

레드 비트의 첨가가 냉장저장 중 저지방 소시지의 품질과 발색 안정성에 미치는 영향

정호진 · 이홍철 · 진구복*

전남대학교 동물자원학부 및 생물공학 연구소

Effect of Red Beet on Quality and Color Stability of Low-fat Sausages during Refrigerated Storage

Ho Jin Jeong, Hong Chul Lee, and Koo Bok Chin*

Department of Animal Science and Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was performed to evaluate the quality characteristics of low-fat boiled or smoked sausages containing sodium nitrite and various levels of red beet during refrigerated storage. Physicochemical properties of boiled and smoked sausages were not affected by the addition of red beet ($p>0.05$), except for the color values. The interaction between treatment and storage time had significant effects on redness and yellowness of boiled sausages, and on redness of smoked sausages ($p<0.05$). Boiled sausages containing more than 0.5% red beet decreased lightness and increased redness and yellowness ($p<0.05$). During storage time, redness decreased and yellowness increased ($p<0.05$). The combination of sodium nitrite with red beet was better than red beet alone for color stability. In the smoked sausages, addition of red beet decreased lightness, but redness ($p<0.05$), unlike the boiled sausages, did not change. Redness of sausages containing red beet alone decreased with increased storage time ($p<0.05$), but there was no change ($p>0.05$) upon treatment with the combination of sodium nitrite and red beet. These results indicate that the combination of red beet and sodium nitrite contributed to color stability of smoked sausages during refrigerated storage. Therefore, we suggest that red beet as a natural colorant may be used to reduce the content of nitrite during low-fat sausage processing.

Key words: low-fat sausages, hunter color, sodium nitrite, red beet, natural colorant

서 론

현대의 소비자들은 식품 소비에 있어서 건강에 효과적 인 기능을 가지거나 되도록 해가 가지 않는 식품을 선호 한다(정, 2001). 이러한 식품 소비 경향은 육가공 산업에 큰 영향을 미쳤으며 저지방 육가공품에 대한 관심이 커졌다. 또한 색도는 육가공품 소비에 있어서 소비자의 기호를 결정하는 중요한 척도로 작용하기 때문에 다양한 천연 색소의 개발이 이루어지고 있으며 이에 대한 관심이 커지고 있다(Dufosse and Pinte, 2005). 그러므로 건강지향성과 기호도를 모두 충족시키는 소비자 지향의 육제품을 제조하기 위해서는 천연 유래의 기능성 물질을 이용한 건강 지향의 육가공 기술이 필요하다.

소시지에서 지방은 적절한 풍미와 식감을 부여 한다(Crehan *et al.*, 2000). 하지만 과도한 지방은 비만의 원인으로써 고혈압과 동맥경화 그리고 관상동맥계 질환 등 각종 성인병의 원인이다. 한편, 과도한 지방의 섭취를 막기 위한 저지방 육제품 개발 연구는, Choi와 Chin(2002)이 유화형 소시지와 유사한 조직감을 갖는 저지방 소시지 가공을 위해 다양한 지방대체재를 적용한 저지방 소시지 개발에 관한 연구결과를 발표하였고, Chin과 Ban(2008)은 저지방 소시지에 지방대체재로써 도토리 가루를 첨가하는 등 많은 연구가 진행되어 왔다.

아질산염은 육가공품에서 발색제로 사용되고 있다. 육가공품에서 아질산염은 아스코르브산의 환원작용을 통해 발색에 영향하여 핑크색을 만드는 원인 물질이다. 아질산염은 독특한 풍미(Dethmers *et al.*, 1975; Hadden *et al.*, 1975) 및 발색 뿐만이 아니라, 특히 식품에서 식중독을 유발하는 *Clostridium botulinum*의 생육과 신경 독성 물질의 형성을 억제한다(Cassens, 1997, 1998; Christiansen, 1975).

*Corresponding author: Koo Bok Chin, Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 500-600, Korea. Tel: 82-62-530-2121, Fax: 82-62-530-2129, E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr

한편, *Clostridium botulinum*은 신경 독성 물질을 형성하여 치사율을 높이는 병원성 미생물로 알려져 있다(Kozaki, 2000).

그러나 아질산염은 2차 아민과 결합하여 발암물질인 N-nitrosamine을 형성할 가능성을 가지고 있기 때문에 독성 물질로 분류되어 있으며(Anselme, 1979), nitrosamine은 기형을 발생시킬 수 있고, 돌연변이의 원인으로도 알려져 있다(Cassens, 1997). 이러한 이유로 식육가공품의 경우 잔존 아질산 이온의 양을 0.07 g/kg으로 제한하고 있다(KFDA, 2008). 잠재적인 독성물질인 아질산염의 사용을 줄이기 위해 레드 비트 색소(Kang and Lee, 2003), 선인장 색소(Kang and Lee, 2008) 및 annatto를 이용하여 아질산염을 부분 대체하는 등(Zarringhalami *et al.*, 2009)의 천연 색소를 이용한 저 아질산염 소시지에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

명아주과의 레드 비트(*Beta vulgaris* L.)는 betalain 계 천연 물질로 주요 색소는 적색의 betacyanin과 황색의 betaxanthin으로 구성되어 있으며, 레드 비트 색소는 아이스크림, 소스류, 캔디류, 레토르트 식품 등 식품 산업에 널리 사용되고 있는 천연 첨가물이다(Lee *et al.*, 2005). Betalain은 pH에 있어서 큰 영향을 받지 않으며, 레드 비트는 아질산염 소거능을 가지고 있을 뿐만 아니라 연도 증진에도 효과적이라고 보고되었으며(Kang and Lee, 2003), cell system에서 항암 및 항산화 효과가 있는 것으로 보고되었다(Jang *et al.*, 2009). 또한 레드 비트의 주요 적색 색소인 betacyanin은 식품학적인 안정성이 입증됨에 따라서

그 사용이 활성화 되어져야 하며 특히 저지방 소시지와 같이 적색도가 일반 소시지에 비하여 높은 것을 감안하여 레드 비트의 첨가로 색도에 영향을 주는지, 그리고 냉장 저장 중의 발색안정성을 촉진할 것임을 가정하여 이에 대한 연구가 필요하다고 판단된다(Lee *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 2009).

따라서 본 연구에서는 저지방 소시지에 레드 비트 균질 물을 단독 혹은 아질산염과 복합 첨가함으로써 저지방 소시지의 색도에 영향을 주는지 그리고 냉장저장 중 발색안정성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

광주광역시 소재 지역 도축장에서 도축한 2원 교잡돈 육(Landrace × Large Yorkshire, 수컷 거세돈, 1A등급)을 식육 도매점에서 후지를 구입하였고, 지방과 결체조직을 제거하고 만육기(M-12s, 한국 후지 공업사, 부산, 대한민국)로 분쇄한 후 실험 전까지 냉동 보관하였다. 레드 비트는 경상남도 하동에서 재배한 것으로 균질기(Ace Homogenizer, AM-3, Nissei, Tokyo, Japan)로 균질한 후 첨가하였다.

