학교 식품과학과

### Abstract

The effects of *Allium hookeri* (AH) on the physicochemical properties and storage of pork sausage were examined. Sausages were prepared with different levels of AH (0.5 and 1%) and sodium nitrite (50, 100, and 150 ppm), and stored at 4°C for four weeks. The addition of AH had little effect on the CIE color or texture value of the sausage. More than half of the added nitrite was removed during sausage preparation, and a further large reduction was observed during one week of storage. The TBARS content was observed to increase with storage, but lower increases were observed when more nitrite and AH were added. When stored for two or four weeks, the group with 100 ppm nitrite and 1% AH showed lower TBARS values than the group with only 150 ppm nitrite. The total microbial count after storage for four weeks was lower in sausage with 50 ppm nitrite and 1% AH than in sausage with only 100 ppm nitrite, and the sausage with 100 ppm nitrite and 1% AH exhibited the same microbial count as that with only 150 ppm nitrite. These results suggest that AH is a potential substitute for nitrite for use in sausage production by suppressing TBARS increases and inhibiting microbial growth during storage.

Key words : *Allium hookeri*, sausage, nitrite, TBARS

### 서 론

경제발전과 함께 우리 식생활의 큰 변화 중 하나는 육류와 육가공품의 소비량이 증가한 것이며, 특히 돈육을 이용한 소시지의 소비량이 높다(1). 한국육가공협회에 따르면 2018년 국내 소시지 생산량은 77,158톤으로 전체 육가공품 생산량 214,871톤의 35.9%를 차지하며, 이는 2008년의 50,267톤에 비해 53.5% 증가한 양이다(www.kmia.or.kr).

아질산염은 염지 육가공품의 필수적인 첨가제로서 발색, 풍미 증진, *Clostridium botulinum* 등의 식중독균과 부패 미생물 성장 억제, 지방산화 억제와 같이 매우 다양한 기능

이 있다(2,3). 그러나 과다 섭취할 경우 n-nitrosamine과 같은 발암 물질을 생성하고, metmyoglobin을 생성하여 청색증을 유발할 수 있어 사람의 건강에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다(4,5). 아질산염의 이러한 부작용 가능성은 소비자들로 하여금 육가공품에 대한 부정적인 인식을 갖게 하므로 인간의 건강에 무해하면서 항균 및 항산화성이 우수한 천연물로의 대체가 요구되고 있다(6). 최근 α-tocopherol, β-carotene, L-ascorbic acid와 같은 천연 항산화 영양소와 함께 녹차 등에 다량 함유 되어 있는 폴리페놀 성분은 강한 항산화 기능을 가져 유해 산소로부터 인체를 보호해 주는 역할을 한다고 보고되면서 식용식물의 천연 항산화 기능에 관한 연구가 활발하다(7,8).

삼채(*Allium hookeri*)는 파속(屬) 식물로 히말라야 산맥 해발 1,400-4,200미터의 고원지대에서 자생하며, 중국, 인도, 부탄, 스리랑카, 미얀마 등지에 분포한다(9-11). 약 3,000년 전부터 식용과 약용으로 사용해 왔으며 뿌리, 잎, 순 모두 식용 가능하고, 식이 유효화합물이 마늘보다 6배 많다

\*Corresponding author. E-mail : choish@sunmoon.ac.kr  
 Phone : 82-41-530-2281, Fax : 82-41-530-2917  
 Received 25 June 2019; Revised 15 July 2019; Accepted 22 July 2019.  
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

고 알려져 있다. 또한 삼채는 단백질, 당, 섬유소, ascorbic acid, phytosterol, total phenol 등이 함유되어 있어 양파와 마늘을 대체하는 양념채소로도 널리 사용된다(12-14). 유향 화합물을 많이 함유하는 파, 마늘, 양파 등 *Allium* 속 식물과 함께 삼채는 항산화, 항암, 항염, 항균, 알코올성 간독성 완화, 체지방 축적 억제, 항고지혈증 및 혈당 강하 작용 등 다양한 생리활성이 연구되었다(15-26).

이러한 삼채는 최근 국내에서도 재배되어, 그 성분과 건강기능에 대한 관심이 높아지고 다양한 활용기술이 연구되고 있다(29-31). 하지만 아직 국내산 삼채의 육가공품에 활용에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 삼채의 기능성을 고부가가치 육가공품 개발에 활용하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 이의 첨가가 돈육 소시지의 물리 화학적 특성과 저장성에 미치는 영향을 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 돈육 소시지의 제조

돈육 소시지는 냉장 전지육(도드람 한돈)을 5 mm 쇼파로 2회 갈아서 분쇄 전지육을 준비하여 고기 750 g에 소금, 설탕, 복합인산염(Inphos plus #3924, Woosung Meatpro Co., Ltd, Seoul, Korea) 등 재료를 첨가하여 Table 1의 조성에 따라 8개 군으로 제조하였다. 아질산염은 0, 50, 100, 150 ppm을 첨가하였고, 50 ppm, 100 ppm 군에는 삼채분말을 각각 0, 0.5, 1% 첨가하였다. 1 kg씩 계량된 배치들은 믹서로 균일하게 혼합하고, STX Turboforce 3000 Electric Meat Grinder (STX International, Lincoln, NE, USA)에 불린 천연 돈장 casing을 끼워 충전하여 소시지 링크를 뽑았다. 소시지 링크는 지퍼 백에 넣어 하룻밤 냉장 보관 후 다음날 가열 처리하였다. 가열방법은 소시지 중심온도가 75°C 도달 후 20분간 온도를 유지하고, 얼음물로 냉각 후에 4°C 냉장고에 저장하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 일반성분 분석

일반성분은 AOAC(32) 방법에 의하여 수분(oven-dry 법), 조지방(Soxxhlet 법), 조단백(microkjeldahl 법) 및 조회분을

측정하였다. 분석은 각 시험군별 3 처리반복 시료를 분석시료로 하여 각 시료는 2 반복 분석하였다.

