

## 활성 락토페린을 첨가한 저지방 세절소시지의 냉장 저장(8°C) 중 이화학적, 조직적 및 저장 특성

강인혜 · 이홍철 · 진구복\*

전남대학교 동물자원학부 및 생물공학연구소

### Physicochemical and Textural Properties, and Shelf-Life Effects of Low-fat Sausages Manufactured with Various Levels of Activated Lactoferrin during Refrigerated Storage

In Hye Kang, Hong Chul Lee, and Koo Bok Chin\*

Department of Animal Science and Biotechnology Research Institute, Chonnam National University,  
Gwangju 500-600, Korea

#### Abstract

Low-fat sausages (LFS) containing various levels (0, 0.3, and 0.6%) of activated lactoferrin (ALF) which was prepared by dialysis to chelate irons of native lactoferrin, were manufactured and measured the physicochemical and textural properties, and shelf-life effect during refrigerated storage (8°C). LFSs contained 72-76% moisture, 1-2% fat, 12-14% protein and a pH range of 6.04-6.08. No differences in physico-chemical and textural properties were observed with the increased ALF ( $p>0.05$ ). Microbial growth of *Listeria monocytogenes* (LM), which inoculated at the levels of  $10^4$  CFU/g, was increased with increased storage time. ALF at the amount of 0.6% slightly inhibited the microbial growth on the LFS ( $p<0.05$ ), as compared to those of LFSs without ALF, however it had lower antimicrobial activity than those of 3.3% sodium lactate. These results indicated that the addition of ALF at the level of 0.6% affected the antibacterial activity of LFSs, resulting in the suppression of microbial growth in LFSs without quality defects.

**Key words** : low-fat sausages, physicochemical and textural properties, shelf-life, activated lactoferrin

#### 서 론

미생물로부터 오염된 식품은 인류의 건강을 위협하며 경제적인 손실이 크기 때문에 오래 전부터 사회적인 문제로 부각되어져 왔다. 하지만 식품생산과 처리 및 저장과정 중에 적합한 생산 조건을 고려하지 않을 경우, 미생물 수를 최소화하는 것은 매우 어려우며, 미생물의 특징에 따른 추가적인 정보가 요구된다(Jay, 1992).

오염된 식품에 존재하는 균 중에는 그 식품을 섭취했을 때 식중독을 일으키는 원인이 되기도 하며, 이러한 식중독 균 중 *Listeria monocytogenes*(LM)는 인수공통질병인 Listeriosis를 일으키는 원인균으로써 높은 치사율로 인해

공중보건 상 높은 관리를 요한다. 또한 LM은 도처에 존재하고, 호냉성 균으로써 여러 다른 환경조건에도 저항성이 있는 특징을 보이는 데, 대부분의 식육 및 식육제품의 표면에 오염되어 pH, 조성, 염지제 등의 조건에 따라 다른 성장을 나타낸다. 특히, LM은 ready-to-eat 제품에 있어서는 발견되는 정도가 더 높으며, 이로 인해 Listeriosis 발생에도 영향하게 된다. 그러므로 LM과 같은 병원성 미생물에 대해 안전하고, 보존성을 높이기 위해서는 열처리 가공과 여러 보존료의 첨가 등이 필요로 된다(Rocourt and Cossart, 1997).

그러나 열처리 가공은 미생물의 살균효과와 그 보존성이 뛰어난에도 불구하고 영양성분들의 파괴나 식품품질의 저하와 신선도의 저하 등을 야기한다. 이러한 이유로 냉장 및 냉동 방법을 선호하는 성향이며 이를 보완하기 위해 안식향산이나 솔빈산 칼륨 등의 보존료나 살균제를 첨가하여 식품의 저장성을 증진시키고 있다(Kim *et al.*, 1999).

\*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

하지만, 최근 소비자들의 건강에 대한 관심이 집중되고 있어, 인체에 유해한 인공 보존료나 보존제보다는 천연의 항균물질에 대한 관심이 증가하고 있다(Cho *et al.*, 1995). 이와 관련하여 마늘(Cho and Jhon, 1988), 유기산(Ahn and Shin, 1999), 키토산과 젯산나트륨(Kook *et al.*, 2003), 지방산(Lee *et al.*, 2002) 등과 같은 천연 항균물질에 대한 연구가 이루어졌다.