저지방 자비 소시지의 제조 (실험 1)

세절된 후지는 4°C에서 완만 해동한 후 사용하였으며 저지방 소시지의 배합비는 Chin 등(2004)의 방법을 이용하여 소시지를 제조하였다. 소세지는 세절기(Silent cutter,

Table 1. Formulation of low-fat boiled sausages with sodium nitrite and red beet (experiment 1)

Ingredients ²⁾	Treatments ¹⁾						
	CTL	TRT1	TRT2	TRT3	TRT4	TRT5	TRT6
Meat	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Water	31.55	31.55	31.55	31.55	31.55	31.55	31.55
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
S.E	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sugar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Corn syrup	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NFDM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spice #5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fat replacers	2.5	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Sodium nitrite	0.015	0.0075	0.0075	0.0075	0	0	0
Red beet	0	0	0.5	1.0	0	0.5	1.0
Total	100.015	100.0075	100.5075	101.0075	100	100.5	101

¹⁾Treatments: CTL, low-fat sausages (LFS) with 150 ppm sodium nitrite (NaNO₂) without red beet; TRT1, LFS with 75 ppm sodium nitrite without red beet; TRT2, LFS with 75 ppm sodium nitrite with 0.5% red beet; TRT3, LFS with 75 ppm sodium nitrite with 1.0% red beet; TRT4, LFS without sodium nitrite and red beet; TRT5, LFS without sodium nitrite with 0.5% red beet; TRT6, LFS without sodium nitrite with 1.0% red beet.

²⁾Ingredients: STPP, sodium tripolyphosphate; S.E, sodium erythorbate; NFDM, non-fat dry milk; fat replacers, konjac flour : carrageenan : soy protein isolate (1:1:3)

EF20, Crypto peerless, England)를 이용하여 분쇄된 돈육에 각각 식염 1.5%, 삼중인산염 0.4%, 지방대체제 2.5% (konjac flour: carrageenan: soy protein isolate=1:1:3), 증량제 및 향미 증진제를 첨가하여 제조하였으며, 레드 비트는 균질한 상태로 첨가하였다(Table 1). 50 mL 시험관 튜브에 고기 혼합물을 40 g씩 넣고, 80°C의 항온수조(Digital precise water bath, WB-22, Daihan Scientific Co., Ltd., Korea)에서 내부 온도가 72°C에 도달할 때까지 가열하였다. 제조한 소시지는 각각 아질산염 150 ppm(CTL), 아질산염 75 ppm(TRT1), 아질산염 75 ppm + 레드 비트 0.5%(TRT2), 아질산염 75 ppm + 레드 비트 1%(TRT3), 아질산염 0 ppm(TRT4), 아질산염 0 ppm + 레드 비트 0.5%(TRT5), 아질산염 0 ppm + 레드 비트 1%(TRT6)로 달리하여 제조하였다. 각 시료는 진공 포장한 후 4°C 냉장 조건에서 저장하였다.

저지방 훈연 소시지의 제조(실험 2)

저지방 소시지의 배합비는 Table 2와 같다. 돈육 후지를 세절기(Silent cutter, K15, Talas, Xirivella, EU)를 이용하여 부재료와 혼합하였으며, 실험 1과 동일한 배합비로 저지방 훈연 소시지를 제조하였다(Lee and Chin, 2009). 고기 혼합물은 진공 포장한 후, 셀룰로오스 케이싱에 충전하였다. 훈연기(Smoke chamber, Nu-Vn, ES-13, USA)를 이용하여 발색, 건조, 훈연 및 가열을 실시하였으며 시료의 내부온도가 72°C에 도달할 때까지 가열처리 하였다. 가열

Table 2. Formulation of low-fat smoked sausages with sodium nitrite and red beet (experiment 2)

Ingredients ²⁾	Treatments ¹⁾			
	CTL	TRT1	TRT2	TRT3
Meat	60.00	60.00	60.00	60.00
Water	31.55	31.55	31.55	31.55
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.40	0.40	0.40	0.40
S.E	0.05	0.05	0.05	0.05
Sugar	1.00	1.00	1.00	1.00
Corn syrup	1.00	1.00	1.00	1.00
NFDM	1.00	1.00	1.00	1.00
Spice #5	1.00	1.00	1.00	1.00
Fat replacers	2.50	2.50	2.50	2.50
Sodium nitrite	0.015	0.0075	0.0075	0
Red beet	0	0	0.5	1
Total	100.015	100.0075	100.5075	101

¹⁾Treatments: CTL, low-fat sausages (LFS) with 150 ppm sodium nitrite (NaNO₂) without red beet; TRT1, LFS with 75 ppm sodium nitrite without red beet; TRT2, LFS with 75 ppm sodium nitrite with 0.5 % red beet; TRT3, LFS without sodium nitrite with 1.0 % red beet.

²⁾Ingredients: STPP, sodium tripolyphosphate; S.E, sodium erythorbate; NFDM, non-fat dry milk; fat replacers, konjac flour : carrageenan : soy protein isolate (1:1:3)

처리가 완료된 직후, 미생물의 증식을 억제하기 위하여 시료를 얼음에 넣어 냉각하였다. 각 시료는 4°C 냉장 조건에서 저장하였다. 제조한 소시지는 자비한 소시지의 결과를 바탕으로 선별하여 아질산염 150 ppm(CTL)을 대조구로, 아질산염 75 ppm(TRT1), 아질산염 75 ppm + 레드 비트 0.5%(TRT2), 아질산염 0 ppm + 레드 비트 1%(TRT3)로 달리하여 제조하였고 대조구와 유사한 처리구를 선별하기 위하여 실시하였다.

pH 측정

제조한 저지방 소시지 10 g을 증류수 90 mL로 희석하고 균질한 후 pH meter(340, Mettler-Toledo, Switzerland)로 5회 측정하여 평균값을 구하였다. 각각 0, 2, 4, 8주간의 저장기간에 걸쳐 pH를 측정하였다.

색도 측정

저지방 소시지 시료를 Minolta Color Reader(CR-10, Minolta Co. LTD. Japan)으로 6회 측정하였고, 시료의 Hunter L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)의 평균값을 각각 평가하였다. 시료 측정 전, 흰색 표준평판에 3회 측정하여 표준화시켰고, 표준평판 값은 각각 L = 92.6, a = 1.5, b = 0.5이었다. 색도의 측정은 0, 2, 4, 8주에 걸쳐 실시하였다.