### 색도 측정

육색은 색차계(Chromameter CR-300, Minolta Corporation, Ramsey, NJ, USA)를 이용하여 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage) L\*(lightness), a\*(red-green) 및 b\*(yellow-blue) 값을 측정하였으며, 표준 색도판은 Minolta calibration plate No. 20033044로서  $Y = 92.7$ ,  $x = 0.3136$ ,  $y = 0.3195$ 를 사용하였다.

### 조직감 측정

조직감은 시료를 일정한 크기로 자른 후 Texture analyzer(Sun Scientific Co, Model CR-500DX, Tokyo, Japan)에 직경 20 mm plunger를 장착하여 2회 반복 시료를 가압하였을 때 얻어지는 force-time curve로부터 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 측정조건은 시료 높이 15 mm, crosshead 속도 0.5 mm/sec, 침투율 75% 하였다.

### 아질산 이온 측정

시료의 아질산 이온 함량은 sulfanilic acid와  $\alpha$ -naphthylamine-HCl을 함유하는 Griess reagent와 반응시켜 nitrite의 diazo-coupling을 540 nm에서 비색정량 하였다. 시료용액과 함께 표준용액(0.1-1 ppm)에 대한 흡광도를 측정 한 후 표준곡선을 작성하여 nitrite 함량(ppm)을 계산하였다. 시료는 소시지 1 g을 증류수 40 mL에 균질하여 80°C 항온수조에서 2시간 가열한 다음 포화 HgCl<sub>2</sub> 용액 5 mL를 가하여 냉각한 후 50 mL로 부피를 조정한 다음 whatman No. 1 filter paper로 여과하였으며, 시료의 아질산 이온 함량이 20 ppm이 넘는 경우에는 시료용액을 2-3배 희석하여 분석하였다.

### TBARS 함량 측정

육가공품의 저장 중 지방 산패 정도를 평가하기 위하여 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 함량을 Witte 등(33)의 방법에 의하여 측정하였다. 시료 5 g에 20% trichloroacetic acid in 2 M phosphoric acid 용액 25 mL을

Table 1. Recipe for pork sausages added with *A. hookeri*

Ingredients (g)	N0+A0 <sup>1)</sup>	N50+A0	N50+A0.5	N50+A1.0	N100+A0	N100+A0.5	N100+A1.0	N150+A0
Pork	750	750	750	750	750	750	750	750
Salt	14	14	14	14	14	14	14	14
Sugar	10	10	10	10	10	10	10	10
Phosphate	2	2	2	2	2	2	2	2
Water	224	224	219	214	224	219	214	224
Nitrite(mg)	0	50	50	50	100	100	100	150
<i>Allium hookeri</i>	0	0	5	10	0	5	10	0

<sup>1)</sup>Group abbreviations: N represents nitrite in ppm, and A represents *Allium hookeri* in % added as an ingredient of sausages.

첨가하여 14,000 rpm으로 2분간 균질화 한 다음 증류수를 사용하여 50 mL로 부피를 조정하여 Whatman No. 1 filter paper로 여과하였다. 여과액 2 mL를 취해 5 mM TBA 용액 2 mL를 혼합하여 95°C에서 1시간 가열한 후 냉각하여 530 nm 흡광도를 측정하여 TBARS 농도를 계산하였다.

### 일반세균 측정

4°C에서 1주와 4주 저장한 소시지의 일반세균수를 표준 평판법을 이용하여 측정하였다. 시료 2 g을 멸균수 18 mL에 균질화하고 단계 희석하였다. 희석 시료 0.5 mL를 petri dish에 취하여 45°C 항온수조에서 굳지 않도록 유지한 2.35% plate count agar(PCA) 배지를 15 mL씩 분주하여 잘 섞은 다음 수평으로 굳히고 37°C에서 24시간 배양 후 균락수를 측정하여 colony forming unit(CFU)/g을 계산하였다.

### 통계처리

실험결과는 SPSS program을 이용하여 ANOVA 분석 후, 각 실험군 간의 유의성을  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 통하여 검정하였으며, 저장 1주와 4주의 일반세균수의 저장기간에 대한 유의성은 Student *t*-test를 통하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

아질산염 0, 50, 100 및 150 ppm과 삼채 분말 0, 0.5 및 1%를 첨가하여 제조한 8 종류 돈육 소시지의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 돈육 소시지의 조단백과 조지방 함량은 군 간에 유의한 차이가 없었다. 수분과 조회

**Table 2. Proximate compositions of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri*<sup>1)</sup>**

	Proximate compositions (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
N0+A0 <sup>2)</sup>	70.71±0.16 <sup>abc</sup>	18.54±0.73 <sup>ns</sup>	10.52±0.35	1.80±0.03 <sup>a</sup>
N50+A0	70.19±0.35 <sup>bc</sup>	18.64±0.98	9.58±0.84	1.82±0.02 <sup>a</sup>
N50+A0.5	71.60±0.14 <sup>d</sup>	17.12±1.50	9.58±0.25	1.76±0.07 <sup>ab</sup>
N50+A1.0	71.85±0.63 <sup>d</sup>	17.83±1.55	9.51±0.23	1.81±0.04 <sup>a</sup>
N100+A0	70.80±0.18 <sup>abc</sup>	17.30±0.47	10.12±0.29	1.76±0.04 <sup>a</sup>
N100+A0.5	69.82±1.60 <sup>c</sup>	17.76±1.41	9.64±0.68	1.67±0.02 <sup>b</sup>
N100+A1.0	70.73±0.17 <sup>abc</sup>	17.01±0.87	10.58±0.13	1.76±0.02 <sup>a</sup>
N150+A0	71.23±0.53 <sup>ab</sup>	18.14±1.64	10.19±0.60	1.60±0.05 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%).

