

## 젖산나트륨과 지방대체제의 첨가가 냉장저장 중 저지방 볼로나 소시지의 품질 및 저장성에 미치는 영향

진구복<sup>†</sup> · 최순희

전남대학교 동물자원학부 및 생물공학연구소

### Evaluation of the Addition of Sodium Lactate and a Fat Replacer in Very Low-fat Bologna (model system) on the Product Quality and Shelf-life Effect during Refrigerated Storage

Koo-Bok Chin<sup>†</sup> and Soon-Hee Choi

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

#### Abstract

This study was performed to investigate the effect of sodium lactate (SL, 60%) and a mixed fat replacer (FR) on the product quality and shelf-life effect of low-fat bologna sausage (LFBS) in a model system during refrigerated storage. Low-fat and regular-fat bologna sausages had pH values ranged from 6.15 to 6.30 and water activity values ranged from 0.95 to 0.96. LFBS had a moisture content of 74~76%, <2% fat and 14~15% protein, whereas regular-fat bologna had 60% moisture, 22% fat and approximately 12% protein in the final products. Expressible moisture (%) increased ( $p<0.05$ ) in all bolognas, resulting in the soft texture, as the storage time (weeks) increased. LFBS manufactured with SL and a FR had lower ( $p<0.05$ ) the cooking loss (%) and had higher ( $p<0.05$ ) texture profile analysis (TPA) values than the regular-fat counterpart. As the sodium lactate level increased up to 5% in the formulation of LFBS, vacuum purge and TPA hardness values also increased ( $p<0.05$ ), but thiobarbituric acid (TBA) values decreased ( $p<0.05$ ). Total plate counts of LFBS were reduced ( $p<0.05$ ) when the addition level of 60% SL solution was more than 3.3%. This result indicated that the increased level of SL (>3.3%) in the combination of a FR in the formulation of LFBS improved the product quality and did inhibit the total microbial growth of LFBS during storage, as compared to the control.

**Key words:** sodium lactate, fat replacer, low-fat bologna, quality, shelf-life

#### 서 론

젖산나트륨(sodium lactate)은 식품첨가물로 이용되어 병원성미생물의 성장을 억제시켜 저장성을 증진시키고, 향미를 증진시키는데 사용되어지고 있다. 특히 젖산나트륨은 식육에서 문제시되고 있는 *Clostridium botulinum*, *Salmonella* spp, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 등과 같은 병원성 미생물의 억제작용이 있는 것으로 보고되고 있다. Anders 등(1)은 젖산나트륨을 1.5에서 3.5% 첨가했을 때 계육과 칠면조육에서 *Clostridium botulinum*의 성장이 억제된다고 보고하였고, Maas 등(2)은 진공 포장한 칠면조 육에서 젖산나트륨을 첨가하였을 때 *Clostridium botulinum* 균의 증식과 toxin 생성을 억제한다고 보고하였다. Lamkey 등(3)은 돈육소시지의 냉장저장 중 젖산나트륨이 미생물의 성장을 억제시켜서 조절구보다 4°C에서 약 2주간 저장

성을 높여 주었다고 보고하였다. 국내의 연구로는 Jin 등(4)이 비엔나소시지 제조시 젖산나트륨을 첨가한 후 푸마르산에 침지했을 때 일반적으로 사용되고 있는 솔빈산 칼륨과 푸마르산에 침지한 처리구와 온도에 상관없이 같은 저장성을 보였다고 보고하였다. 이와 같은 젖산나트륨의 저장효과는 sodium보다 lactate ion이 더 효과적으로 미생물생육의 억제작용에 기여하고, 특히 *Listeria monocytogenes*의 성장을 억제시킨다고 보고되고 있으며(5,6) 이에 대한 미생물억제 효과는 최종대사산물 억제(feedback inhibition), 세포내의 산성화, proton의 막 유입금지 및 수분활성도의 감소 등에 기인한다고 발표하였다.

저지방 육제품은 가열수율이 낮고, 조직의 변화가 제품마다 심하고, 수분함량이 많아 병원성미생물의 오염이 쉽고, 냉장저장 중 수분 유리가 많아 미생물의 성장이 용이하므로 저장성을 높이는 연구가 시급하다(7). 하지만 이와 같은 저지방

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr  
Phone: 82-62-530-2121. Fax: 82-62-530-2129

육제품의 젓산나트륨의 저장효과에 관한 연구는 아직 미미한 실정이다. Bradford 등(8)은 2%의 젓산칼륨(potassium lactate)을 첨가한 저지방돈육 소시지의 냉장 저장 중 효과가 없었지만, 일반 돈육소시지에서는 차이를 보였다고 보고하였고, Bloukas 등(9)은 2%의 젓산나트륨의 첨가가 저지방(9, 13%) 및 고지방(27%) frankfurter의 저장성을 약 3~4주간 높였다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 이와 같은 연구를 기초로 젓산나트륨과 혼합지방대체제의 첨가가 저지방 볼로냐 소시지의 품질에 어떤 영향을 미치는지 그 물리화학적 및 조직학적 성상을 조사하고, 저장성을 증진시킬 수 있는가를 미생물학적 측면에서 관찰하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