포유동물의 초유성분 중에 많이 포함되어 있는 락토페린은 항균작용을 가지고 있어서 세균의 성장과 바이러스의 감염을 억제시키는 기능이 있으며(Jin *et al.*, 1996), 미생물의 침입에 의한 감염성 질병으로부터 유아를 보호하는 중요한 역할을 하고 있다(Cha *et al.*, 1999). 특히, 락토페린의 철 이온의 격리 특성이 항균효과에 대한 주요한 가설이 되고 있다(Lonnerdal, 2003). 락토페린은 구조상 철과 결합할 수 있는 2개의 결합 부위를 가지고 있으며, 이 결합부위에 철 이온을 비롯한 구리, 아연, 알루미늄, 코발트, 칼슘 등의 많은 금속이온이 결합될 수 있다. 특히 락토페린과 결합하는 이온 중 철 이온을 제거함으로써 미생물의 생육을 억제하는 항균활성 기능을 보인다. 미생물 생육에 필요한 철 이온에 대한 락토페린의 결합력을 높이기 위해서는 철포화도가 낮은 아포락토페린 상태로 유지해야 하며, 이를 통해 높은 항균효과가 기대될 수 있다(Farnaud and Evans, 2003). 따라서 본 연구는 천연의 락토페린을 활성화한 후 육제품에 첨가하여 기능성을 평가하고 냉장 저장기간 중 제품의 이화학적 성상과 저장안정성에 영향을 주는지 알아보기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 활성 락토페린의 제조

본 연구에서 사용한 락토페린의 철포화도는 14%이며, 분말 상태인 락토페린의 항균활성효과를 증진하기 위한 목적으로 chelating, 투석 및 동결건조과정을 적용하여 활성화된 락토페린을 준비하였다. 증류수 1 L당 0.1 M의 ethylenediamine tetraacetic acid-Na<sub>2</sub>(EDTA·Na<sub>2</sub>)를 넣고 1-2일 동안 교반시켰으며, dialysis membrane(Spectrum, Spectrum Laboratory Inc., USA)에 chelating 용액을 넣은 후, phosphate buffer에서 투석(dialysis)을 실시하였다. 투석이 종료된 락토페린을 분말로 만들기 위해 동결건조기(Bondiro FD 5505, Ilshin, Korea)를 이용하여 동결 건조를 실시하였다. 50 mL cornical tube에 투석된 용액을 30 mL 정도 넣고, -80°C에서 4시간 동안 예비 동결시킨 후, 동결 건조기에 넣고 하루 정도 보관한 후, 건조된 분말상태의 락토페린을 얻었다.

### 락토페린을 첨가한 저지방 소시지의 제조

식육 도매점에서 구입한 돈육의 후지를 지방과 결체조

직을 제거하고 만육한 후 냉동 보관하였다. 저지방 소시지의 제조는 Chin 등(2004)의 소시지 제조 방법에 따라 제조하였다. 소시지 제조 전 하루정도 냉장온도에서 해동시킨 만육된 생육을 세절기(K15, Talsa, EU)에 넣고 30초간 세절한 후, 1차 첨가물(salt, sodium tripolyphosphate, sodium erythorbate, cure blend)과 빙수를 넣고 1분간 세절하였다. 또한 저지방 소시지를 제조하기 위해서 지방을 첨가하는 대신에 지방대체제(konjac flour: carrageenan: soy protein isolate = 1:1:3)를 넣었고, 1분 30초간 세절하였다. 2차 첨가물(spices #5, hydrolyzed beef stock, maltodextrin, non-fat dry milk)과 각 처리구별로 활성화시킨 락토페린의 함량(0, 0.3, 0.6%)을 달리하여 첨가한 후, 1분간 세절하였다(Table 1과 2). 본 연구에서 사용한 락토페린(Lactoferrin, Tatura Nutritionals, New Zealand)은 우유에서 100% 정제되었고, 각 첨가물의 배합비에 따라 첨가되었다(Table 1). 균질된 고기혼합물의 공기를 제거하고, 충전기를 이용하여 셀룰로오스 케이싱(28 mm)에 충전하였다. 충전된 가열 전 소시지를 훈연기(ES-14, Nu Vu Food System, USA)에서 건조, 훈연 및 가열을 실시하였고, 내부온도가 71.7°C가 될 때 가열을 종료하였다. 가열처리된 소시지의 내부온도가 신속히 냉각되도록 냉각수에서 냉각한 다음, 진공

**Table 1. The formulation of low-fat sausages (LFS) with various levels of lactoferrin** (unit: %)

Treatments <sup>1</sup>	Meat	Added Water	Non-meat ingredient	Lacto-ferrin	Sodium lactate
LFS	55	35.1	9.9	-	-
LFS+LF 0.3%	55	35.1	9.9	0.3	-
LFS+LF 0.6%	55	35.1	9.9	0.6	-
LFS+SL 3.3%	55	33.8	9.9	-	3.3

<sup>1</sup>Treatments: low-fat sausage (LFS); lactoferrin (LF); sodium lactate (SL, 60% solution).

**Table 2. Non-meat ingredients incorporated into low-fat sausages**

Non-meat ingredients	Amount (%)
Fat replacer <sup>1</sup>	2.50
(KF: CN: SPI)	(0.5: 0.5: 1.5)
Salt	1.30
Sugar	1.00
Corn syrup	1.00
Sodium tripolyphosphate	0.30
Non-fat dry milk	1.00
Maltodextrin	1.00
Hydrolyzed beef stock	0.50
Spices #5	1.00
Sodium erythorbate	0.05
Cure blend (salt/NaNO <sub>2</sub> 150 ppm)	0.25

<sup>1</sup>Fat replacer: konjac flour (KF), carrageenan (CN), soy protein isolate (SPI).