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and *A* represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>abc</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in the same column are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

분은 통계적으로 군 간에 유의한 차이가 있었으나, 첨가된 아질산염과 삼채 분말 양에 따른 뚜렷한 변화 양상은 발견할 수 없었으며 실제 값에 있어서도 수분은 최저 69.82%, 최고 71.85%, 조회분은 최저 1.60%, 최고 1.82%로 그 차이가 크지 않았다.

### 조직감

아질산염과 삼채 분말을 첨가하여 제조한 돈육 소시지의 조직감을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 응집성(cohesiveness)은 군 간에 유의적인 차이가 발견되지 않았으며, 경도(hardness)와 씹힘성(chewiness)은 군 간에 유의적 차이가 있었으나, 아질산염과 삼채의 첨가에 따른 뚜렷한 경향은 발견되지 않았다.

**Table 3. Texture of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri*<sup>1)</sup>**

	Hardness (g)	Cohesiveness (%)	Chewiness (g)
N0+A0 <sup>2)</sup>	1,145±164 <sup>b</sup>	95±1.4 <sup>ns</sup>	1,086±157 <sup>cd</sup>
N50+A0	1,478±136 <sup>a</sup>	99±5.7	1,457±91 <sup>a</sup>
N50+A0.5	1,338±87 <sup>a</sup>	95±9.3	1,278±163 <sup>abc</sup>
N50+A1.0	1,325±75 <sup>a</sup>	101±7.3	1,343±155 <sup>a</sup>
N100+A0	1,358±101 <sup>a</sup>	103±9.6	1,393±125 <sup>a</sup>
N100+A0.5	1,025±79 <sup>b</sup>	103±3.6	1,057±75 <sup>d</sup>
N100+A1.0	1,335±95 <sup>a</sup>	98±8.7	1,309±134 <sup>ab</sup>
N150+A0	1,118±61 <sup>b</sup>	100±6.8	1,125±131 <sup>bcd</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the textural profiles were measured on a texture analyzer.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and *A* represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>abc</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in the same column are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

<sup>ns</sup>Not significant.

### 색도

육가공품의 색깔은 소비자의 제품 선택 시 기준이 되는 중요한 요소이다(34). 또한 식품의 색도 변화는 식품의 내적 외적 품질 변화를 보여주는 척도라 할 수 있다(35).

삼채 분말과 아질산염의 첨가량을 달리 하여 제조한 돈육 소시지를 4°C에서 4주 동안 저장하면서 색도를 측정된 결과 Table 4-6과 같다. CIE L\* 값(lightness)은 아질산염 첨가에 의해 감소하여 아질산염이 첨가되지 않은 N0+A0군이 65.93±0.52로 가장 높은 값을 보였으며, 아질산염이 첨가된 N50+A0군은 62.18±0.88, N100+A0군은 62.71±0.60, N150+A0군은 62.39±1.13으로 아질산염이 첨가되지 않은 군에 비하여 낮았으나 아질산염 첨가군 사이에서는 큰 차이를 보이지 않았다(Table 4). 한편 N100 첨가군에서는 삼채 첨가에 의해서는 L\* 값이 다소 감소하는 경향을 보였으며, 저장기간에 따라서는 모든 군에서 증가하는 경향을 보였다.

**Table 4. CIE L\* values of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	0 week	1 week	2 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	65.93±0.52 <sup>aB</sup>	65.69±0.76 <sup>aB</sup>	66.35±0.82 <sup>aB</sup>	67.46±0.55 <sup>aA</sup>
N50+A0	62.18±0.88 <sup>bcdC</sup>	64.43±1.14 <sup>dB</sup>	64.84±0.29 <sup>cdAB</sup>	65.54±0.55 <sup>cA</sup>
N50+A0.5	62.61±0.60 <sup>bcC</sup>	65.25±0.71 <sup>abcA</sup>	63.77±0.49 <sup>eb</sup>	65.64±0.56 <sup>cA</sup>
N50+A1.0	62.95±0.55 <sup>bc</sup>	64.80±0.75 <sup>bcdAB</sup>	64.54±0.85 <sup>dB</sup>	65.29±0.38 <sup>cA</sup>
N100+A0	62.71±0.60 <sup>bc</sup>	65.52±0.63 <sup>abB</sup>	65.95±0.34 <sup>abB</sup>	67.25±0.43 <sup>aA</sup>
N100+A0.5	61.76±1.03 <sup>cdD</sup>	64.70±0.70 <sup>cdC</sup>	65.50±0.55 <sup>bcB</sup>	66.28±0.59 <sup>bA</sup>
N100+A1.0	61.42±1.32 <sup>dC</sup>	64.39±0.53 <sup>dB</sup>	65.11±1.29 <sup>cdB</sup>	66.68±0.35 <sup>bA</sup>
N150+A0	62.39±1.13 <sup>bcB</sup>	65.33±0.55 <sup>abcA</sup>	65.01±0.78 <sup>cdA</sup>	65.66±0.71 <sup>cA</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the CIE L\*, a\* and b\* values were measured on a chromameter.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>a-d</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

<sup>A-D</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Table 5는 적색도(redness)를 나타내는 CIE a\* 값으로 아질산염 첨가에 의해 현저히 증가하여 아질산염이 첨가되지 않은 N0+A0군이 3.48±0.48로 가장 낮은 값을 보였으며, 아질산염이 50-150 ppm 첨가된 군들에서는 각각 10.13±0.33, 11.36±0.45, 9.59±0.70의 값을 보여 아질산염이 첨가되지 않은 군보다 현저히 높았으나 아질산염 첨가량에 따른 적색도의 차이는 뚜렷하지 않았다. 아질산염 첨가에 의한 적색도의 현저한 증가와 아질산염 50 ppm 이상에서 적색도가 더이상 크게 증가되지 않은 결과는 육색 고정을 위하여 아질산염 50 ppm이면 충분한 수준이라고 보고한