저지방볼로냐의 제조

Chin 등(10)의 방법에 의하여 대조구(CTL)와 저지방 대조구(REF) 및 젓산나트륨의 첨가에 따른 저지방 볼로냐 모델 처리구를 제조하였다(Table 1). 원료 돈육의 햄부위를 시중에서 구입하여 외부지방 및 결체조직을 제거하고, 0.32 cm의 만육 plate를 이용하여 만육한 후 *Trichinella*와 같은 선모충류를 제거하기 위하여 사용 전 냉동(-18°C)저장하였다. 지방대체제로는 konjac flour, carrageenan(Korea Carrageenan Co, Inc. Ltd, Seoul, Korea)와 대두단백질(soy protein isolate, SPI, EX-33; Dupont, Protein Technologies International, St. Louis, MO, USA)을 1 : 1 : 3으로 섞은 후 미리 수분과 결합시켜 젤을 만든 후 본 실험에 사용하였다. 원료육은 동결 후 사용 전 냉장실에서 약 하루동안 해동시켰고, 약 30초간 육 입자의 크기를 감소시키기 위하여 식품가공기로 갈아준 후 지방대체제, 식염, sodium erythorbate, sodium tripolyphosphate (STPP) 및 발색제(Table 2)를 첨가하여 약 3~4분간 세절하여 염용성 단백질을 추출시켰다. 지방과 나머지 조미료와 향신료 및 얼음물을 넣고 약 3분간 혼합한 후 내용물을 polyvinylidene chloride film(755 R, 40 Micron gauge, 46 mm,

Table 2. Non-meat ingredients incorporated into low-fat bologna (%)

Nonmeat ingredients	Amount
Fat replacer	2.50
Salt <sup>1)</sup>	1.80 (1.5~1.8)
Sugar	2.00
Nonfat dry milk	1.00
Hydrolyzed milk protein	1.00
Sodium tripolyphosphate	0.40
Spices	1.00
Sodium erythorbate	0.05
Salt/sodium nitrite blend	0.25
<b>Total</b>	<b>10.00</b>

<sup>1)</sup>Salt level was varied depending on the addition of sodium lactate.

Japan)에 충전시킨 후 항온조에서 중심온도가 71.7°C가 될 때까지 가열시키고, 가열 후 단백질질의 안정성을 위하여 얼음안에서 급속히 냉각시켰다. 냉각시킨 후 공중합 진공포장기(Cryovac, Sealed Air Korea Inc. T7325B; Seoul, Korea)에 넣은 후 진공포장기(TAEVAC 600 MX, Yoiwang-City, Kyungki, Korea)로 포장 후 냉장실(4±1°C)에서 저장하여 주기적(0,1,2,4,8주)으로 물리화학적, 조직학적 및 미생물학적 검사를 실시하였다.

pH와 일반성분분석(proximate analysis)

육 표면 측정용 pH-meter (Metter-Toledo, Model 340, Schwerzenbach, Switzerland)로 임의로 5부분을 측정하여 평균치를 구하였고, 일반성분분석은 AOAC(11) 방법에 의하여 균질 후 수분(dry-oven법), 조지방(Soxhlet) 및 조단백질 함량(BUCHI Kjeltac Auto System, B-322, Switzerland)을 각 2회 반복하고 평균치를 구하였다.

수분활성도 검사(water activity)

이미 표준화되어 있는 Novasina hygrometer(EEJA-3, Switzerland)로 각 2회 반복 측정치의 평균값을 구하였다.

Table 1. Formulations of low-fat bologna manufactured with sodium lactate and a fat replacer (%)

Treatments	Meat <sup>1)</sup>	Added water <sup>2)</sup>	Non-meat ingredients <sup>3)</sup>	Pre-hydrated Fat replacer <sup>4)</sup> (water)	Sodium lactate (SL) <sup>5)</sup> (pure SL%)
CTL <sup>6)</sup>	75	17.50	7.50	0	0
REF <sup>7)</sup>	60	22.50	7.50	10 (7.5)	0
Treat I <sup>8)</sup>	60	21.93	7.40	10 (7.5)	1.67 (1%)
Treat II	60	21.37	7.30	10 (7.5)	3.33 (2%)
Treat III	60	20.80	7.20	10 (7.5)	5.00 (3%)

<sup>1)</sup>Meat: meat block (lean, <3% fat; fat, >90% fat).

<sup>2)</sup>Added water = 100 - (meat block + non-meat ingredients + prehydrated fat replacer + sodium lactate).

<sup>3)</sup>Non-meat ingredients without fat replacer: see Table 2.

<sup>4)</sup>Prehydrated fat replacer = fat replacer : moisture (1 : 3).

<sup>5)</sup>Sodium lactate: used 60% sodium lactate solution (PURASAL<sup>®</sup> S, Purac Inc, Gorinchem, The Netherlands).

<sup>6)</sup>CTL: regular-fat control with 20~25% fat.

<sup>7)</sup>REF: low-fat control with 2~3% fat.

<sup>8)</sup>Treatments: low-fat treatments with varied sodium lactate level (0~3%), since the sodium lactate contained approximately 10~14% sodium, sodium chloride added was reduced by 10% to obtain equal amount of sodium content (%) in the final products.