포장하여 냉장고에서 냉장보관 하였다. 냉장온도(8°C)에서 저장기간 동안 2주 간격으로 이화학적, 조직적 특성을 평가하였다.

### *Listeria monocytogenes*의 접종 및 미생물 검사

저지방 소시지에 접종할 균을 배양하기 위하여 *Listeria monocytogenes*(LM)를 tryptic soy agar(TSA)에 2-3일 정도 평판 배양시킨 후 broth에 접종하여 19시간 동안 shaking incubator에서 배양시켰다. 이것을 9 mL 멸균 증류수에 희석하여 25 g씩 준비된 시료의 표면에 각각 1 mL씩 접종하여 최종 농도가 각 시료 g 당 약  $10^3$ - $10^4$  CFU이 되도록 조절하였다. 또한, 냉장 상태에서도 LM의 성장이 유지되도록 저장온도를 8°C로 설정하고, 저장 중 저지방 소시지의 미생물 수를 5주 동안 1주 간격으로 접종 미생물의 성장을 관찰하였다. 균수를 측정하기 위해서 평판 배지법을 사용하였고, 총균수를 측정하기 위해서 총균수 배지(Plate count agar, Difco, USA)를 제조하였으며, 접종균 LM의 균수를 측정하기 위해서 선택배지(Palcam agar base, Oxoid Ltd., England)에 보충제(Palcam selective supplement SR150E, Oxoid Ltd., England)를 첨가하여 제조하였다. 제조된 평판배지에 희석한 시료를 0.1 mL씩 도포한 후, 37°C 배양기에 48시간 동안 배양한 후, colony를 계수하여 최종 균수를 측정하였고, log CFU/g으로 평가하였다.

### pH 측정

제조된 저지방 소시지 시료를 5 부분으로 분할하여 각각의 조각을 고체용 pH-meter(Model 340, Mettler-Toledo, Switzerland)를 이용하여 측정하였고 평균값으로 표시하였다.

### 육색검사

Color Reader(CR-10, Minolta Corp. Ltd., Japan)를 이용하여 소시지의 단면을 각각 4번씩 측정하여 hunter color의 L(lightness), a(redness), b(yellowness)의 평균값을 구하였다.

### 일반성분 분석

소시지 시료를 균질화시킨 후, AOAC(1995)법에 따라 시료의 일반성분조성을 확인하였다. dry-oven 법을 이용하여 수분을 측정하였고, soxhlet 추출법을 이용하여 조지방 함량을 측정하였다. 또한 kjeldahl 법(Kjeltec Auto System Buchi-322, BUCHI, Switzerland)으로 조단백질 함량을 측정하였다.

### 가열감량

각 처리구별 소시지의 가열 전후 무게차이를 측정하여

가열처리에 의한 소시지의 감량을 평가하였다.

$$\text{가열감량(Cooking loss, CL, \%)} = \frac{(\text{가열 전 시료함량} - \text{가열 후 시료함량}) \times 100}{\text{가열 전 시료 함량}}$$

### 유리수분의 함량(Expressible Moisture, EM)

시료 1.5 g을 여과지(Whatmann #3)로 3겹 싼 후, 원심분리기(Model VS-5500, Vision Science Co., Ltd, Korea)에 넣고, 3000 rpm으로 20분간 원심한 후 유리되어 여과지에 흡수된 수분의 양을 원심 분리 전후의 여과지 무게 차이를 측정하여 평가하였다(Jauregui *et al.*, 1981).

$$\text{유리수분(Expressible moisture, EM, \%)} = \frac{\text{여과지에 유리된 수분의 양} \times 100}{\text{시료의 무게}}$$

### 조직감 검사

제조된 소시지의 조직감은 Bourne(1978)의 방법으로 Instron Universal Testing Machine(Model 3344, Instron, USA)을 이용하여 texture profile analysis(TPA)를 실시하였다. 각각의 샘플을 1.3 cm로 절단한 후, 직경 1.25 cm의 puncture로 샘플링하여, 500 N의 load cell을 이용하여 2번 물림시험을 실시하였다. 시료 원래 높이의 약 75%로 설정하고, 300 mm/min의 속도로 압착하였다. 두 번 물림 측정 후, 산출된 경도(hardness, gf), 부서짐성(fracturability, gf), 탄력성(springiness, cm), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness)을 확인하여 처리구별로 비교 평가하였다.

### 통계처리

SPSS 10.1 통계분석 프로그램(2001)을 이용하여 처리구와 저장기간이라는 두 요인 간의 상호작용을 평가하였고, 상호작용이 없을 경우( $p>0.05$ )에는 각각의 요인에 따라 구분한다. 또한 실험항목별 결과를 각각의 요인 하에 pool하고, 분산분석을 실시하여 유의차( $p<0.05$ )가 확인된 경우에 Dunnett's T-test나 Duncan의 다중검정법을 실시하여 결과를 비교 평가하였다.