**Table 5. CIE a\* values of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	0 week	1 week	2 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	3.48±0.48 <sup>dD</sup>	4.27±0.71 <sup>cC</sup>	4.83±0.33 <sup>BB</sup>	5.94±0.23 <sup>AA</sup>
N50+A0	10.13±0.33 <sup>cb</sup>	10.45±0.38 <sup>ba</sup>	10.46±0.19 <sup>ba</sup>	9.83±0.28 <sup>bb</sup>
N50+A0.5	10.68±0.41 <sup>ba</sup>	10.02±0.42 <sup>bcB</sup>	10.88±0.23 <sup>aA</sup>	9.72±0.21 <sup>bcB</sup>
N50+A1.0	8.42±0.34 <sup>cC</sup>	8.91±0.38 <sup>dB</sup>	9.36±0.13 <sup>cA</sup>	9.12±0.27 <sup>dAB</sup>
N100+A0	11.36±0.45 <sup>aA</sup>	10.86±0.32 <sup>BB</sup>	10.28±0.25 <sup>bc</sup>	9.53±0.21 <sup>cd</sup>
N100+A0.5	10.15±0.31 <sup>cA</sup>	9.73±0.27 <sup>CB</sup>	9.32±0.26 <sup>cd</sup>	8.48±0.28 <sup>cC</sup>
N100+A1.0	10.13±0.51 <sup>cA</sup>	10.07±0.25 <sup>bcAB</sup>	9.77±0.32 <sup>dB</sup>	8.64±0.21 <sup>cC</sup>
N150+A0	9.59±0.70 <sup>d</sup>	10.04±0.43 <sup>bc</sup>	10.16±0.19 <sup>c</sup>	10.14±0.36 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the CIE L\*, a\* and b\* values were measured on a chromameter.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>a-d</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

<sup>A-D</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

Wesley 등(36)의 결과와 유사한 것이다.

적색도는 또한 삼채 첨가에 의해 영향을 받아 다소 감소하는 경향을 보였으나 그 폭은 크지 않았다. 저장 기간에 따른 적색도의 변화는 처리군에 따라 차이가 있었다. 아질산염이 첨가되지 않은 N0+A0 군은 아질산염이 첨가된 나머지 7군들에 비하여 매우 낮은 a\* 값을 보였으나 저장기간이 길어질수록 차츰 높아지는 결과를 보였다. 아질산염 50 ppm과 100 ppm의 저아질산염 군에서는 저장에 따라 a\* 값이 낮아지는 경향이었으나 150 ppm 군에서는 저장기간 중 변화가 없었다.

황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b\* 값은 아질산염 첨가군이 무첨가군에 비해 낮은 값을 보였으나 첨가량에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다(Table 6). 삼채 첨가는 황색도를 다소 증가시키는 것으로 나타났다. 또한 저장에 따른 황색도의 변화를 보면 아질산염을 첨가하지 않은 소시지에서는 저장기간이 길어짐에 따라 황색도가 다소 감소하는 경향이었으나, 아질산염과 삼채를 첨가한 군에서는 황색도가 대체로 증가하는 경향이였다.

**Table 6. CIE b\* values of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	0 week	1 week	2 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	14.54±0.23 <sup>aA</sup>	14.74±0.41 <sup>aA</sup>	14.01±0.34 <sup>aB</sup>	14.07±0.22 <sup>aB</sup>
N50+A0	12.39±0.11 <sup>dC</sup>	12.75±0.15 <sup>dB</sup>	12.78±0.24 <sup>EB</sup>	12.96±0.22 <sup>eA</sup>
N50+A0.5	12.96±0.40 <sup>dB</sup>	13.49±0.14 <sup>cdA</sup>	12.84±0.17 <sup>dB</sup>	13.44±0.12 <sup>dA</sup>
N50+A1.0	13.59±0.28 <sup>bb</sup>	13.92±0.21 <sup>ba</sup>	13.69±0.15 <sup>bb</sup>	13.66±0.22 <sup>cb</sup>
N100+A0	12.64±0.19 <sup>cdC</sup>	13.32±0.21 <sup>deA</sup>	13.08±0.18 <sup>dB</sup>	13.27±0.16 <sup>dA</sup>
N100+A0.5	12.92±0.64 <sup>cC</sup>	13.22±0.31 <sup>ebC</sup>	13.45±0.20 <sup>EB</sup>	13.88±0.17 <sup>bA</sup>
N100+A1.0	13.40±0.27 <sup>bb</sup>	13.60±0.23 <sup>cb</sup>	13.46±0.29 <sup>EB</sup>	13.91±0.22 <sup>abA</sup>
N150+A0	12.93±0.44 <sup>c</sup>	13.15±0.27 <sup>c</sup>	12.89±0.13 <sup>d</sup>	12.97±0.13 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the CIE L\*, a\* and b\* values were measured on a chromameter.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>a-d</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

<sup>A-D</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different (p>0.05).

### 아질산염 잔유량

삼채 분말과 아질산염 첨가량을 달리 하여 제조한 돈육 소시지를 4°C에서 4주 동안 저장하면서 아질산염 잔유량을 측정할 결과 Table 7과 같다. 소시지 제조 후 아질산염 잔유량은 50 ppm 첨가 시 22.68±0.50 ppm, 100 ppm 첨가시 47.49±2.05 ppm, 150 ppm 첨가 시 65.63±2.01 ppm의 값을 보여 소시지 제조 중에 이미 첨가량의 절반 이상이 소거되었음을 알 수 있었다. 저장 중 아질산염 잔유량의 변화를 살펴보면 저장 1주까지는 비교적 큰 폭의 잔유량 감소를 볼 수 있었으나 그 이후에는 변화 폭이 크지 않았다. 육가공

품의 아질산염 함량은 제조 후 저장 기간이 길어짐에 따라 잔존 아질산염이 감소하며, 특히 제조 1주일 이내에 그 감소 폭이 매우 큰 것으로 보고된바 있어 본 결과와 유사하다(37,38). 저장기간 동안 아질산염 잔유량의 감소는 아질산염이 myoglobin, 지방 및 non-haemoprotein 등과 반응하는데 기인하는 것으로 일부 설명된다(39). 저장 1주 후에 더 이상 아질산염 잔유량이 변화되지 않은 결과는 기존의 보고와는 다소 다른 결과로서, Choi 등(37)에 의하면 소시지를 4°C와 20°C에 각각 저장하였을 때 4°C에서는 5주, 20°C에서는 2주 저장 기간 동안 아질산염 잔유량이 계속 감소되었다. 삼채분말 첨가에 의한 아질산염 잔유량의 변화를 살펴보면, 삼채 첨가에 의해 잔유량이 대체로 감소하는 경향이었으나 감소폭은 크지 않았다.