### 가열 감량(cooking loss)

각 처리구별 가열 후 다음과 같은 계산방법으로 가열감량(%)을 조사하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{(\text{가열 전 시료함량} - \text{가열 후 시료함량})}{\text{가열 전 시료함량}} \times 100$$

### 유리수분 검사(expressible moisture, %)

보수력은 Jauregui 등(12)의 방법을 변형하여 시료 약 1.5 g을 세겜의 여과지(Whatmann #3)로 짜고 원심분리기(Vision Scientific Co., Ltd, Model VS-5500, Korea)로 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시킨 후 유리수분의 양(%)을 측정하였다.

### 육색 검사(Hunter color values)

Hunter L, a, b 수치들을 Chroma Meter(CR-200, Minolta Corporation, Ramsey, NJ, USA) 방법으로 각각 5부분을 측정하고, 그 결과를 Hunter L(lightness), a(redness)와 b(yellowness) 값으로 나타내었다.

### 진공포장 감량(vacuum purge)

각 처리구별 냉장 저장 중 1주일 간격으로 유리된 수분의 함량(%)을 측정하여 유리수분의 함량을 산출하였다.

### TBA법에 의한 지방산패도 검사

젖산나트륨의 첨가량에 의한 지방산화정도를 측정하기 위하여 thiobarbituric acid(TBA) 값을 Ziper와 Watts(13)의 방법을 이용하였다. 약 30 g의 시료에 0.5% propyl gallate와 ethylenediamine tetraacetic acid(EDTA)용액 15 mL, 증류수(deionized-distilled water, dd-water) 40.5 mL와 0.5% sulfanilamide 용액 3 mL를 넣은 후 잘 혼합한 후 약 30 g의 혼합물을 Kjeldahl flask에 넣고 1 mL의 HCl 용액(HCl: dd-water = 1:2)과 소포제(silicone)를 넣은 후 증류시켰다. 증류액을 5 mL와 TBA시약 5 mL를 섞은 후 약 35분간 가열시키고 같은 방법으로 공시험을 실시하였다. 반응시킨 혼합액을 분광광도계로 530 nm에서 측정하고 이미 1,1,3,5-tetraethoxypropane(TEP)으로 표준화된 표준곡선에 의하여 최종 TBA값을 구하였다.

### 휘발성염기태 질소화합물(volatile basic nitrogen, VBN)의 함량

휘발성염기태 질소화합물은 conway 용기를 이용한 미량 확산법으로 측정하였다(14). 소시지시료 10 g을 증류수 90 mL와 균질화한 다음 여과하여 100 mL로 맞춘 후 여과액 1 mL를 conway 용기 외실에 투입하고, 0.01 N 붕산용액을 내실에 넣고, conway 용기 1 mL를 내실에 투입하고 탄산칼륨용액을 다시 외실에 투입한 후 배양기에서 37°C에서 2시간 동안 반응시키고 표준화된 0.01 N 황산용액으로 적정하여 휘발성염기태 질소화합물의 양(mg%)을 구하였다.

### 조직검사(textural profile analysis)

Bourne(15)의 방법으로 Texture meter(TA-XT2, Stable

Micro System, Hasemere, England)를 이용하여 부서짐성(fracturability), 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 저작성(chewinwss), 및 검성(gumminess) 등을 측정하였다. 볼로나 소시지를 약 13 mm의 높이로 균일하게 자른 후 5 N load cell을 이용하여 2번물림(two-cycle compression)으로 원래 높이의 약 75%정도 가압하고, 500 mm/min의 crosshead speed와 100 mm/min의 chart speed를 이용하여 조직검사를 실시하였다.

### 미생물 검사(microbiological tests)

젖산나트륨의 첨가량에 따른 미생물의 저장효과를 측정하기 저지방 볼로나를 냉장 저장 중 1, 2, 4, 6, 8주일 간격으로 총균수(plate count agar, Difco, Ltd, USA)와 대장균군 검사(violet red bile agar, Difco, Ltd, USA)를 실시하고 그 결과는 log CFU/g으로 표기하였다.

### 실험디자인 및 통계처리

Sodium lactate(SL, Purasal<sup>®</sup> S, Purac Ltd, Gorinchem, The Netherlands)의 양을 0~3%(60% SL solution, 0, 1.67, 3.33 and 5.0%) 수준으로 첨가하여 저지방 볼로나를 제조하고 진공포장시킨 후 약 8주간 냉장 저장 중(4°C) 물리화학적 및 미생물학적 변화를 측정하였다. 본 실험은 3회 반복하여 실시하였고 실험디자인은 4(SL 첨가수준)×6(냉장저장기간)의 이원배치법(two-way ANOVA)을 이용하였으며 통계처리는 SAS(16)에 의한 젖산나트륨 첨가수준과 저장기간간의 상호관계(interaction)의 유의차를 구하였고, 상호관계의 유의차가 발견되면(p<0.05) 젖산나트륨과 저장기간별로 나누어서 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 실시하였고, 상호관계의 유의차가 없으면(p>0.05) 각 젖산나트륨의 함량과 저장기간별로 종합한 결과에 대한 분산분석을 실시하고, 분산분석 후 유의차가 발견되었을 때 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 원료돈육의 품질 특성

저지방육제품에 사용된 원료돈육(햄부위)의 품질은 저지방육제품의 최종제품에 매우 큰 영향을 미치므로 측정된 원료육의 살코기와 대조구의 제조를 위한 지방의 성상은 Table 3과 같다. 원료육의 살코기부분은 pH가 5.86 사이를 나타내

**Table 3. Raw meat evaluation for the manufacture of low-fat bolognas**

Parameters	Lean trimmings Mean <sup>1)</sup> ±SD	Fat trimmings Mean±SD
pH	5.86±0.07	6.69±0.12
Moisture (%)	76.30±1.50	15.08±1.62
Fat (%)	3.54±0.68	83.24±2.09
Protein (%)	20.60±0.16	2.89±0.30

<sup>1)</sup>Mean: mean values of triplicates.