일반성분 검사

일반성분은 AOAC(2000) 방법으로 수행하였으며, 수분은 102°C에서 16-18시간 동안 건조하여 시료의 건조 전과 후의 무게 차를 계산하여 측정하였다(dry oven법, 950.46). 지방은 diethyl-ether로 50°C에서 4시간 30분 동안 추출하여 추출 전 후의 무게 차를 계산하여 지방함량(%)을 구하였다(991.36).

가열감량(%)

저지방 자비(boiled) 소시지는 고기혼합물을 50 mL 시험관 튜브에 삽입한 후 가열이 완료되면, 소시지를 튜브에서 분리한 후 줄어든 수분의 양을 퍼센트 함량(%)으로 나타내었다. 훈연(smoked) 소시지는 고기혼합물을 셀룰로오스 케이싱에 충전한 후에 훈연 및 가열처리 전의 무게와 후의 무게를 비교하여 줄어든 무게의 양을 가열감량(%)으로 평가하였다. 가열감량은 아래와 같이 나타내었다.

가열감량(Cooking loss, CL, %)

$$= \frac{(\text{가열 전 시료무게} - \text{가열 후 시료무게})}{\text{가열 전 시료의 양(g)}} \times 100$$

유리수분량(%)

유리수분량(%)은 Jauregui 등(1981)의 방법을 수정한 원

심분리법에 따라 소시지 시료 1.5 g을 Whatmann #3 여과지로 3번 짰 후 50 mL 시험관 튜브에 넣어 원심분리기(Ha-1000-3, Hanil Industrial Co., Korea)를 이용하여 3000 rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 최종 시료로부터 여과지에 유리된 수분 양을 시료 무게로 나뉘 퍼센트 함량(%)으로 평가하였다.

유리수분량(Expressible moisture, EM, %)

$$= \frac{\text{여과지에 유리된 수분의 양}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

조직감 검사

조직감 검사는 Bourne(1978)의 방법을 이용하여 Instron Universal Testing Machine(Model 3344, USA)으로 경도(hardness, gf)와 탄력성(springiness, mm), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 항목을 평가하였다. 소시지의 직경은 1.25 cm, 높이는 1.3 cm로 하였고 500 N load cell에 원통형의 compression probe를 장착하여 cross speed 300 mm/min로 두 번 물림 조건에서 70% 조건으로 압착시험하였다.

미생물 검사

시료 10 g을 멸균증류수 90 mL와 1:9의 비율로 희석하였고, 총균수(total bacteria count) 배지(plate count agar, BD Difco Co., USA)와 대장균군수(*Enterobacteriaceae*; coliform bacteria counts) 배지(BD Difco Co.)에 도포하였다. 희석 시료가 도포된 배지를 37°C 배양기에서 48시간 동안 배양한 후, 배지에 생성된 균락수(colony form unit, CFU)를 측정하였고, log CFU/g으로 나타내었다. 미생물 검사는 각각 0, 2, 4, 8주에 걸쳐 실시하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS(2008) 17.0 program을 이용하여 아질산염의 함량과 레드 비트의 함량 또는 처리구와 저장기간을 요인으로 하는 이원배치 분산 분석(two-way analysis of

variance, ANOVA)을 실시하였다. 두 요인 간의 상호작용에 유의성이 확인된 경우($p < 0.05$), 두 요인 하에 실험 항목별 영향을 평가하였고, 확인되지 않는 경우($p > 0.05$), 각 요인에 따른 실험 항목별 영향을 분산분석 및 평가하였다. 또한 분산분석 결과 유의차가 있는 실험 항목에 대해서는 Duncan의 다중검정법을 실시하여 평가하였으며($p < 0.05$), 특히 아질산염 150 ppm 대조구와 각 처리구를 비교하기 위해 Dunnett's t-test를 실시하여 분석 및 평가하였다(실험 1).

결과 및 고찰

저지방 자비 소시지의 품질 및 저장성 평가(실험 1)

레드 비트를 첨가한 자비 소시지의 pH는 레드 비트 첨가량과 아질산염 함량에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$)(Table 3). 이러한 결과는 레드 비트는 pH 변화에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고한 Kang과 Lee(2008)의 보고와 일치하였다.

레드 비트를 첨가한 저지방 자비 소시지의 일반성분 결과는 Table 3과 같다. 지방함량을 측정된 결과 아질산염과 레드 비트 첨가량에 의한 유의적인 차이는 없었고($p > 0.05$), 또한 수분함량에서도 아질산염 첨가량과 레드 비트 첨가량에 따른 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$). Elbe 등(1974)은 레드 비트의 가루 형태의 betalain 색소를 블로나 소시지와 썸머 소시지에 적용하여 수분과 지방함량을 조사한 결과에서 아질산염과 레드 비트 첨가량에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 이러한 이전 연구결과는 본 연구 결과와 유사하였다.

레드 비트 첨가 저지방 자비 소시지의 가열감량(%)과 유리수분량(%) 측정 결과, 가열감량은 레드 비트 첨가량과 아질산염 함량에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$)(Table 3). 유리수분량 측정 결과에서도 아질산염의 함량에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 레드 비트 첨가량에 따라서는 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보여 레드 비트 0.5% 이상 첨가할 때, 유리수

Table 3. Quality characteristics of low-fat boiled sausages as affected by sodium nitrite and red beet levels

Experiment 1	Sodium nitrite levels		Red beet levels		
	75 ppm	0 ppm	0.0%	0.5%	1.0%
pH	5.85±0.04	5.85±0.02	5.84±0.04	5.85±0.04	5.86±0.02
Fat (%)	1.04±0.31	1.08±0.42	1.10±0.38	1.11±0.31	0.97±0.43
Moisture (%)	78.0±0.62	78.1±0.53	77.9±0.63	78.0±0.61	78.2±0.52
Cooking loss (%)	0.67±0.16	0.77±0.17	0.69±0.12	0.71±0.20	0.76±0.21
Expressible moisture (%)	19.3±0.75	19.9±0.75	18.9 ^a ±0.65	19.6 ^b ±0.62	20.3 ^a ±0.35
Hardness (gf)	3268±510	3160±405	3270±484	3204±452	3167±495
Springiness (mm)	5.83±0.35	5.55±0.51	5.80±0.37	5.63±0.37	5.64±0.61
Gumminess	24.0±4.03	22.9±2.76	23.8±3.85	23.3±2.37	23.1±4.31
Chewiness	138±23.0	125±10.0	137±20.8	129±11.1	128±23.3

^{a-c}Means having same superscripts in a row are not significantly different ($p > 0.05$).