**Table 7. Residual nitrite contents of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	Nitrite contents (ppm)			
	0 week	1 week	2 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	0.43±0.80 <sup>e</sup>	-0.15±0.12 <sup>e</sup>	-0.12±0.14 <sup>c</sup>	-0.15±0.12 <sup>f</sup>
N50+A0	22.68±0.50 <sup>dA</sup>	16.60±0.81 <sup>dB</sup>	16.77±0.34 <sup>CB</sup>	17.09±0.19 <sup>BB</sup>
N50+A0.5	20.08±0.40 <sup>dA</sup>	14.59±0.27 <sup>dB</sup>	17.14±0.64 <sup>CB</sup>	15.70±0.31 <sup>dC</sup>
N50+A1.0	17.79±0.76 <sup>dA</sup>	13.70±0.59 <sup>BB</sup>	14.15±0.62 <sup>BB</sup>	14.30±0.30 <sup>BB</sup>
N100+A0	47.49±2.05 <sup>bA</sup>	38.97±0.75 <sup>BB</sup>	40.75±2.06 <sup>BB</sup>	36.68±0.52 <sup>BC</sup>
N100+A0.5	46.29±0.89 <sup>bA</sup>	36.07±0.62 <sup>CC</sup>	40.01±0.49 <sup>BB</sup>	36.64±0.69 <sup>BC</sup>
N100+A1.0	44.89±0.83 <sup>bA</sup>	36.61±0.43 <sup>CC</sup>	40.13±1.25 <sup>BB</sup>	37.36±0.81 <sup>BC</sup>
N150+A0	65.63±2.01 <sup>aA</sup>	57.47±0.79 <sup>CC</sup>	60.67±1.89 <sup>BB</sup>	57.47±1.16 <sup>CC</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the residual nitrite contents were measured in ppm.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>aB</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different ( $p>0.05$ ).

<sup>A,D</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different ( $p>0.05$ ).

## TBARS

아질산염과 삼채 분말을 첨가하여 제조한 돈육 소시지를 4°C에서 4주 동안 저장하면서 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 함량을 측정하여 지방의 산패를 살펴본 결과(Table 8), 저장 기간이 길어질수록 TBARS 함량이 증가하였으나, 아질산염과 삼채 첨가량이 많을수록 증가폭은 감소하였다. 아질산염의 항산화 기능과 그 기전에 대해서는 다양한 연구결과가 보고되었다(40-44). Fleybler 등(41)은 그들의 염지돈육 연구에서 아질산염이 불포화지방과 니트로화합물을 생성하여 불포화지방을 안정화시킴으로써 불포화지방의 과산화를 방지하는 것으로 항산화기전을 설명하였다. 반면에 다른 여러 연구에서는 아질산염이 헴색소(heme pigments)와 복합체를 이루어 비헴철(non-

heme iron)이 헴으로부터 이탈되는 것을 방지하거나, 아질산염으로부터 생성된 nitric oxide(NO)가 비헴철(Fe<sup>2+</sup>)에 직접 작용함으로써 지방산화의 촉매로서 작용하지 못하도록 한다고 설명하였다(42-44).

삼채 첨가가 함량에 미치는 영향을 살펴보면, 아질산염 100 ppm과 함께 삼채 1% 첨가군(N100+A1.0)은 삼채 첨가 없이 아질산염만 150 ppm 첨가된 군(N150+A0)에 비해 제조 직후에는 다소 높은 TBARS 값을 보였으나 저장기간이 길어질수록 N150+A0에 비해 낮은 값을 보여 항산화 기능에 있어서 삼채의 아질산염 대체효과를 볼 수 있었다. 삼채의 이러한 항산화작용은 활성산소에 의한 불포화지방산의 과산화 반응의 억제에 의한 것으로 생각되며, 그 주된 요인 중의 하나는 삼채의 함 유황 성분들이 관여하는 것으로 추정된다(45). 과, 마늘, 양파 등 유황을 함유하는 채소는 우리나라 전통 음식인 김치의 중요한 양념채소로 쓰이고 있으며, 유황 함유 화합물은 생체의 대사 과정 중 산화, 환원에 깊이 관여하여 radical에 의한 세포 손상에 대한 방어 기능을 수행한다(20). Banerjee와 Maulik(46)의 보고에 의하면 마늘과 양파 추출물은 대사중후군을 가진 동물모델에 투여하였을 때, 산화 스트레스와 내피세포 염증인자의 발현을 감소시키고 eNOS 활성을 증가시켜 항산화 및 항염증 효과를 보였다.