었고, 돈육 등지방(back fat)의 pH는 살코기보다 높아 약 6.69 사이를 나타내었다.

**젓산나트륨과 지방대체제를 첨가한 저지방볼로냐의 품질 특성**

Chin 등(17)의 방법에 따라 항온조에서 가열하여 최종제품의 중심온도가 71.7°C가 되었을 때 가열을 종료하였고 얼음물에서 4°C정도까지 급냉시킨 후 품질분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다. pH는 저지방이나 기존의 유화형 볼로냐의 경우 차이를 나타내지 않았으나, 젓산나트륨의 첨가수준이 증가할수록 pH가 증가하는 경향을 보여 젓산나트륨을 5% 첨가했을 경우 pH가 6.25로 무첨가구에 비하여 높았다( $p < 0.05$ ). 하지만 젓산나트륨의 처리구와 무처리구간의 pH의 유의차이는 0.1 미만으로 이전 연구자들(5,9)의 보고와 마찬가지로 실제적으로는 큰 차이를 보이지는 않았다. 또한 이러한 결과는 우육을 이용하여 저지방소시지를 개발하였던 Bloukas 등(9)과 Chin 등(17)의 결과와 비교하여 볼 때 pH가 다소 낮았는데 그 이유는 본 실험에서는 원료육으로 돈육의 비인기 부위인 햄부위로 제조한 것과 첨가물의 차이에서 비롯된 결과로 사료된다(Table 4). 수분활성도는 기존의 유화형볼로냐나 저지방볼로냐 모두 0.950~0.955 범위였고 젓산나트륨의 첨가에 따른 차이는 뚜렷하게 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 젓산나트륨의 첨가에 따른 수분활성도의 감소는 이전의 몇몇 연구자들(18,19)에 의하여 보고되었는데, 본 연구에서는 젓산나트륨의 첨가에 의하여 수분활성도가 60% 젓산나트륨용액을 5%첨가시 0.02정도 낮았으나(Table 4), 유의차를 나타낼 만큼 큰 차이는 아니었다. 본 실험에서는 젓산나트륨의 첨가로 인한 염의 증가를 방지하기 위하여 젓산나트륨의 첨가량에 따른 식염의 양을 10% 낮춤으로써 젓산나트륨의 증가에 의한 상대적인 염의 함량을 조절하였고 따라서 염의 농도의 증가에 의한 수분활성도의 감소는 나타나지 않은 것으로 사료된다. 따라서 Bloukas 등(9)에서 보고된 것과 같이 관능검

사에서 젓산나트륨의 첨가에 의한 염도의 증가를 방지할 수 있으리라 사료된다. 일반분석 결과에서는 유화형 볼로냐가 약 60%의 수분, 22%의 지방 및 12.4%의 단백질함량을 나타낸 반면, 저지방 볼로냐에서는 젓산나트륨의 첨가수준에 관계없이 73~76%, ~2% 지방 및 14~15%의 단백질 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 우육의 우둔부위와 konjac flour-carrageenan-starch 혼합물을 저지방대체제로 사용하여 저지방 볼로냐를 제조했던 Chin 등(17,20)의 결과와는 흡사하나, olive oil을 첨가한 9%의 지방을 갖는 저지방 소시지는 27%의 지방을 갖는 기존의 육제품에 비하여는 수분함량이 낮아졌고 염지액의 농도가 낮아졌다고 보고한 Bloukas 등(9)의 결과와는 다소 차이를 보이고 있다. 본 실험에서는 기존의 유화형 소시지의 22%의 지방함량을 3% 이하로 감소시켰고, 감소된 지방함량을 수분과 konjac-carrageenan-soy protein의 혼합지방대체제로 대체되었으며, 단백질 함량은 14~15%로 고정하였다. 이전의 Bloukas 등(9)의 결과는 9~11%의 지방함량, 13~15%의 단백질과 66~70%의 수분을 포함하였으며 3%이상의 전분이 최종제품에 포함되었다. 우리나라의 경우 저지방식품에 대한 규정이 명확하게 구분되어 있지 않으나, 미국농무성의 식품규정집에 따르면 총 지방량이 원래의 지방함량에서 25% 이상 감소하였을 때 “감소된 지방(reduced-fat)”, 최종 지방함량이 3%이하일 경우 “저지방(low-fat)” 및 0.5% 이하일 경우 “무지방(no-fat)”제품으로 분류된 것을 비추어 볼 때(21), 본 연구에서 제조된 육제품은 저지방 식육제품으로 분류될 수 있다. 특히, 국내에서 신선육으로 잘 소비되지 않는 돈육의 비인기 부위인 햄부위를 이용하여 제조하였으며 이전에 국내에서 제조된 저지방 육제품들, 예를 들면 Moon 등(22,23)의 15% 지방을 함유한 저지방소시지와, 국외의 Bloukas 등(9)의 9~11%의 지방을 갖는 육제품과는 차별화된 고급 저지방 육제품이다. 특히 최종제품의 지방함량이 3% 이하가 되기 위하여 원료육의 지방도가 급적 저지방(<4%)이어야 한다는 사실을 보여주고 있다(Tables 3, 4). 한편 수분과 단백질의 비율(moisture : protein ratio, M : P ratio)은 저지방 소시지의 품질평가의 중요한 기준이며(24), 본 연구에서는 저지방제품의 경우 첨가한 konjac flour-carrageenan-soy protein(1 : 1 : 3)의 지방대체제가 수분을 흡수하고 겔을 형성하여 수분과 단백질의 비율이 유화형 볼로냐보다 높은 경향을 보여주었다.