## 결과 및 고찰

각각 0.3과 0.6%의 락토페린과 3.3%의 젖산나트륨을 첨가한 저지방 소시지를 8°C 냉장고에서 6주 저장기간 동안 이화학적, 조직학적 성상 및 접종 미생물에 대한 저장기간 동안 처리구별 저장성을 비교 평가하였다. 한편, 저지방 소시지의 품질 및 저장성을 평가하기 위해서 처리구와 저장기간의 상호작용을 분석한 결과, 두 요인간의 상호작용이 없었으므로( $p>0.05$ ), 처리구별 또는 저장기간 별로

결과를 종합하여 각 실험항목에서 대조구와 유의차를 보이는 각각의 처리구를 확인하기 위해 처리구를 요인으로 한 평가에서는 Dunnett's-T test를 실시하였고, 락토페린 무첨가 대조구와 처리구간의 차이를 비교 평가하였다(Table 4). 또한 저장기간을 요인으로 한 평가에서는 Duncan의 다중검정법을 이용하여 저장기간에 따른 실험항목별 결과를 비교 평가하였다(Table 5).

**pH, 일반성분, 색도, 기능성 및 조직감 검사**

제조된 저지방 소시지의 pH, 일반성분 및 가열감량의 결과는 Table 3과 같다. pH는 6.04-6.08, 수분은 72.3-76.0%, 지방은 1.41-1.70%, 단백질은 12.2-14.0%로 평가되

었고, 지방함량이 3% 이하로 저지방임을 확인하였다. 가열감량은 락토페린 함량이나 젯산나트륨 첨가에 의해 유의적인 차이를 보이지 않았고( $p>0.05$ ), 7.73-10.0%로 측정되었다. 이러한 결과는 Lee와 Chin(2006)이 보고한 락토페린을 첨가(0.05, 0.1, 0.2%)한 저지방 소시지는 본 연구결과와 유사한 지방함량(1.40-1.66%)으로 제조되어 저지방 소시지로 분류되었고, 락토페린 첨가량(0.05, 0.1, 0.2%)에 의해 pH, 수분, 지방, 단백질 함량 및 가열감량에 유의적인 영향을 주지 않았다는 결과와 마찬가지로 본 연구 결과를 통해서 0.3-0.6%의 락토페린 첨가는 저지방 소시지의 pH, 일반성분 및 가열감량에 영향을 주지 않았다( $p>0.05$ ).

**Table 3. pH and proximate composition, and cooking loss of low fat sausage with various levels of lactoferrin (LF) and compared to those of sodium lactate (SL)**

Parameters <sup>1</sup>	Low-fat sausages (LFS)			
	LF 0.0%	LF 0.3%	LF 0.6%	SL 3.3%
pH	6.04±0.04	6.08±0.01	6.05±0.01	6.06±0.00
Moisture (%)	72.3 ±1.32	75.0 ±1.67	75.5 ±0.18	76.0 ±0.21
Fat (%)	1.41±0.24	1.70±0.45	1.56±0.12	1.70±0.13
Protein (%)	14.0 ±0.88	12.3 ±0.51	12.5 ±0.12	12.2 ±0.49
CL (%)	10.0 ±1.54	11.4 ±4.36	7.73±1.32	8.11±1.32

Treatments: LF 0.0%, low-fat sausage (LFS) counterpart (fat<3%); LF 0.3%, LFS containing 0.3% lactoferrin (LF); LF 0.6%, LFS containing 0.6% LF; SL 3.3%, LFS containing sodium lactate 3.3% (60% solution).

<sup>1</sup>Parameters: cooking loss (CL, %).

**Table 4. Dunnett's-T test of mean values for physicochemical, textural properties and microbial counts of pooled low-fat sausages as affected by various levels of lactoferrin (LF) and sodium lactate (SL)<sup>a</sup>**

Parameters	Low-fat sausages (LFS)			
	LF 0.0%	LF 0.3%	LF 0.6%	SL 3.3%
<i>Physicochemical properties<sup>1</sup></i>				
pH	5.78±0.18	5.71±0.36	5.82±0.18	5.87±0.15
Hunter L	66.7±1.93	67.2±0.99	67.7±2.01	66.5±1.63
Hunter a	12.2±1.14	11.9±0.99	12.5±1.40	12.6±1.51
Hunter b	7.04±1.32	6.59±0.91	7.07±1.35	6.86±0.91
EM (%)	28.8±1.30	27.8±1.60	28.4±2.48	28.5±1.98
<i>Textural properties<sup>2</sup></i>				
HA (gf)	4021±86.2	4363±322	4576±491	4369±439
FR (gf)	2781±208	3098±390	3213±425*	2870±378
SP (cm)	0.22±0.03	0.23±0.03	0.24±0.05	0.26±0.04
GU	859±125	904±87.7	926±62.4	960±94.5
CH	199±54.4	209±45.2	224±59.5	267±80.7
CO	0.21±0.03	0.22±0.04	0.22±0.02	0.23±0.03
<i>Microbial counts<sup>3</sup></i>				
TPC	6.77±1.63	6.50±1.47	6.16±1.38*	4.97±0.79*
LPA	6.70±1.54	6.49±1.43	6.28±1.52	5.32±1.25*

Treatments: shown in Table 3.