분량이 증가하여 보수력이 감소하였다(Table 3). Kang과 Lee(2003)의 레드 비트 색소 첨가 훈연 소시지의 보수력이 대조구와 비교했을 때 유의적인 차이가 나타나지 않는다고 보고한 결과는 본 연구 결과와 상이하였다. 또한 Kang과 Lee(2008)는 betalain 계 손바닥 선인장 색소를 첨가한 소시지의 경우 색소를 첨가할수록 보수력이 증가한다고 보고한 연구결과도 본 연구 결과와 차이를 보였다. 즉 분말가루의 색소 형태가 아닌 균질 상태의 레드 비트의 첨가는 자비 소시지의 유리수분량을 증가시켜 보수력 감소에 영향을 주는 것으로 사료된다. 반면, 조직감 검사 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 경도(hardness)와 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)에서 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

레드 비트 첨가 저지방 자비 소시지의 색도 검사 결과 모든 항목에서 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$), 특히 명도와 황색도에서 아질산염 함량과 레드 비트 함량 요인 간에 상호작용이 확인되었다($p<0.05$). 따라서 색도의 결과는 아질산염의 함량과 레드 비트의 함량으로 나누어 결과를 분석 및 평가하였다(Table 4). Table 4에서 보는 바와 같이 레드 비트 0.5% 첨가의 경우를 제외하고 아질산염을 첨가할수록 명도가 낮아졌다($p<0.05$). 적색도에서는 아

질산염과 레드 비트 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 이러한 결과로 보아 아질산염과 레드 비트의 첨가는 적색도 증진에 기여하는 것으로 사료된다. 황색도의 결과는 아질산염 75 ppm 첨가한 첨가구들은 모두 아질산염 무 첨가구들에 비해 황색도가 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 그러나 아질산염 75 ppm 첨가한 첨가구들은 레드 비트 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보이지 않은 데 반해, 아질산염 무 첨가구들은 레드 비트 첨가량이 증가함에 따라 황색도가 낮아지는 경향을 보였다($p<0.05$).

그러나 아질산염 150 ppm 대조구와 각 처리구를 Dunnett's t-test로 분석 결과에서는 레드 비트를 0.5%와 아질산염을 75 ppm을 조합한 처리구는 황색도 및 보수력에서 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 5). 그러므로 저지방 자비소시지의 보수성을 유지하기 위해서는 아질산염 저감화 조건(75 ppm)에서 레드 비트 0.5%까지의 첨가가 바람직할 것으로 판단된다.

한편, 8주 동안 냉장상태에서 저장한 저지방 자비 소시지의 저장성 평가 결과는 Table 6과 같다. 먼저, pH 분석 결과에서는 두 요인(처리구, 저장기간) 간의 상호작용이 유의차가 인정되지 않아($p>0.05$) 각 요인에 따라 분석하였으며, 그 결과 저장 초기의 pH는 저장 2주까지 상승하

Table 4. Effects of red beet and nitrite levels on Hunter color values of low-fat boiled sausage

Experiment 1		Hunter L (lightness)		Hunter a (redness)		Hunter b (yellowness)	
		NaNO ₂ levels (ppm)					
		0	75	0	75	0	75
Red beet levels (%)	0.0	74.7 ^{aA}	73.5 ^{ba}	6.94 ^{bc}	12.2 ^{ac}	8.21 ^{aA}	5.28 ^{ba}
	0.5	72.2 ^{aB}	71.8 ^{aB}	10.8 ^{bb}	15.3 ^{ab}	7.43 ^{aB}	5.09 ^{ba}
	1.0	70.3 ^{aC}	69.6 ^{bc}	13.6 ^{ba}	18.1 ^{aA}	7.13 ^{aC}	4.71 ^{ba}

^{a-b}Means with same letter within same row are not different ($p>0.05$).

^{A-C}Means with same letter within same column are not different ($p>0.05$).

Table 5. Quality characteristics of low-fat boiled sausages analyzed by Dunnett's t-test

Experiment 1	Nitrite level (ppm)						
	150		75		0		
	CTL	RB0.0%	RB0.5%	RB1.0%	RB0.0%	RB0.5%	RB1.0%
pH	5.86	5.84	5.85	5.86	5.85	5.85	5.86
Moisture (%)	77.8	77.9	77.9	78.2	78.1	78.1	78.3
Fat (%)	0.78	1.12	1.08	0.91	1.08	1.14	1.03
Hunter L (lightness)	73.9	73.5	71.8*	69.6*	74.7*	72.2*	70.3*
Hunter a (redness)	12.3	12.2	15.3*	18.1*	6.94*	10.8*	13.6*
Hunter b (yellowness)	5.40	5.28	5.09	4.71*	8.21*	7.43*	7.13*
Cooking loss (%)	0.62	0.66	0.66	0.68	0.71	0.76	0.84
Expressible moisture (%)	18.1	18.6	19.2	20.0*	19.1	20.0*	20.6*
Hardness (gf)	3465	3436	3198	3170	3103	3210	3165
Springiness (mm)	5.72	5.93	5.56	5.99	5.67	5.69	5.30
Gumminess	31.4	24.4	23.8	23.8	23.3	22.8	22.5
Chewiness	146	143	131	139	130	127	117

*Significant ($p<0.05$) are expressed by the asterisk (CTL versus other treatments).

다가 저장 종료 8주에는 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 반면에 처리구에 의한 pH의 차이를 나타나지 않았다($p > 0.05$)(Table 6).

이와 달리, 저장기간 동안 색도의 변화는 두 요인(처리구, 저장기간) 간의 상호작용이 확인되었다($p < 0.05$)(Table 7). 아질산염 150 ppm 대조구(CTL)와 레드 비트 단독 첨가(0.5, 1.0%) 처리구(TRT5, 6)의 명도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 아질산염 무첨가구 또는 75 ppm과 레드 비트와 조합한 처리구(TRT1-4)의 명도는 저장기간이 경과함에 따라 증가했다($p < 0.05$). 한편, 아질산염과 레드 비트 모두 첨가하지 않는 무첨가구(TRT4)는 대조구를 포함한 다른 모든 처리구에 비해 저장 4주까지 유의적으로 낮은 명도를 나타냈다. 이러한 결과는 저지방 소시지의 발색은 아질산염이 첨가되지 않은 경우 명도 값이 오히려 낮아질 수 있음을 시사한다($p < 0.05$)(Table 7).