**젓산나트륨 첨가에 따른 저지방볼로냐의 품질 및 저장안정성**

통계처리에 의한 분산분석을 종합한 한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같이 보수력의 측정을 위하여 사용되는 유리수분량(expressible moisture, %)을 제외하고, 젓산나트륨의 첨가수준과 저장기간간의 상호관계에 유의차가 없으므로( $p > 0.05$ ) 본 실험에서 얻은 결과는 젓산나트륨의 첨가량에 따라(Table 6) 또는 냉장기간 별로(Table 7) 모두 종합하여 나타내었다.

**Table 4. pH, water activity ( $A_w$ ) and chemical compositions of low-fat bologna as compared to the regular counterpart**

Parameters	CTL <sup>1)</sup>	Sodium lactate level (%)				
		0	1.67	3.33	5.00	
pH	Mean	6.16 <sup>b2)</sup>	6.17 <sup>b</sup>	6.18 <sup>ab</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	6.25 <sup>a</sup>
	SD	0.05	0.02	0.06	0.02	0.01
$A_w$	Mean	0.950	0.954	0.954	0.954	0.952
	SD	0.004	0.007	0.011	0.009	0.007
Moisture	Mean	60.1 <sup>b</sup>	76.0 <sup>a</sup>	74.2 <sup>a</sup>	74.9 <sup>a</sup>	73.7 <sup>a</sup>
	SD	3.12	2.56	3.14	0.50	0.87
Fat	Mean	22.0 <sup>a</sup>	2.02 <sup>b</sup>	1.97 <sup>b</sup>	2.18 <sup>b</sup>	2.12 <sup>b</sup>
	SD	1.24	0.09	0.21	0.06	0.07
Protein	Mean	12.4 <sup>b</sup>	15.1 <sup>a</sup>	14.9 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	14.1 <sup>a</sup>
	SD	0.84	0.67	0.81	0.17	0.31
M : P ratios	Mean	4.85	5.03	4.98	5.17	5.23

<sup>1)</sup>CTL: regular-fat bologna (~20% fat).  
<sup>2)</sup>Means with same row having the same superscript are not different ( $p > 0.05$ ).

**Table 5. Analysis of variance (F-values) on the effect of sodium lactate levels on physicochemical, textural and microbiological properties of low-fat bologna during refrigerated storage**

Parameters	Source of variance		
	Sodium lactate (Factor, A)	Storage time (Factor, B)	Interactions (A×B)
pH	2.02	1.09	0.20
Water activity	0.34	0.78	0.21
Expressible moisture (%)	13.62**	7.17**	2.21**
Vacuum purge	1.98	65.33**	0.78
Hunter L <sup>1</sup>	1.35	0.16	0.13
Hunter a <sup>2</sup>	0.87	1.67	0.93
Hunter b <sup>3</sup>	0.50	0.87	0.52
Fracturability	22.3**	0.69	1.66*
Hardness	16.55**	1.53	0.64
Cohesiveness	1.82	1.92	0.58
Gumminess	12.2**	0.78	0.73
Chewiness	18.2*	2.63	1.12
Total plate counts (Log CFU/g)	7.98**	28.43**	1.83
Thiobarbituric acid value (TBA)	8.15**	1.09	1.34
Volatile basic nitrogen (VBN)	1.58	3.51**	1.58

\*Significant at  $p < 0.1$ ; \*\*Significant at  $p < 0.05$ .