<sup>1</sup>Physicochemical properties: hunter color values = lightness (L), redness (a), yellowness (b), expressible moisture (EM, %).

<sup>2</sup>Textural properties: hardness (HA, gf), fracturability (FR, gf), springiness (SP, cm), gumminess (GU), chewiness (CH), cohesiveness (CO).

<sup>3</sup>Microbial counts: total plate count agar for total bacteria (TPC), palcam agar base for *Listeria monocytogenes* (LPA) (unit: log CFU/g).

<sup>a</sup>All values are the mean±S.D.; significant differences ( $p<0.05$ ) are expressed by the asterisk (\*) (LF 0.0% vs. other treatment).

Table 5. Mean values for physicochemical, textural properties of pooled low-fat sausages as affected by storage time\*

Parameters	Storage time (wk)					
	0	2	4	6		
<i>Physicochemical properties</i> <sup>1</sup>						
pH	6.06±0.02 <sup>a</sup>	5.84±0.08 <sup>b</sup>	5.76±0.15 <sup>b</sup>	5.53±0.31 <sup>c</sup>		
Hunter L	68.4±1.15	66.7±1.47	66.2±2.04	66.9±1.31		
Hunter a	11.8±1.35	12.8±0.68	12.7±1.74	11.9±0.75		
Hunter b	6.02±1.27	6.92±0.56	7.02±1.09	7.62±0.87		
EM (%)	26.3±3.83	28.8±3.50	27.9±2.03	30.3±2.63		
<i>Textural properties</i> <sup>2</sup>						
HA (gf)	4724±432 <sup>a</sup>	4177±359 <sup>b</sup>	4415±510 <sup>ab</sup>	4012±474 <sup>b</sup>		
FR (gf)	3308±342 <sup>a</sup>	2887±312 <sup>b</sup>	3037±379 <sup>ab</sup>	2729±299 <sup>b</sup>		
SP (cm)	0.19±0.03	0.25±0.08	0.23±0.04	0.27±0.02		
GU	790±79.2	927±260	940±269	993±187		
CH	146±31.2	250±142	225±97.2	278±81.6		
CO	0.17±0.02	0.23±0.06	0.22±0.06	0.25±0.03		
<i>Microbial counts</i> <sup>3</sup>						
TPC	4.34±0.09 <sup>e</sup>	5.03±0.51 <sup>d</sup>	5.82±0.90 <sup>c</sup>	6.62±1.51 <sup>b</sup>	7.25±1.15 <sup>a</sup>	7.53±1.01 <sup>a</sup>
LPA	4.37±0.12 <sup>e</sup>	5.04±0.53 <sup>d</sup>	5.83±0.93 <sup>c</sup>	6.75±1.32 <sup>b</sup>	7.28±1.14 <sup>ab</sup>	7.91±0.38 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Physicochemical properties: hunter color values = lightness (L), redness (a), yellowness (b), expressible moisture (EM, %).

<sup>2</sup>Textural properties: hardness (HA, gf), fracturability (FR, gf), springiness (SP, cm), gumminess (GU), chewiness (CH), cohesiveness (CO).

<sup>3</sup>Microbial counts: total plate count agar for total bacteria (TPC), palcam agar base for *Listeria monocytogenes* (LPA) (unit: log CFU/g).

\*All values are the mean±S.D.; <sup>a-c</sup>Means with the same superscripts are not significant different ( $p>0.05$ ).

저지방 소시지에 첨가한 락토페린의 첨가량과 젯산나트륨 첨가에 의한 처리구 별 품질특성 및 저장성 평가 결과 락토페린의 첨가량과 젯산나트륨 첨가에 의한 저지방 소시지의 품질결과에서는 부서짐성(fracturability, FR, gf)이 락토페린 무첨가 대조구(LF 0.0%)와 비교했을 때, 유의적으로 높은 값을 보였다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 락토페린을 0.05-0.2%로 비교적 낮은 양을 첨가하였을 때 저지방 소시지의 조직감에 유의적인 차이 없이 유사한 특성을 보였다는 이전 연구결과(Lee and Chin, 2006)와는 차이가 있는데 이것은 본 연구에서 유의차를 보인 처리구의 락토페린 첨가량이 0.6%로 이전 연구의 첨가량보다 다소 높은 것에 기인한 것으로 평가된다. 한편, 젯산나트륨 3.3% 첨가한 저지방 소시지의 경우에 무첨가 대조구와 유사한 품질 특성을 보였다고 보고한 Lee와 Chin(2006)의 결과와 유사하였다. 반면에, Choi 등(2003)이 저지방소시지에 첨가한 젯산나트륨과 지방대체제의 품질에 미치는 영향을 평가한 연구에서는 본 연구와 동일한 3.33%의 젯산나트륨을 첨가한 저지방 소시지가 젯산나트륨을 첨가하지 않고, 지방대체제만 첨가한 저지방소시지와 비교했을 때, 색도를 평가한 결과에서 명도가 유의적으로 낮아진다고 보고하였고, 이를 통해 젯산나트륨의 첨가가 색도에 영향을 준 것으로 보고하였으며, 이는 본 연구결과와 상이하였다. 또한 5%의 젯산나트륨을 첨가한 저지방소시지는 황색도에 유의적인 영향을 준다고 보고했으며, 특히 조직감 중 탄