적색도에서는 레드 비트만 1% 첨가한 처리구(TRT6)가 저장 2주까지는 대조구보다 높은 적색도를 보였으나($p < 0.05$),

Table 6. pH values of low-fat boiled sausages as affected by treatment and storage time

Experiment 1		pH
Storage time (main effect)		$p < 0.05$
Treatment (main effect)		$p > 0.05$
Storage time*Treatment (interaction)		$p > 0.05$
Storage time (wk)	0	5.85 ^b ±0.03
	2	5.91 ^a ±0.05
	4	5.87 ^b ±0.02
	8	5.82 ^c ±0.05
Treatment ¹⁾	CTL	5.89±0.05
	TRT1	5.87±0.05
	TRT2	5.87±0.05
	TRT3	5.87±0.04
	TRT4	5.84±0.08
	TRT5	5.86±0.04
TRT6	5.86±0.04	

¹⁾Treatments are shown in Table 1.

^{a-c}Means having same superscripts within a column are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 7. Effects of red beet and sodium nitrite on Hunter color of low-fat boiled sausages during refrigerated storage

Hunter L (lightness)		Storage times (wk)			
		0	2	4	8
Treatments ¹⁾	CTL	74.0 ^B ±0.45	74.1 ^B ±0.30	74.3 ^B ±0.21	74.3 ±0.30
	TRT1	73.5 ^{cB} ±0.06	73.9 ^{bcBC} ±0.25	74.2 ^{abB} ±0.46	74.5 ^a ±0.17
	TRT2	71.8 ^{abcC} ±0.45	70.6 ^{bd} ±0.83	71.5 ^{bdE} ±1.41	73.3 ^a ±0.10
	TRT3	69.6 ^{bE} ±0.17	69.4 ^{bE} ±0.69	70.2 ^{bE} ±1.08	71.5 ^a ±0.13
	TRT4	74.7 ^A ±0.27	75.8 ^{bA} ±0.23	76.4 ^{abA} ±0.63	76.8 ^a ±0.29
	TRT5	72.2 ^C ±0.19	73.2 ^C ±0.38	73.5 ^{BC} ±0.62	71.3 ±5.90
	TRT6	70.3 ^D ±0.27	70.9 ^D ±0.21	72.1 ^{CD} ±1.18	68.0 ±7.23
Hunter a (redness)		Storage times (wk)			
		0	2	4	8
Treatments ¹⁾	CTL	12.2 ^D ±0.07	12.3 ^D ±0.17	12.2 ^C ±0.38	12.5 ^C ±0.30
	TRT1	12.2 ^D ±0.28	12.4 ^D ±0.11	12.3 ^C ±0.19	12.3 ^C ±0.17
	TRT2	15.3 ^{BB} ±0.18	16.9 ^{ab} ±0.23	15.7 ^{bb} ±1.13	14.0 ^{cB} ±0.13
	TRT3	18.1 ^{bA} ±0.32	19.4 ^{aA} ±0.48	18.1 ^{bA} ±0.86	16.7 ^{cA} ±0.50
	TRT4	6.94 ^{aF} ±0.24	6.40 ^{bF} ±0.08	6.19 ^{bE} ±0.16	6.21 ^{bE} ±0.08
	TRT5	10.8 ^{aE} ±0.49	9.55 ^{bE} ±0.22	8.97 ^{bD} ±0.64	7.96 ^{cD} ±0.20
	TRT6	13.6 ^{aC} ±0.60	13.0 ^{abC} ±0.12	12.2 ^{bC} ±0.83	12.4 ^{bC} ±0.19
Hunter b (yellowness)		Storage times (wk)			
		0	2	4	8
Treatments ¹⁾	CTL	5.41 ^C ±0.38	5.31 ^B ±0.03	5.25 ^B ±0.20	5.46 ^F ±0.09
	TRT1	5.28 ^C ±0.25	5.06 ^B ±0.06	4.97 ^B ±0.14	5.21 ^G ±0.11
	TRT2	5.09 ^{cCD} ±0.17	5.28 ^{bcB} ±0.22	5.59 ^{bB} ±0.26	6.40 ^{aE} ±0.08
	TRT3	4.71 ^{cD} ±0.26	5.32 ^{bcB} ±0.42	5.59 ^{bB} ±0.66	6.97 ^{aD} ±0.18
	TRT4	8.21 ^A ±0.10	7.91 ^A ±0.20	7.93 ^A ±0.18	7.92 ^C ±0.12
	TRT5	7.43 ^{cB} ±0.13	8.12 ^{bA} ±0.15	8.27 ^{bA} ±0.12	9.17 ^{aA} ±0.07
	TRT6	7.13 ^{cB} ±0.12	7.92 ^{bA} ±0.14	8.21 ^{abA} ±0.40	8.54 ^{ab} ±0.18

¹⁾Treatments are shown in Table 1.

^{a-c}Means with same letter within same row are not different ($p > 0.05$).

^{A-F}Means with same letter within same column are not different ($p > 0.05$).

4주부터는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($p>0.05$). 또한 TRT6(NaNO₂ 무첨가 + red beet 1%)는 아질산염 무첨가 조건에서 레드 비트 무첨가 또는 0.5% 첨가 처리구(TRT4, 5)보다 저장기간 동안 유의적으로 높은 적색도를 유지하였다($p<0.05$)(Table 7). 레드 비트와 아질산염 복합 첨가구들(TRT2, 3)은 저장기간 동안 대조구보다 높은 적색도를 보였다($p<0.05$)(Table 7). 반면 황색도는 레드 비트를 첨가한 처리구들은 모두 저장기간 동안 증가하는 경향을 보였으나, 아질산염 75 ppm과 레드 비트를 첨가한 TRT2는 저장 4주까지 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$)(Table 7).

결론적으로 레드 비트 첨가에 의한 저지방 자비 소시지의 적색도 증진 효과에서, 레드 비트 1% 첨가가 저지방 자비 소시지의 적색도를 증진시키는 데 효과적이며, 특히 아질산염 저감화 조건에서 레드 비트의 첨가는 적색도 증진에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

저지방 훈연(smoked) 소시지의 품질 및 저장성 평가(실험 2)

실험 1에서 적색도 증진 효과와 함께 대조구와 유사한 황색도와 보수성을 나타낸 아질산염 75 ppm과 레드 비트 0.5% 첨가 조합이 아질산염 저감화한 저지방 자비 소시지의 제조에 최적 조합인 것으로 나타나 훈연소시지를 제조하였다(실험 2). 레드 비트 첨가 저지방 훈연 소시지의 pH는 5.69-5.87 수준이었다(Table 8). pH는 처리구에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으며($p>0.05$), 레드 비트 0.02%와 아질산염 75 ppm을 첨가한 소시지의 pH가 5.75라고 보고한 Kang과 Lee(2003)의 연구결과와 유사하였다. 레드 비트의 첨가 형태는 소시지의 pH에 영향을 주지 않는 것

으로 사료된다. 또한 육제품에 첨가된 betalain 계의 천연 물질은 첨가 형태와 관계없이 pH의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

색도 측정 결과에서는, 적색도와 황색도 평가에서 처리구 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 8). 그러나 레드 비트를 첨가한 처리구(TRT2, 75 ppm 아질산염 + 0.5% 레드 비트; TRT3, 1% 레드 비트)들의 명도 값은 대조구보다 낮았다($p<0.05$). 이는 betalain 계통의 천연 물질인 손바닥 선인장 색소를 첨가하여 명도 값이 유의적으로 감소한 이전 연구 결과와 유사하다(Kang and Lee, 2008). 즉, betalain 계통의 천연 물질의 첨가는 소시지의 명도 값을 저감화시키는 것으로 사료된다.