**Table 8. TBARS contents of pork sausages prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	TBARS contents (nmoles/g)			
	0 week	1 week	2 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	27.79±1.66 <sup>dD</sup>	56.03±2.46 <sup>CC</sup>	61.45±2.50 <sup>BB</sup>	95.40±1.49 <sup>AA</sup>
N50+A0	10.32±0.49 <sup>bC</sup>	37.90±1.21 <sup>BB</sup>	37.67±1.05 <sup>BB</sup>	51.61±2.13 <sup>bA</sup>
N50+A0.5	8.52±0.30 <sup>dD</sup>	29.05±2.59 <sup>CC</sup>	26.20±1.45 <sup>CB</sup>	38.43±1.86 <sup>cA</sup>
N50+A1.0	7.06±0.70 <sup>dB</sup>	20.62±1.54 <sup>dB</sup>	18.06±1.63 <sup>dC</sup>	32.78±1.44 <sup>dA</sup>
N100+A0	3.15±0.48 <sup>gD</sup>	9.66±0.92 <sup>CC</sup>	10.93±0.39 <sup>BB</sup>	23.15±0.67 <sup>cA</sup>
N100+A0.5	4.01±0.53 <sup>gC</sup>	10.73±0.19 <sup>BB</sup>	10.86±0.76 <sup>BB</sup>	18.26±0.81 <sup>fA</sup>
N100+A1.0	4.31±0.63 <sup>gC</sup>	8.53±1.42 <sup>gA</sup>	6.14±0.65 <sup>BB</sup>	6.56±0.42 <sup>BB</sup>
N150+A0	2.74±0.24 <sup>gD</sup>	7.71±0.35 <sup>gC</sup>	9.86±0.59 <sup>BB</sup>	14.13±0.30 <sup>gA</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0, 0.5, and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the TBARS contents (nmoles/g) were measured.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>aB</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different ( $p>0.05$ ).

<sup>A,D</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a row are not significantly different ( $p>0.05$ ).

## 일반세균

돈육 소시지를 4°C에서 1주와 4주 동안 저장하여 총세균수를 측정 한 결과를 Table 9에 나타내었다. 아질산염과 삼채를 첨가하지 않은 돈육 소시지(N0+A0)에서 가장 높은 일반 세균이 관찰되었으며, 저장 1주차에서는 아질산염 50

ppm과 삼채 1% 첨가군(N50+A1.0)이 아질산염 100 ppm 첨가군(N100+A0)과 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 아질산염 100 ppm과 삼채 1% 첨가군(N100+A1.0)은 아질산염 150 ppm 첨가군(N150+A0)과 유의한 차이가 없었다. 4주 동안 저장한 제품에서는 아질산염 50 ppm과 삼채 1% 첨가군(N50+A1.0)이 아질산염 100 ppm 첨가군(N100+A0)보다 총 균수가 적었으며 아질산염 100 ppm과 삼채 1% 첨가군(N100+A1.0)은 아질산염 150 ppm을 첨가한 군(N150+A0)과 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 삼채가 항균활성 기능에 있어서 일부 아질산염을 효과적으로 대체할 수 있음을 나타내고 있다. Sallam 등(47)은 계육 소시지를 21일 동안 저장하면서 미생물수를 측정하고 마늘 분말 첨가군에서 대조군과 BHA처리군보다 좋다고 하여 마늘의 우수한 항 미생물 기능을 보고하였고, Fernandez-Lopez 등(48)과 Gorinstein 등(49)도 마늘의 미생물 성장 억제 효과를 보고하여 본 실험 결과와 유사하였다.

이상의 결과를 종합하면 소시지 제조 시 삼채 분말 첨가는 제품의 일반성분, 밝기, 적색도, 황색도 등 색깔과 조직감 및 아질산염 잔유량에 다소 영향을 미치나 영향이 크지 않고, 저장 중 TBARS 증가를 억제하며 일반세균수의 증가를 억제하는 결과를 보였다. 삼채 첨가에 의한 TBARS와 세균증식 억제로 살펴볼 때 삼채를 1% 첨가함으로써 아질산염 사용량을 150 ppm에서 100 ppm으로 낮추어 아질산염 대체효과를 얻을 수 있는 가능성을 시사하였다. 이들 결과는 삼채의 우수한 건강기능성을 활용한 고부가가치 육가공품 개발을 위한 유용한 기초자료가 될 것이다.

**Table 9. Microbial growth of pork sausage prepared by addition of nitrite and *A. hookeri* during storage at 4°C for 4 weeks<sup>1)</sup>**

	Total plate counts (CFU/g)	
	1 week	4 week
N0+A0 <sup>2)</sup>	200.4±18.72 <sup>a</sup>	8,180.0±570.1 <sup>a*</sup>
N50+A0	126.8±13.44 <sup>b</sup>	746.4±219.9 <sup>b*</sup>
N50+A1.0	92.8±8.22 <sup>c</sup>	290.0±111.4 <sup>c*</sup>
N100+A0	86.0±12.48 <sup>c</sup>	836.0±466.4 <sup>b*</sup>
N100+A1.0	11.8±1.96 <sup>d</sup>	68.0±18.2 <sup>c*</sup>
N150+A0	2.6±1.47 <sup>d</sup>	30.0±12.6 <sup>c*</sup>

<sup>1)</sup>Sausages prepared with addition of sodium nitrite (0, 50, 100, and 150 ppm) and *A. hookeri* powder (0 and 1.0%) were stored at 4°C for 4 weeks and the total plate counts were measured in CFU/g.

<sup>2)</sup>Group abbreviations: N represents nitrites in ppm, and A represents *A. hookeri* in % added in the process of preparation of sausages.

<sup>a-d)</sup>Means sharing a common superscript letter(s) in a column are not significantly different (p>0.05).

<sup>\*</sup>Significantly different from 1 week (p<0.05).