력성의 증가에 영향을 준다고 보고함에 따라 젯산나트륨의 첨가량이 상승할 경우, 더 많은 영향을 줄 것으로 평가하였다. 그러나 이러한 결과의 차이는 본 연구에서 제조한 저지방 소시지는 훈연실에서 건조, 훈연 및 가열을 거쳐 제조된 것과 달리 Choi 등(2003)의 연구에서 제조된 저지방 소시지는 항온조에서 제조되어 평가된 것에 기인한 것으로 사료된다. 이러한 결과를 통해 본 연구에서 첨가한 락토페린과 젯산나트륨의 함량은 기존의 저지방 훈연소시지의 품질특성과 유사한 것으로 평가되었다.

처리구별 접종된 LM와 총균수를 평가한 실험결과에서는 락토페린과 젯산나트륨을 첨가하지 않은 무첨가 대조구와 비교했을 때, 활성 락토페린 0.6%를 첨가한 처리구가 유의적으로 적은 균수가 측정되었고( $p<0.05$ , Table 4), 이러한 결과는 활성 락토페린을 약 0.3% 첨가한 처리구가 무첨가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않은 것( $p>0.05$ )과 상반된 결과로써 0.6%의 활성 락토페린의 첨가는 접종된 저지방 소시지의 총균수에 대해 항균활성을 보인 것으로 평가될 수 있다. 이는 저지방소시지(훈연)에 접종한 LM 균에 대해 단독 첨가한 자몽종자추출물과 젯산나트륨 및 자몽종자추출물과 젯산나트륨을 복합 첨가한 경우 항균활성을 보였다는 Lee 등(2007)의 결과와 자몽종자추출물을 0.2% 이상 첨가한 저지방 소시지(자비)에서 항균효과를 보여 저장기간 10주까지 젯산나트륨과 유사한 결과를 보였다는 Chin 등(2005)의 연구와 일치하였다. 자

몽중자추출물이나 젖산나트륨과 마찬가지로 락토페린 또한 활성처리 및 첨가량 조절을 통해 천연항균물질로 사용 가능함을 알 수 있었다. 반면에, Lee와 Chin (2006)은 저지방 소시지(훈연)에 첨가한 락토페린의 첨가수준(0.05, 0.1, 0.2%)은 접종 *E. coli* O157:H7에 대해 무첨가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 항균효과를 나타내지 않았다고 보고했다. 본 연구 결과에서도 0.3% 첨가의 경우에 활성처리를 했음에도 불구하고 항균활성을 나타내지 않은 결과를 통해 볼 때, 활성처리 뿐만 아니라 첨가량의 조절이 필요한 것으로 사료되며, 특히 접종한 병원성 미생물의 종류에 따라 항균활성이 달라짐을 예측할 수 있었다. 이와 관련하여 Kook 등(2003)은 냉장저장 중 저지방 소시지에 첨가한 키토산과 젖산나트륨의 항균활성 효과를 각각의 병원성미생물에 따라 비교 평가한 결과에서, 접종 병원성 미생물의 성장특성에 따라 첨가한 천연항균물질의 항균활성이 달리 나타나며, 특히 첨가한 물질과 상관없이 접종 미생물의 성장온도에 의존적일 수 있다고 평가하였다. 한편, 젖산나트륨 첨가 저지방소시지의 경우에는 접종균에 대한 높은 항균활성을 보이며, 무첨가 대조구에 비해 총균수(TPC)와 LM 선택(LPA)배지 모두에서 유의적으로 낮은 균수가 측정되었다( $p < 0.05$ , Table 4). 이러한 결과는 Choi 등(2003)이 젖산나트륨 무첨가 저지방소시지(자비)에 접종된 LM가 저장기간 동안 계속 성장한 것과 달리 젖산나트륨 첨가(1.67, 3.33, 5.0%)에 의해 저장기간 6주까지 성장이 억제되는 항균활성이 나타났고, 접종 LM 균이 유의적으로 낮은 성장을 보였다는 결과와 유사하다. 이를 통해 제조 및 가열방법에 상관없이 저지방소시지에 젖산나트륨(3.3%)을 첨가함으로써 LM 균과 같은 병원성 미생물의 성장을 억제할 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 LM 균에 대한 항균활성은 특히, ready-to-eat 육제품의 안전성에 매우 효과적이며, Thompson 등(2008)은 ready-to-eat 육제품에 첨가한 레빌리네이트 나트륨(sodium levulinate), 젖산나트륨(sodium lactate) 및 젖산나트륨과 이초산나트륨(sodium diacetate)의 복합첨가는 12주간의 냉장 저장기간 동안 LM 균의 성장에 대해 효과적인 억제활성효과가 있다고 보고하였다.