레드 비트 첨가 훈연 소시지의 일반성분 분석결과에서, 수분의 함량은 73.2-75.6%로 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$)(Table 8). Chin 등(2004)은 살코기의 함량과 첨가되는 물의 양을 달리하여 저지방 돈육 소시지의 조직감과 이화학적 및 관능평가를 실시한 결과 살코기 60%와 물 30% 소시지에서 수분함량은 71.7%로 본 연구 결과보다는 낮았다. 이것은 본 연구에서 물의 함량이 30% 이상 첨가된 것이 영향을 준 것으로 사료된다. 지방의 함량을 분석한 결과 1.85-2.22%로 수분과 마찬가지로 처리구 차이에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 레드 비트의 첨가량과 아질산염의 함량은 수분과 지방 함량에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

한편, 가열감량은 아질산염 150 ppm 첨가 대조구(CTL)가 가장 낮은 감량을 보였으며, 아질산염 75 ppm 처리구(TRT1)는 가장 높은 감량을 보였다($p<0.05$)(Table 8). 레드 비트를 1.0% 첨가한 처리구(TRT3)는 TRT1과 비교했을 때 유의적인 차이를 보이며, 감량이 줄어든 것을 알 수

Table 8. Quality characteristics of low-fat smoked sausage with different levels of sodium nitrite and/or red beet

Experiment 2	Treatment ¹⁾			
	CTL	TRT1	TRT2	TRT3
pH	5.87±0.14	5.69±0.11	5.80±0.08	5.84±0.07
Hunter L (lightness)	70.1 ^a ±0.74	70.2 ^a ±0.16	68.2 ^b ±0.78	67.3 ^b ±0.66
Hunter a (redness)	13.3±0.58	13.5±0.64	14.9±0.72	14.3±0.02
Hunter b (yellowness)	6.98±0.15	8.22±1.65	7.16±0.20	9.39±0.62
Fat (%)	1.85±0.53	2.22±0.05	1.95±0.33	1.96±0.20
Moisture (%)	75.3±0.69	75.6±1.61	73.5±0.30	73.2±0.06
Cooking loss (%)	9.95 ^a ±0.64	12.6 ^a ±0.35	11.7 ^{ab} ±0.49	11.2 ^{bc} ±0.28
Expressible moisture (%)	13.2 ^b ±0.26	20.0 ^a ±0.97	14.0 ^b ±1.67	14.3 ^b ±0.92
Hardness (gf)	3722±593	2756±136	3556±284	3283±521
Springiness (mm)	6.30±0.61	5.47±0.12	5.58±0.19	6.20±0.42
Gumminess	31.1±7.14	20.1±1.65	31.0±0.34	25.3±9.41
Chewiness	197±62.9	109±6.80	171±3.20	160±69.9

¹⁾Treatments: CTL, low-fat sausages (LFS) with 150 ppm sodium nitrite (NaNO₂) without red beet; TRT1, LFS with 75 ppm sodium nitrite without red beet; TRT2, LFS with 75 ppm sodium nitrite and 0.5% red beet; TRT3, LFS without sodium nitrite with 1.0% red beet.

^{a-c}Means having same superscripts within a column are not significantly different ($p>0.05$).

있었다($p<0.05$)(Table 8). 기존의 아질산염 150 ppm 첨가가 보수성을 유지하는 데 반하여 아질산염의 50% 저감화(75 ppm)한 처리구는 그 효과가 감소되었다.

한편, 유리수분량 측정 결과에서는 아질산염 75 ppm (TRT1) 처리구가 가장 높은 유리수분량을 나타냈다($p<0.05$). 반면에 아질산염 75 ppm과 레드 비트 0.5% 조합 처리구(TRT2)와 레드 비트 1%만 첨가한 처리구(TRT3)는 대조구와 유사한 유리수분량을 나타냈다($p>0.05$). 이러한 결과는 가열감량과 마찬가지로 아질산염의 첨가량의 저감화(75 ppm)가 보수성 저하를 초래하였고, 반면에 1% 레드 비트의 첨가는 보수성 유지에 효과적임을 보여준다. 그러므로 훈연 소시지에서 아질산염의 첨가량과 레드 비트의 첨가 조건은 가열감량과 유리수분량에 영향을 주는 것으로 사료된다. Kang과 Lee(2003)는 레드 비트 색소 0.02%에 아질산염 75 ppm을 첨가한 처리구는 대조구인 아질산염 150 ppm 첨가한 처리구와 비교했을 때 유리수분 함량에 유의적인 차이가 없었다고 보고한 것과 유사한 것을 알 수 있었다.

레드 비트 첨가 훈연 소시지의 조직감 측정 결과에서는 경도(hardness)와 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 등 모든 항목에서 처리구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 조직감은 소비자의 소비 욕구에 큰 영향을 미치는 중요한 요소로 지방은 특히 조직감에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Chin 등(2004)의 고기 함량과 첨가되는 물의 함량을 달리하여 저지방 소시지의 조직감을 평가한 결과에서 경도(hardness)는 고기함량이 55% 이상일 때부터, 그리고 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness) 및 응집성(cohesiveness)은 고기 함량이 50% 이상일 때부터였으며, 탄력성(springiness)은 고기함량에 상관없이 유회형 소시지와 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 고기함량이 60%인 본 연구결과에서는 저지방 소시지의 조직학적 단점은 보완된 것으로 사료되며, 조직감은 아질산염의 함량이나 레드 비트의 첨가량

에 의해 영향을 받지 않은 것으로 사료된다.