## 요 약

삼채의 다양한 기능성을 육가공품에 활용하기 위한 기초

자료를 얻기 위하여 이의 첨가가 돈육 소시지의 물리 화학적 특성과 저장성에 미치는 영향을 살펴보았다. 삼채 분말 0, 0.5, 1%와 아질산염 0, 50, 100, 150 ppm을 첨가하여 제조한 소시지의 색깔을 측정하고 제품의 밝기(lightness)는 아질산염 첨가에 의해 감소하였으나, 삼채 첨가에 의해서는 크게 영향을 받지 않았다. 적색도(redness)는 아질산염 첨가에 의해 현저히 증가하고 삼채 첨가에 의해 다소 감소하는 경향을 보였으며, 저장 중 변화는 처리군에 따라 차이가 있었다. 황색도(yellowness)는 아질산염 첨가군이 무첨가군에 비해 낮은 값을 보였으나 삼채 첨가는 황색도를 다소 증가시켰다. 소시지의 경도(hardness)와 씹힘성(chewyness)은 군 간에 유의적 차이가 있었으나, 아질산염과 삼채의 첨가에 따른 뚜렷한 경향은 발견되지 않았다. 아질산염은 소시지 제조 중에 이미 첨가량의 절반 이상 소거되었으며, 저장 1주 까지 비교적 큰 폭의 감소를 볼 수 있었으나 그 이후에는 변화가 적었다. 아질산염 잔유량은 삼채 첨가에 의해 다소 감소하는 경향이었던 감소폭은 크지 않았다. TBARS 함량을 측정하여 지방의 산화를 살펴본 결과, TBARS 함량은 저장 기간이 길어질수록 증가하였으나, 아질산염과 삼채 첨가량이 많을수록 증가폭이 감소하였다. 2주 이상 저장할 경우 아질산염 100 ppm과 함께 삼채 1% 첨가군은 삼채 첨가 없이 아질산염만 150 ppm 첨가된 군에 비해 낮은 TBARS 값을 보였다. 제품을 4°C에서 4주 동안 저장 하면서 일반세균을 측정하고, 아질산염 50 ppm과 함께 삼채를 1% 첨가한 군이 아질산염만 100 ppm 첨가한 군에 비해 총 균수가 적었으며, 아질산염 100 ppm과 함께 삼채를 1% 첨가한 군은 아질산염만 150 ppm을 첨가한 군과 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과는 소시지 제조 시 삼채 분말 첨가는 저장 중 TBARS 증가를 억제시키고 미생물의 증식 억제시킴으로써 제품의 저장성에 있어서 일부 아질산염 대체효과를 얻을 수 있는 가능성을 시사한다.

## References

1. Park SM, Youn SK, Kim, HJ, Ahn DH (1999) Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan. J Korea Soc Food Sci Nutr, 28, 167-171
2. Gray JI, MacDonald B, Pearson AM, Morton ID (1981) Role of nitrite in cured meat flavor: a review. J Food Prot, 44, 302-312
3. Cassens RG (1997) Residual nitrite in cured meat. Food Technol, 51, 53-55
4. Mirvish SS, Reimers KJ, Kutler B, Chen SC, Haorah J, Morris CR, Grandjean AC, Lyden ER (2000) Nitrate and nitrite concentrations in human saliva for men and

- women at different ages and times of the day and their consistency over time. *Eur J Cancer Prev*, 9, 335-342
5. Chow CK, Hong CB (2002) Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate. *Toxicology*, 180, 195-207
  6. Bloukas JG, Arvanitoyannis IS, Siopi AA (1999) Effect of natural colourants and nitrites on colour attributes of frankfurters. *Meat Sci*, 52, 257-265
  7. Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS (2004) Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. *Korean J Food Preserv*, 11, 352-357
  8. Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK (2004) Extraction characteristics and antioxidative activity of *Cassia tora* L. extracts. *Korean J Food Culture*, 19, 499-505
  9. Namsa ND, Mandall M, Tangjang S, Mandal SC (2011) Ethnobotany of the Monpa ethnic group at Arunachal Pradesh, India. *J Ethnobiol Ethnomed*, 7, 31-44
  10. Ayam VS (2011) *Allium Hookeri*, Thw. Enum. A lesser known terrestrial perennial herb used as food and its ethnobotanical relevance in Manipur. *Afr J Food Agric Nutr Dev*, 11, 5389-5412
  11. Swarnalata N, Sharma S (2016) Physicochemical evaluation for *Allium Hookeri* Thw. Enum leaves. *Int J Phytomed*, 8, 319-324
  12. Rhyu DY, Park SH (2013) Characterization of alkyl thiosulfinate in *Allium hookeri* root using HPLC-ESI-MS. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 56, 457-459
  13. Wahengbam OD, Patel D (2014) Effect of drying technique on nutritional and phytochemical of *Allium hookeri* thwaites (leaves and roots). *Int J Adv Res Tech*, 3, 1-7
  14. Kim KH, Kim HJ, Byun MW, Yook HS (2012) Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extract from six vegetables containing different sulfur compounds. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 577-583
  15. Cho HS, Park W, Hong GE, Kim JH, Ju MG, Lee CH (2015) Antioxidant activity of *Allium hookeri* root extract and its effect on lipid stability of sulfur-fed pork patties. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 35, 41-49
  16. Lee Y, Lee SH, Lee SJ, Gadde UD, Oh ST, Han H, Lillehoj HS (2018) Effects of dietary *Allium hookeri* root on growth performance and antioxidant activity in young broiler chickens. *Res Vet Sci*, 118, 345-350
  17. Roh SS, Kwon OJ, Yang JH, Kim YS, Lee SH, Jin JS, Jeon YD, Yokozawa T, Kim HJ (2016) *Allium hookeri* root protects oxidative stress-induced inflammatory responses and  $\beta$ -cell damage in pancreas of streptozotocin-induced diabetic rats. *BMC Complementary Altern Med*, 16, 63-72
  18. Nam GH, Lee SJ, Kim GY, Jeon MJ, Jo KJ, Park YS, Kim SY, Kim YM (2018) The Extracts from *Allium hookeri* induces p53-independent apoptosis through mitochondrial intrinsic pathways in AGS human gastric carcinoma cells. *J Cancer Sci Ther*, 10, 198-204
  19. Bae GC, Bae DY (2012) The anti-inflammatory effects of ethanol extract of *Allium Hookeri* cultivated in South Korea. *Korean J Herbol*, 27, 55-61
  20. Kim CH, Lee MA, Kim TW, Jang JY, and Kim HJ (2012) Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* root methanol extract in LPS-induced RAW264.7 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 1645-1648
  21. Jang JY, Min-Jung Lee, You BR, Jin JS, Lee SH, Yun YR, Kim HJ (2017) *Allium hookeri* root extract exerts antiinflammatory effects by nuclear factor- $\kappa$ B down-regulation in lipopolysaccharide-induced RAW264.7 cells. *BMC Complementary Altern Med*, 17, 126-134
  22. Kim JE, Park KM, Lee SY, Seo JH, Yoon IS, Bae CS, Yoo JC, Bang MA, Cho SS, Park DH (2017) Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* on carrageenan-induced air pouch mouse model. *PLoS ONE*, 12, 1-11
  23. Lee HA, Hong S, Yoo JH, Chung Y, Kim O (2018) Anti-*Helicobacter pylori* activity and inhibition of gastritis by *Allium hookeri* extract. *Lab Anim Res*, 34, 75-79
  24. Kang HY, Lee CE, Ly SY (2016) Protective effects of ethanol extract of *Allium hookeri* root on acute alcohol-induced intoxication in ICR Mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 45, 625-633
  25. Yang MH, Kim NH, Heo JD, Rho JR, Ock KJ, Shin EC, Jeong EJ (2017) Comparative evaluation of sulfur compounds contents and antiobesity properties of *Allium hookeri* prepared by different drying methods. *Evidence-Based Com Alt Med*, 2017, 1-10
  26. Lee N, Lee RM, Lee CH (2017) Effects of dietary *Allium hookeri* root powder on the body fat deposition and biochemical parameters in guinea pigs. *J Anim Res Nutr*, 2, 16-21
  27. Lee SH, Kim NS, Choi BK, Jang HH, Kim JB, Lee YM, Kim DK, Lee CH, Kim YS, Yang JH, Kim YS, Kim HJ, Lee SH (2015) Effects of *Allium hookeri* on lipid metabolism in type II diabetic mice. *Kor J Pharmacogn*, 46, 148-153
  28. Kim NS, Choi BK, Lee SH, Jang HH, Kim JB, Kim