**저지방 소시지의 8°C 냉장 중 저장기간에 따른 품질특성 및 저장성 평가**

저지방 소시지의 냉장 저장 중 저장기간에 따른 품질 특성은 Table 5와 같다. 저장기간이 경과함에 따라 저장 초기에 비해 pH와 조직특성이 유의적으로 변화하였다( $p < 0.05$ ). pH는 저장 2주째 5.84, 4주째 5.76으로 유의적으로 낮아졌고, 다시 2, 4주에 비해 6주째 5.53으로 저하되었다( $p < 0.05$ , Table 5). 이러한 결과는 진공 포장하여 냉장저장 하였음에도 불구하고, 저장 2주가 경과함에 따라 품질의 저하가 시작되고 있음을 알 수 있다. 한편, 저장기

간이 경과함에 따라 저장 종료인 6주째에 저지방 소시지의 경도(hardness, HA, gf), 부서짐성(fracturability, FR, gf)는 유의적으로 낮아졌다( $p < 0.05$ , Table 5). pH와 마찬가지로 제조한 저지방 소시지의 첨가물과 저장온도 및 저장기간 동안 품질변화에 영향을 미치는 요인에 따라 달라질 수 있다(Lee et al., 2007; Choi et al., 2003). 이러한 결과를 통해 냉장 저장 중 저장기간에 의해 저지방 소시지의 품질이 영향을 받을 수 있음을 알 수 있었고, 특히 본 연구결과에 따르면 pH와 조직특성에 유의적인 영향을 준 것과 달리, 색도와 유리수분과 같은 이화학적 특성은 6주 냉장 저장 동안에 저장초기의 상태를 유지하는 것으로 평가되었다( $p > 0.05$ , Table 5). 이러한 결과는 8주 냉장 저장기간 동안 저지방 소시지(훈연)의 색도와 유리수분이 저장초기와 저장 종료 때 유의적인 차이를 보이지 않은 것과 유사하며, 이 또한 첨가물과 저장온도 및 저장기간에 의해 달라질 것으로 사료된다.

저장기간이 경과함에 따라 접종한 LM의 성장은 저장 초기에 비해 저장기간 1주 경과하면서부터 각 저장기간별로 유의적인 차이를 보이며 접종균수의 성장이 나타났다(Table 5). 4주째에 이르러서는 저장 종료인 5주째와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러므로 저장 4주째에 7 log CFU/g으로 접종균의 성장이 종료됨을 알 수 있다. 총균수의 성장곡선 또한 선택배지의 것과 유사한 경향을 보이며 균수의 증가를 나타냈다. 이러한 결과는 저장 초기에 접종한 LM가 우세 균으로써 저장기간이 완료될 때까지 유지됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 Choi 등(2003)이 보고한 저지방 소시지에 접종한 LM( $10^3$  CFU/g)가 제품 저장기간(4°C, 자비) 중 또는 저장 종료에 이르기까지 우세 균이었다는 결과와 유사하였다. 반면에 Lee 등(2007)은 4°C 저장 조건에서 저지방 훈연소시지에 접종한 LM의 성장은 저장 4주까지는 접종 승수가 유지되다가 4주 이후에 균수가 증가하는 결과를 보고하였다. 이를 통해 본 연구의 냉장 저장 조건(8°C)은 저장초기부터 지속적으로 접종균이 성장하는 데 적합한 조건으로 평가되며, 특히 병원성 미생물의 이러한 균의 특성을 고려해 볼 때, 냉장저장 중 LM와 같은 호냉성 병원성 미생물로부터의 위생안전성을 유지 및 제어하기 위해서는 냉장보관온도를 2-4°C 이하로 유지해야할 필요가 있다고 판단된다. 따라서 연구를 종합하면 활성화된 락토페린을 0.6%이상 첨가하면 품질 저하 없이 미생물의 성장을 억제시킬 수 있으며 저지방 소시지의 천연 항균제로 사용가능성을 시사하고 있다. 차후 연구로 항균활성을 더욱 높일 수 있는 기법이 필요로 된다.