한편, 저장기간에 따른 레드 비트 첨가 훈연 소시지의 pH와 색도 측정 결과는 적색도를 제외하고 모두 저장기간과 처리구 요인간 상호작용이 나타나지 않음($p<0.05$)에 따라 각 요인(저장기간, 처리구)에 따라 결과를 종합하여 분석하였다(Table 9). pH 값은 처리구 또는 저장기간 요인 모두에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). 한편, 훈연소시지의 색도 평가 결과 중 처리구 요인에서는 아질산염 75 ppm 첨가 처리구(TRT1)의 명도가 아질산염 150 ppm 첨가 대조구에 비해 유의적으로 상승하였고($p<0.05$), 반면에 아질산염 75 ppm에 레드 비트를 0.5% 조합한 처리구(TRT2)나 레드 비트 1% 단독 첨가 처리구(TRT3)의 명도는 대조구보다 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 훈연 소시지의 황색도는 아질산염 75 ppm 첨가 처리구(TRT1)와 레드 비트 1% 단독 첨가 처리구(TRT3)가 대조구에 비해 유의적으로 높아진 것($p<0.05$)과 달리 아질산염 75 ppm에 레드 비트 0.5% 조합 처리구(TRT2)는 대조구와 유사하였다($p>0.05$)(Table 9). 이러한 결과는 훈연소시지에서 아질산염의 저감화는 색도의 변화를 초래하며, 이를 보완하기 위한 레드 비트 0.5%와 아질산염 75 ppm 첨가 조합이 적합함을 보여준다. 반면에, 저장기간동안 훈연소시지의 색도 변화에 유의적인 영향을 주지 않은 것으로 평가되었다(Table 9).

적색도의 경우, Fig. 1과 같이 레드 비트 1.0% 단독 첨가한 처리구(TRT3)의 적색도는 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 감소를 보인 반면에, 레드 비트 0.5%에 아질산염 75 ppm을 조합하여 첨가한 처리구(TRT2)는 저장기간 동안에 적색도가 변하지 않았으나($p>0.05$). 다른 처리구들에 비해 높은 적색도를 유지했으며($p<0.05$), 대조구와 유사하였다($p>0.05$). 그러므로 저지방 훈연소시지의 아질산염을 저감화하기 위한 레드 비트의 최적 첨가 조건은 아질산염 75 ppm과 레드 비트 0.5%의 조합으로 평가할 수 있다.

Table 9. pH and Hunter color values of low-fat smoked sausage as affected by treatment and storage time

Experiment 2		Treatment ¹⁾				Storage time (wk)			
		CTL ¹	TRT1	TRT2	TRT3	0	2	4	8
pH	Mean	5.80	5.72	5.73	5.74	5.80	5.76	5.68	5.75
	SD	0.10	0.11	0.11	0.08	0.11	0.09	0.09	0.13
Hunter L*	Mean	69.7 ^b	70.5 ^a	68.0 ^c	67.7 ^c	68.9	68.7	69.0	69.3
	SD	0.67	0.40	0.75	0.88	1.38	1.57	1.26	1.45
Hunter b	Mean	7.09 ^c	8.44 ^b	7.65 ^c	9.86 ^a	7.94	8.40	8.24	8.45
	SD	0.13	0.97	0.34	0.52	1.23	1.35	1.14	1.30

¹⁾Treatments: CTL, low-fat sausages (LFS) with 150 ppm sodium nitrite (NaNO₂) without red beet; TRT1, LFS with 75 ppm sodium nitrite without red beet; TRT2, LFS with 75 ppm sodium nitrite with 0.5% red beet; TRT3, LFS without sodium nitrite with 1.0% red beet.

*Hunter color: L, lightness; b, yellowness.

^{a-c}Means having same superscripts are not significant difference ($p>0.05$).

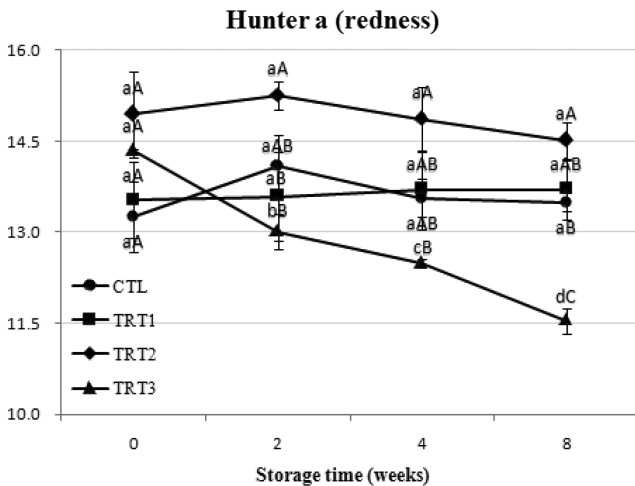


Fig. 1. Effects of red beet and sodium nitrite on redness of low-fat smoked sausages during refrigerated storage. [†]Treatments: CTL, low-fat sausages (LFS) with 150 ppm sodium nitrite (NaNO_2) without red beet; TRT1, LFS with 75 ppm sodium nitrite without red beet; TRT2, LFS with 75 ppm sodium nitrite with 0.5% red beet; TRT3, LFS without sodium nitrite with 1.0% red beet. ^{a-d}same letter within same parameters (row) are not different ($p>0.05$). ^{A-C}same letter within same parameters (column) are not different ($p>0.05$)

한편, 미생물 실험 결과 저장기간 동안 총균수와 대장균수가 10^2 cells/g 이하로 측정되었으며, 미생물학적으로 안전한 육제품 개발이 가능할 것으로 사료된다.

결론적으로 저지방 소시지(자비, 훈연)의 아질산염 저감화를 위한 레드 비트의 첨가는 적색도 증진에 효과적이며, 특히, 레드 비트의 저장기간 동안 색도의 안정성 등을 고려해 볼 때, 아질산염 75 ppm과 레드 비트 0.5% 조합이 아질산염 저감화 된 저지방 자비 및 훈연소시지 제조를 위한 최적조건으로 평가되었다.

요 약

본 연구는 아질산염을 저감화 한 저지방 소시지를 개발하기 위해, 아질산염과 균질한 레드 비트의 첨가량을 달리하여 저지방 소시지(자비, 훈연)를 제조하였고, 품질특성과 냉장 저장 중 pH와 색도를 평가하였다. 레드 비트 첨가는 저지방 소시지의 품질에 유의적인 영향을 주지 않은 반면 레드 비트 1% 첨가가 저지방 자비 소시지의 적색도를 증진시키는 데 효과적이며, 특히 아질산염 저감화 조건에서 레드 비트의 첨가는 적색도 증진에 매우 효과적임을 알 수 있었다. 또한 아질산염 75 ppm 첨가구는 레드 비트의 첨가에 상관없이 대조구이상의 적색도를 보였으나, 레드 비트 함량이 1% 이상일 경우 황색도에서 차이를 보였다

한편, 훈연소시지에서 레드 비트의 첨가는 아질산염 150

ppm 첨가 대조구에 비하여 명도를 감소시켰으나, 적색도는 유의적인 영향을 주지 않았다. 반면에, 저장기간 동안 색도의 변화에서는 레드 비트(1%)만 단독 첨가한 저지방 훈연 소시지의 적색도가 유의적으로 감소된 반면에, 아질산염(75 ppm)과 레드 비트(0.5%)를 조합한 처리구는 저장기간 동안 적색도를 유지하였으며, 아질산염 150 ppm 첨가 대조구의 적색도와도 유사하게 나타났다.