기능성 검사에서는 젤산나트륨의 첨가량이 증가할수록 유리수분의 양이 증가하여 보수력이 낮은 결과를 나타내었으나, 진공감량은 저지방 볼로나의 지방감소를 지방대체제와 수분함량의 상승으로 인하여 저지방제품이 수분의 함량이 많아짐에 따라 높았고, 특히 유화형 볼로나는 60% 젤산나트륨용액의 5.0% 첨가구와 유의차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만, 저지방볼로나는 수분의 함량이 기존의 유화형 육제품에 비하여 13~15%가 높았고(Table 4) 가열 중 수분감량은 오

히려 낮았으며 젤산나트륨의 첨가량에 따라서는 차이를 보이지 않았다. 따라서 konjac flour, carrageenan 및 soy protein을 혼합한 지방대체제가 기존의 유화형 볼로나에 비하여 가열수율에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 한편 색도검사에서는 기존의 유화형 볼로나의 백색도, 적색도 및 황색도 모두 저지방소시지와 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ). 조직검사에서서는 부서짐성과 응집성을 제외하고는 기존의 유화형 볼로나가 저지방 볼로나보다 낮게 나타났으며, 젤산나트륨의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 본 실험에서는 일정한 수분양에 젤산나트륨의 첨가에 따른 차이를 측정하였으나, Bloukas 등(9)은 수분의 양 대신 60%의 젤산나트륨을 대체함으로써 결국 젤산나트륨의 첨가량만큼 수분의 함량이 감소하여, 경도는 차이를 보이지 않았으나 피막강도(skin strength)는 증가한다고 보고하였다. 한편 저지방볼로나의 경우 기존의 유화형보다 조직감이 높은 것은 첨가한 원료육의 함량이나 지방대체제의 함량을 줄이고 첨가할 수분의 양을 증가시켰으므로 기존의 유화형 육제품과 유사한 성상을 나타낼 수 있으리라 사료된다(24).

저장 중의 품질변화로는 지방의 산패(TBA)와 단백질의 변패(VBN) 및 미생물검사를 측정하였고, 젤산나트륨의 첨가량이 증가할수록 TBA 값은 감소( $p < 0.05$ )하였으나, 단백질의 품질에는 변화가 없었다. 대개 3% 이하의 저지방볼로나의 지방 산패는 큰 문제가 되지 않을 것으로 사료되며 그 결과 본 실험의 경우 젤산나트륨에 따른 TBA 값의 차이는 미미하였다. 본 실험의 결과 기존의 유화형 육제품이나 저지방볼로나 모두 초기 오염도는  $10^{2-3}$  CFU/g으로 나타났고, 8주간 냉장저장 중 총균수의 평균값이  $10^{3-4}$  CFU/g 범위로 냉장기간 중이나 종료시 모두 가식부위에 있는 것으로 나타났다. 저지방볼로나의 경우 젤산나트륨의 첨가량이 증가함에 따라서

**Table 6. Physico-chemical, textural properties and shelf-life effect of low-fat bolognas as affected by the addition of sodium lactate compared to the regular bologna**

Parameters	CTL <sup>1)</sup>	Sodium lactate level (%)			
		0	1.67	3.33	5.00
pH	6.16 <sup>b2)</sup>	6.17 <sup>b</sup>	6.18 <sup>ab</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	6.25 <sup>a</sup>
Water activity (Aw)	0.950	0.954	0.954	0.954	0.952
Expressible moisture (%)	33.4 <sup>b</sup>	31.2 <sup>c</sup>	32.0 <sup>bc</sup>	35.5 <sup>a</sup>	36.4 <sup>a</sup>
Vacuum purge (%)	3.18 <sup>b</sup>	3.29 <sup>ab</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	3.51 <sup>ab</sup>	3.95 <sup>a</sup>
Cooking loss (%)	2.89 <sup>a</sup>	0.77 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>	0.87 <sup>b</sup>	1.01 <sup>b</sup>
Hunter L <sup>*</sup>	71.7	66.0	65.3	66.5	67.1
Hunter a <sup>*</sup>	16.7	12.0	11.8	11.8	12.4
Hunter b <sup>*</sup>	7.41	6.62	7.09	7.24	7.64
Fracturability	3304 <sup>c</sup>	3787 <sup>c</sup>	4381 <sup>b</sup>	4768 <sup>ab</sup>	5132 <sup>a</sup>
Hardness	3390 <sup>c</sup>	4447 <sup>b</sup>	4757 <sup>ab</sup>	5117 <sup>a</sup>	5251 <sup>a</sup>
Cohesiveness	0.22	0.25	0.23	0.24	0.24
Gumminess	682 <sup>b</sup>	1072 <sup>a</sup>	1014 <sup>a</sup>	1176 <sup>a</sup>	1186 <sup>a</sup>
Chewiness	609 <sup>d</sup>	990 <sup>a</sup>	977 <sup>a</sup>	1052 <sup>a</sup>	1080 <sup>a</sup>
Total plate counts (log CFU/g)	2.97 <sup>ab</sup>	3.05 <sup>a</sup>	2.97 <sup>ab</sup>	2.65 <sup>b</sup>	2.67 <sup>b</sup>
Thiobarbituric acid value	0.066 <sup>ab</sup>	0.094 <sup>a</sup>	0.047 <sup>bc</sup>	0.032 <sup>cd</sup>	0.011 <sup>d</sup>
Volatile basic nitrogen	4.41	4.92	4.32	4.61	4.71

<sup>1)</sup>CTL: regular-fat bologna (~20% fat).

<sup>2)</sup>Means with same row having the same superscript are not different ( $p > 0.05$ ).