- HR, Kim DK, Kim YS, Yang JH, Kim HJ, Lee SH (2015) Effects of *Allium Hookeri* on glucose metabolism in type II diabetic mice. *Kor J Pharmacogn* 46, 78-83
29. Won JY, Yoo YC, Kang EJ, Yang H, Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS, Lee KS (2013) Chemical components, DPPH radical scavenging activity and inhibitory effects on nitric oxide production in *Allium hookeri* cultivated under open field and greenhouse conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1351-1356
30. You BR, Kim HJ (2013) Quality characteristics of Kimchi added with *Allium hookeri* root. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1649-1655
31. Park MY, SY Ly (2015) Quality characteristics of seasoned pork with water extracts of *Allium hookeri* root during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 242-249
32. AOAC (1990) Official Method of Analysis. 15<sup>th</sup> ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 931-937
33. Witte VC, Krause GF, Baile ME (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci*, 35, 352-358
34. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG (2002) Developments of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 22, 20-29
35. Hong G, Lee S, Min SG (2003) Studies on physico-chemical properties of spreadable liver sausage during storage period. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 23, 56-62
36. Wesley RL, Marion WW, Sebranek JG (1982) Effect of sodium nitrite concentration, sodium erythorbate and storage time on the quality of franks manufactured from mechanically deboned turkey. *J Food Sci*, 47, 1626-1630
37. Choi SH, Kwon HC, An DJ, Park JR, Oh DH (2003) Nitrite contents and storage properties of sausage added with green tea powder. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 23, 299-308
38. Hustad GO, Cerveny JG, Trenk H, Deibel RH, Kautter DA, Fazio T, Johnston RW, Kolari OE (1973) Effect of sodium nitrite and sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. *Appl Microbiol*, 26, 22-26
39. Sammet K, Duehlmeier R, Sallmann HP, von Canstein C, von Mueffling T, Nowak B (2006) Assessment of the antioxidative potential of dietary supplementation with  $\alpha$ -tocopherol in low-nitrite salami-type sausage. *Meat Sci*, 72, 270-279
40. Zubillaga MP, Maerker G, Foglia TA (1984) Antioxidant activity of sodium nitrite in meat. *JAOCS*, 61, 772 - 776
41. Fleybler LA, Gray JI, Asghar A, Boreen AM, Pearson AM, Buckley DJ (1993) Nitrite stabilization of lipids in cured pork. *Meat Sci*, 33, 85-96
42. Igene JO, Yamauchi K, Pearson AM, Gray JI, Aust SD (1985) Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meat. *Food Chem*, 18, 1-18
43. Morrissey PA, Tichivangana JZ (1985) The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. *Meat Sci*, 14, 175-190
44. Kanner J, Harel S, Shagalovich J, Berman S (1984) Antioxidative effect of nitrite in cured meat products: nitric oxide-iron complexes of low molecular weight. *J Agric Food Chem*, 32, 512-515
45. Hsu CC, Huang CN, Hung YC, Yin MC (2004) Five cysteine-containing compounds have antioxidative activity in Balb/cA mice. *J Nutr*, 134, 149-152
46. Banerjee SK, Maulik SK (2002) Effect of garlic on cardiovascular disorders: a review. *Nutr J*, 1, 1-14
47. Sallam KhI, Ishioroshi M, Samejima K (2004) Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Sci Technol*, 37, 849-855
48. Fernandez-Lopez J, Zhi N, Aleson-Carbonell L, Perez-Alvarez JA, Kuri V (2005) Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci*, 69, 371-380
49. Gorinstein S, Drzewieki J, Leontowicz H, Leontowicz M, Najman K, Jastrzebski, Z (2005) Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *J Agri Food Chem*, 53, 2726-2732