결론적으로 아질산염의 첨가는 저지방 소시지의 보수성과 색도에 영향을 주었고, 레드 비트의 첨가는 적색도와 발색안정성에 효과적이었다. 특히, 레드 비트 0.5%와 아질산염 75 ppm의 조합은 저장기간 중 저지방 소시지의 적색도를 유지함에 따라 아질산염을 저감화 한 저지방 소시지(훈연, 자비)의 제조를 위해서는 레드 비트 0.5%와 아질산염 75 ppm의 첨가 조합이 적당하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2단계 BK21 프로그램(전남대, 동물위해인자 제어를 위한 인력양성사업단)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Anselme, J. (1979) The organic chemistry of N-nitrosamines (a brief review). *Am. Chem. Soc.*, **101**, 1-12.
2. AOAC (2000) Official methods of analysis of AOAC Intl. 17th edition. Method. 950.46, 991.36. *Association of Analytical Chemists*. Gaithersberg, MD, USA.
3. Bourne, M. C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**, 62-66, 72.
4. Cassens, R. G. (1997) Composition and safety of cured meat in the USA. *Food Chem.*, **59**, 561-566.
5. Cassens, R. G. (1998) Nitrite issue. *Proceedings of 51st Reciprocal Meat Conference.*, **51**, 162-163.
6. Chin, K. B. and Ban, G. H. (2008) Evaluation of two levels and types of acorn power on quality of low-fat sausages as a fat replacer. *Korean J. Anim. Sci. Technol.*, **50**, 217-226.
7. Chin, K. B., Lee, H. L., Kook, S. H., Yoo, S. S., and Chun, S. S. (2004) Evaluation of various combinations of pork lean and water added on the physicochemical, textural and sensory characteristics of low-fat sausages. *Food Sci. Biotechnol.*, **13**, 481-485.
8. Choi, S. H. and Chin, K. B. (2002) Development of low-fat comminuted sausage manufactured with various fat replacers similar textural characteristics to those with regular-fat counterpart. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **34**, 577-582.
9. Christiansen, L. N., Tompkin, R. B., Shaparis, A. B., Johnston, R. W., and Kautter, D. A. (1975) Effect of sodium nitrite and nitrate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in a summer style sausage. *J. Food Sci.*, **40**, 488-490.

10. Crehan, C. M., Hughes, E., Troy, D. J., and Buckley, D. J. (2000) Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Sci.*, **55**, 463-469.
11. Dethmers, A. E., Rock, H., Fazio, T., and Johnston, R. W. (1975) Effect of added sodium nitrite and sodium nitrate on sensory quality and nitrosamine formation in thuringer sausage. *J. Food Sci.*, **40**, 491-495.
12. Dufosse, L. and Pintea, A. (2005) Third international congress on pigments in food. *Food Res. Intern.*, **38**, 831-832.
13. Elbe, J. H., Klement, J. T., Amundson, C. H., Cassens, R. G., and Lindsay, R. C. (1974) Evaluation of betalain pigments as sausage colorants. *J. Food Sci.*, **39**, 128-132.
14. Hadden, J. P., Ockerman, H. W., Cahill, V. R., Parrett, N. A., and Borton, R. J. (1975) Influence of sodium nitrite on the chemical and organoleptic properties of comminuted pork. *J. Food Sci.*, **40**, 626-630.
15. Jang, J. R., Kim, K. K., and Lim, S. Y. (2009) Effects of solvent extracts from dried beet (*Beta vulgaris*) on antioxidant in cell systems and growth of human cancer cell lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **38**, 832-838.
16. Jauregui, C. A., Regenstein, J. N., and Baker, R. C. (1981) A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods. *J. Food Sci.*, **46**, 1271-1273.
17. Kang, J. O. and Lee, G. H. (2003) Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **23**, 215-220.
18. Kang, J. O. and Lee, S. G. (2008) Effects of opuntia ficus-indica pigment and sodium lactate on nitrite-reduced sausage. *Korean J. Anim. Sci. Technol.*, **50**, 551-560.
19. KFDA (2008) Korean Food Regulations. Food standards and criterions: meat and egg products. pp. 73-77.
20. Kozaki, S. (2000) Molecular mechanism of the action of *Clostridium botulinum* type B neurotoxin. *J. Korean Soc. Microbiol.*, **35**, 344-345.
21. Lee, H. C. and Chin, K. B. (2009) Physicochemical, textural, and sensory properties of low-fat/salt pork sausages as affected by salt levels and different type and level of milk proteins. *Food Sci. Biotechnol.*, **18**, 36-42.
22. Lee, S. Y., Cho, S. J., Lee, K. A., Byun, P. H., and Byun, S. M. (1989) Red pigment of the Korean cockcomb flower: color stability of the red pigment. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 446-452.
23. Lee, T. S., Jang, Y. M., Hong, K. H., Park, S. K., Park, S. K., Kwon, Y. K., Park, J. S., Chang, S. Y., Hwang, H. S., Kim, E. J., Han, Y. J., Kim, B. S., Won, H. J., and Kim, M. C. (2005) Survey of beet red contents in foods using TLC, and HPLC. *J. Food Hyg. Safety*, **20**, 244-252.
24. Lee, Y. J., Park, I. B., Kim, H. S., Shin, G. W., Park, J. W., and Jo, Y. C. (2009) Characteristics and stability of violet red pigment extracted from *Salicornia herbacea* L. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **38**, 885-891.
25. SPSS (2008) SPSS 17.0 for windows. SPSS Inc. USA.
26. Zarringhalamiv, S., Sahari, M. A., and Hamidi-Esfehani, Z. (2009) Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. *Meat Sci.*, **81**, 281-284.
27. 정혜경 (2001) 생활양식 변화에 따른 한국 식생활문화의 변천. 한국식품영양과학회 학술대회 발표집, pp. 17-24.

(Received 2010.8.24/Revised 2010.11.8, 2nd 2010.11.23/
Accepted 2010.12.8)