Table 7. Mean values for physico-chemical, textural properties and shelf-life effect of low-fat bolognas as affected by the storage time

Parameters	Storage time (weeks)					
	0	1	2	4	6	8
pH	6.20	6.18	6.16	6.25	6.19	6.10
Water activity	0.953	0.954	0.956	0.949 <sup>d</sup>	0.950	0.952
Expressible moisture (%)	30.5 <sup>b1)</sup>	33.3 <sup>a</sup>	35.2 <sup>a</sup>	34.5 <sup>b</sup>	33.5 <sup>a</sup>	35.3 <sup>a</sup>
Vacuum purge	-	1.46 <sup>c</sup>	1.73 <sup>c</sup>	4.13	4.77 <sup>a</sup>	5.17 <sup>a</sup>
Hunter L* (lightness)	65.7	67.0	67.2	67.9	68.0	68.1
Hunter a* (redness)	11.4	11.7	10.9	11.6	12.7	12.6
Hunter b* (yellowness)	7.26	6.79	6.45	7.21	7.73	7.73
Fracturability	4383	4288	4414	3988	4211	4283
Hardness	4871 <sup>a</sup>	4804 <sup>ab</sup>	4887 <sup>a</sup>	4350 <sup>ab</sup>	4245 <sup>b</sup>	4524 <sup>ab</sup>
Cohesiveness	0.22 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.25 <sup>a</sup>
Gumminess	960	1062	1001	1102	1060	973
Chewiness	860 <sup>b</sup>	923 <sup>b</sup>	1082 <sup>a</sup>	980 <sup>ab</sup>	891 <sup>b</sup>	915 <sup>b</sup>
Total plate counts (log CFU/g)	2.59 <sup>b</sup>	2.69 <sup>b</sup>	2.79 <sup>ab</sup>	2.82 <sup>ab</sup>	3.01 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>
Thiobarbituric acid value	0.04	0.04	0.06	0.06	0.04	0.08
Volatile basic nitrogen	3.80	3.26	3.39	3.35	3.06	3.51

<sup>1)</sup>Means with same row having the same superscript are not different (p>0.05).

총균수가 감소하는(p<0.05) 경향을 보였고, 무첨가구는 10<sup>3</sup> CFU/g 이상인 반면 첨가구는 모두 10<sup>3</sup> CFU/g 이하로 나타났다. 젖산나트륨의 첨가량이 3.3% 이상일 경우 무첨가구에 비하여 유의차(p<0.05)를 나타냈다(Table 6). 따라서 이러한 결과는 첨가한 지방대체제가 냉장기간 중 수분을 유지시키지 않고 수분을 잘 보유하고, 젖산나트륨의 미생물억제 작용에 의한 것으로 판단된다. 또한 젖산나트륨에 특이적으로 저항을 받는 병원성미생물의 검정을 위해서는 특정미생물을 일정균수(10<sup>3</sup> CFU/g)를 볼로나 소시지에 접종하여 저장실험을 하는 것이 더욱 효과적일 것으로 사료된다.

냉장저장기간에 따른 저지방볼로나의 품질 및 저장안정성 저장기간에 따른 기존의 유화형과 저지방볼로나의 품질 및 저장성의 결과를 모두 종합한 결과는 Table 7과 같다. 저장기간이 증가할수록 유리수분량과 진공감량이 증가하여 보수성이 감소하였고, 이에 따른 조직감도 감소하는 경향을 보였으며, 총균수는 증가하는 경향을 보였다(Table 7). 냉장저장 중 지방산패(TBA)나 단백질의 변패(VBN)와 같은 화학적인 변패는 본 실험에서 뚜렷이 나타나지 않았으며(p>0.05) 미생물의 변화도 저장 6주째부터 유의차(p<0.05)를 나타내었으나, 비가식범위에 들 정도로 심하게 부패하지 않았다. 이와 같은 결과는 기존의 2% 젖산나트륨을 첨가하였을 경우 첨가하지 않은 처리구에 비하여 4주 이후부터 차이를 보여 저장성을 증가시켰다고 보고한 Bloukas 등(9)의 결과와 다소 차이가 있는데, 그들의 제품에서 지방함량은 9%이고 olive oil을 첨가하여 제조하였을 뿐 다른 지방대체제는 첨가하지 않았다. 따라서 총균수의 변화는 젖산나트륨의 첨가와 지방대체제에 의한 수분유리의 방지가 또한 중요한 요인이라고 사료된다.

요 약

젖산나트륨과 복합지방대체제가 저지방 볼로나의 품질과

냉장 중 저장안정성에 미치는 영향에 관하여 조사하였다. 유화형 볼로나를 대조구로 하여 일반성분을 분석한 결과 수분 60%, 지방 22% 및 단백질 함량이 12.4%를 함유하는, 반면 저지방 볼로나는 수분 73~76%, 지방 ~2% 및 단백질함량이 14~15%로 기존의 유화형 볼로나에 비하여 고단백, 저지방 소시지이었다. 저장 중 유화형 및 저지방(<3%) 볼로나의 유리수분량과 진공감량이 증가함에 따라 조직의 경도가 감소하였고(p<0.05), 총균수는 증가하였으나, 냉장 8주에 모두 가식 부위에 있었다. 젖산나트륨과 지방대체제를 첨가한 저지방 볼로나가 기존의 유화형 볼로나에 비해 가열 감량이 낮았으며(p<0.05) 경도를 비롯한 조직감은 높았다. 저지방 볼로나는 젖산나트륨의 첨가량이 증가할수록 유리수분량과 경도가 증가하였고, TBA값은 오히려 낮은 결과를 보여주었다. 냉장저장 중 젖산나트륨의 첨가에 따른 총균수에 영향이 나타났으며, 3.3% 젖산나트륨을 첨가한 처리구는 처리하지 않은 처리구보다 미생물의 성장억제 작용이 현저했다. 결론적으로 복합 지방대체제를 첨가한 저지방 볼로나의 젖산나트륨의 첨가량에 따라 품질에 영향을 미쳤으며, 총균수와 TBA 값을 낮출 수 있었다. 차후의 연구로 저지방 소시지에서 오염될 수 있는 *Listeria monocytogenes* 등과 같은 특정균을 일정균수(10<sup>3</sup> CFU/g) 접종함으로써 젖산나트륨의 특정미생물억제 효과에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Anders, P.J., Milkowski, A.L. and Cereveny, J.G. : A food