**요 약**

본 연구에서 제조한 저지방 훈연 소시지는 활성락토페린을 각각 0, 0.3 및 0.6%로 함량을 달리하였고, 냉장저장

(8°C) 중 이화학적 및 조직학적 특성과 접종 미생물의 성장에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다. 제조된 저지방 훈연소시지의 pH, 수분, 지방, 및 단백질의 함량은 각각 6.04-6.08, 72-76%, 1-2%, 12-14%로 처리구별 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 활성락토페린을 0.6% 첨가한 처리구는 0.3% 첨가구와 달리 무첨가 대조구에 비해 미생물의 성장을 억제하였으며( $p<0.05$ ), 유의적으로 높은 부서집성을 보였다. 그러나 젖산나트륨 3.3%를 첨가에 의한 항균활성 효과보다는 낮은 효과로 평가되었다. 이상의 결과를 종합해 본 결과 락토페린은 육제품에 있어서 이화학적 및 조직학적성상에 거의 영향을 주지 않으면서 항균활성을 부여하는 좋은 기능성 물질로서 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국 학술진흥재단 젊은 과학자 연구활동지원(과제번호; F00019)에 의해서 수행되었고, 전남대 생명공학연구소에서 일부 지원받았으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Ahn, Y. S. and Shin, D. H. (1999) Antimicrobial effects of organic acids and ethanol on several foodborne microorganisms. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **31**, 1315-1323.
- AOAC. (1995) Official Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Bourne, M. C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol.* **32**, 62-66, 72.
- Cha, K. J., Yu, D. Y., Lee, C. K., and Yu, J. H. (1999) Effect of bovine and human lactoferrin on MA 104 cell infected with human rotavirus. *J. Kor. Soc. Virol.* **29**, 87-97.
- Chin, K. B., Kim, H. Y., and Kim, K. H. (2005) Physicochemical and textural properties, and antimicrobial effects of low-fat comminuted sausages manufactured with grapefruit seed extract. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**, 141-148.
- 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.
- Cho, N. C. and Jhon, D. Y. (1988) Effects of garlic extracts on the aerobic bacteria isolated from Kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **20**, 357-362.
- Cho, S. H., Lee, S. Y., Kim, J. W., Ko, G. H., and Seo, I. W. (1995) Development and application of Natural antimicrobial agent isolated from grapefruit seed extract. *J. Food Hyg. Safety* **10**, 33-39.
- Choi, S. H., Kim, K. H., Eun, J. B., and Chin, K. B. (2003) Growth suppression of inoculated *Listeria monocytogenes* and physicochemical and textural properties of low-fat sausages as affected by sodium lactate and a fat replacer. *J. Food Sci.* **68**, 2542-2546.
- Farnaud, S. and Evans, R. W. (2003) Lactoferrin - A multifunctional protein with antimicrobial properties. *Mol. Immunol.* **40**, 395-405.
- 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**, 271-273.
- Jay, J. M. (1992) Modern food microbiology. 4th ed, AVI Book, NY, USA, pp. 63-93.
- Jin, H. S., Park, J. S., and Choi, W. Y. (1996) Studies on the bacteriostatics effect of lactoferrin from Korean native cattle. *Kor. J. Dairy Sci.* **18**, 31-40.
- Kim, M. G., Yoon, M. H., Jeong, I. H., Kim, Y. H., and Jung, J. A. (1999) A study on the sodium saccharin, sodium benzoate and potassium sorbate used in foods. *J. Food Hyg. Safety* **14**, 244-248.
- Kook, S. H., Choi, S. H., Kang, S. M., Park, S. Y., and Chin, K. B. (2003) Product quality and extension of shelf-life of low-fat functional sausages manufactured with sodium lactate and chitosans during refrigerated storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 128-136.
- Lee, H. C. and Chin, K. B. (2006) Product quality of low-fat/salt sausages containing lactoferrin and antimicrobial activity against *Escherichia coli* O157:H7. *J. Anim. Sci. Technol.* **48**, 575-586.
- Lee, H. C., Son, S. H., and Chin, K. B. (2007) Evaluation of product quality and shelf-life of low-fat comminuted sausages manufactured with mixed natural antimicrobial ingredients. Abstract P4-08, 58th International Symposium and Annual Meeting, *Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* Muju Resort, Korea, pp. 219.
- Lee, J. Y., Kim, Y. S., and Shin, D. H. (2002) Antimicrobial synergistic effect of linolenic acid and monoglyceride against *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus*. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 2193-2199.
- Lonnerdal, B. (2003) Lactoferrin - Bacteriostasis/bactericidal effects. In: *Advanced dairy chemistry (Part A)*. 3rd ed, Fox, P. F. and McSweeney, P. L. H. (eds), Kluwer Academic/Plenum Publishers, NY, pp. 455-456.
- Rocourt, J. and Cossart, P. (1997) Foodborne pathogenic bacteria - *Listeria monocytogenes*. In: *Food microbiology - fundamental and frontiers*. Doyle, M. P., Beuchat, L. R., and Montville, T. J. (eds), American Society for Microbiology, Washington, DC, pp. 337-352.
- Thompson, R. L., Carpenter, C. E., Martini, S., and Broadbent, J. R. (2008) Control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats containing sodium levulinate, sodium lactate, or a combination of sodium lactate and sodium diacetate. *J. Food Sci.* **73**, 239-244.