- stuff containing a lactate salt. *European Patent Application*. EP 0 230 122 A2 (1987)
2. Maas, M.R., Glass, K.A. and Doyle, M.P. : Sodium lactate delays toxin production by *Clostridium botulinum* in cook-in-bag turkey products. *Appl. Environ. Microbiol.*, **55**, 2226-2229 (1989)
  3. Lamkey, J.W., Leak, F.W., Tuley W.B., Johnson, D.D and West, R.L. : Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, **56**, 220-223 (1991)
  4. Jin, S.G., Kim, J.S., Park, T.S., Lee, J.I., Shin, T.S. and Park, G.B. : Effect of sodium lactate addition and lactic acid dipping on the shelf-life of vienna sausage. *Korean J. Anim. Sci.*, **37**, 418-426 (1995)
  5. Shelof, L. and Yang, Q. : Growth supression of *Listeria monocytogenes* by lactate in broth, chicken, and beef. *J. Food Prot.*, **54**, 283-287 (1991)
  6. Sofos, J. : *In proceeding of ECCEMAMST Course*. June, Athens, Greece, p.25-28 (1995)
  7. Keeton, J.T. : Low-fat meat products - Technological problems with processing. *Meat Sci.*, **36**, 261-276 (1994)
  8. Bradford, D.D., Huffman, D.L., Egbert, W.R. and Jones, W.R. : Low-fat fresh pork sausage patty stability in refrigerated storage with potassium lactate. *J. Food Sci.*, **58**, 488-491 (1993)
  9. Bloukas, J.G., Paneras, E.D. and Fournitzis, G.C : Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. *Meat Sci.*, **45**, 223-238 (1997)
  10. Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. and Lamkey, J.W. : Functional, textural and microstructural properties of low-fat bologna (model system) formulated with a konjac blend. *J. Food Sci.*, **63**, 801-808 (1998a)
  11. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 16th ed., AOAC International, Washington, DC (1995)
  12. Jauregui, C.A., Regenstein, J.N. and Baker, R.C. : A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *J. Food Sci.*, **46**, 271-273 (1981)
  13. Ziper, M.W. and Watts, B.M. : A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meat. *Food Technol.*, **16**, 102-104 (1962)
  14. Pharmaceutical Society of Japan : *Standard methods of analysis for hygienic chemists*. Tokyo, p.13 (1980)
  15. Bourne, M.C. : Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**, 62-66, 72 (1978)
  16. SAS Institute Inc. : *SAS User's Guide*. Statistcal Analysis System, Cary, NC. (1989)
  17. Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. and Lamkey, J.W. : Utilization of soy protein isolate in a low-fat bologna model system with two level and two types of konjac blends. *J. Food Sci.*, **63**, 801-808 (1999)
  18. Debvere, J.M. : Extended shelf-life from lowered Aw and growth inhibition of lactic acid bacteria by sodium lactate. *Fleishwirtschaft*, **69**, 223-227 (1989)
  19. Hammer, G.F. and Wirth, F.D. : Iminution of water activity (Aw) in liver sausage. *Proc. Eur. Meat. Res. Workers*, No 31, 6.46. p.610 (1985)
  20. Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. and Lamkey, J.W. : Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacement in a low-fat bologna. *J. Food Sci.*, **65**, 756-763 (2000)
  21. United States Deptatment of Agriculture (USDA) : Nutrient content claim for fat, fatty acids, and cholesterol content of meat products, subpart G-Cooked sausage. Codes of federal Regulations, Title 9, Pt 317. 362. Office of federal Register, National Archives and Records Administration, GSA, Washington DC (1996)
  22. Moon, J.D., Park, G.B., Lee, H.G., Kim, Y.G., Jin, S.K., Lee, I.K., Shin, T.S. and Song, D.J. : Effects of seed oils, water and carrageenan on the sensory properties of low-fat sausages during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **16**, 121-126 (1996)
  23. Moon, J.D., Park, G.B., Kim, J.S., Park, T.S., Lee, I.K., Shin, T.S. and Song, D.J. : Effects of seed oils, water and carrageenan on the texture property of low-fat sausages during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **16**, 127-133 (1996)
  24. Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. and Lamkey, J.W. : Low-fat bologna in a model system with varying types and level of konjac blends. *J. Food Sci.*, **63**, 801-808 (1998b)

(2001년 8월 4일 접수)