



## 저지방 기능성 발효소시지의 제조를 위한 복합 유산균주의 이용

김영주 · 이홍철 · 박성용 · 박선영 · 오세종 · 진구복\*

전남대학교 동물자원학부 및 농업과학기술연구소

## Utilization of Probiotic Starter Cultures for the Manufacture of Low-fat Functional Fermented Sausages

Young J. Kim, Hong C. Lee, Sung Y. Park, Sun Y. Park, Sejong Oh, and Koo B. Chin\*

Department of Animal Science and Institute of Agricultural Science and Technology,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

### ABSTRACT

This study was performed to evaluate the physico-chemical properties of fermented sausages containing probiotic starter cultures (LK-30 plus, *Lactobacillus plantarum* 155 and 167, and *Pediococcus damnosus* L12) with reduced fat levels, and to determine the optimum condition for the manufacture of these products. Although low-fat fermented sausages were reduced fat content at the amount of 90% and the ripening time by 1-2 weeks, as compared to regular-fat counterpart, they became harder and had many wrinkles outside due to the extreme drying. In addition, fat level in fermented sausages affected the composition and shear force values. During ripening, pH, lightness and yellowness values tended to decrease, however, microbial counts of inoculated lactic acid bacteria were increased up to  $10^8$ - $10^9$  cfu/g within 3 days and remained constant thereafter. Low-fat fermented sausages had higher microbial counts than regular-fat ones. Although the inoculated probiotic starter cultures alone had the functional properties, such as cholesterol reduction, anti-high blood pressure and antimicrobial activity, they did not have distinctive characteristics in the fermented sausages. Based on these results, the low-fat fermented sausages were successfully manufactured, but a little bit increased fat level and improved functional properties in the fermented sausages would be required to have better quality as compared to regular-fat counterparts.

**Key words :** physico-chemical properties, low-fat fermented sausages, probiotic starter culture, fat levels, functional properties

### 서 론

현대인들의 소비형태가 식품의 양보다는 질을 우선시하고 맛있는 식품보다는 건강에 이로운 식품을 추구하게 되었으며, 영양적으로 완벽한 식품을 섭취하려는 경향으로 변화하고 있다(정, 2001; Kim, 2004). 소비자들이 비만, 동맥경화, 고혈압과 같은 성인병을 유발시킬 수 있는 식품의 섭취를 기피하고 건강지향적인 식품을 추구하게 됨에 따라, 육제품에서는 첨가물로 쓰이는 지방의 과잉섭취를 줄이기 위해 저지방 건강 육제품에 관심이 집중되고 있다. 특히 발효소시지는 약 30% 이상의 지방을 함유하는 육제품으로, 제품 내에서 지방은 다양한 향미 화합물들의 전

구체로 알데하이드, 케톤, short-chain fatty acids와 같은 화합물들을 생성하고(Lücke, 1985), 특히 free amino acids는 발효소시지의 휘발성 화합물의 전구체로서 숙성 중 향미에 많은 기여를 한다. 하지만 발효소시지 제조 후 발효 및 건조 단계를 거치면서 발생하는 무게감량에 의해 발효소시지 내의 지방함량과 미생물적인 안전성을 위해 첨가되어지는 식염은 상대적으로 증가하여 소비자들에게 기피되어지고 있다. 이러한 추세에 맞춰 Papadima와 Bloukas (1999)는 지방함량을 10, 20, 30%의 수준으로 나눠 발효소시지를 제조한 결과 10%의 지방을 감소시킨 20%의 지방을 함유하는 발효소시지가 관능검사에서 가장 높은 점수를 가졌다고 보고하였으며, Mendoza 등(2001)은 inulin을 첨가하여 저지방 발효소시지를 제조한 결과 조직감, 연도, 그리고 탄력성 등에 있어서 전체적으로 선호도가 높았다고 발표하였다. 이와 같이 발효소시지의 지방을 감소시키기 위한 연구가 많이 행해지고 있으며, 이는 과도한

\*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

지방첨가에 따른 선호도 감소와 건강에 대한 우려를 완화시킬 수 있지만, 고기첨가량의 증가에 따른 생산 비용 증가와 숙성동안의 많은 수분의 손실, 그에 따른 제품의 경화와 표면에 주름을 발생시킬 수 있기 때문에 이러한 단점을 최소화할 수 있는 연구들이 요구되어지고 있는 실정이다.

한편, 유산균 작용에 의해 당을 분해하면서 고기의 이화학적 변화가 지속적으로 일어나는 발효는 유산균주를 접종함으로써 당 분해, 젖산 생성과 pH 저하를 촉진시키며, 향기를 증진시키는 효과 등을 볼 수 있다. 또한 맛과 위생적인 안전성 증진과 더불어 건강에 좋은 식품을 생산하기 위해 기능성 유산균주를 발효소시지에 이용하는 연구가 수행되어지고 있다. Erkkila 등(2001)은 *Lactobacillus rhamnosus*를 유산균주로 이용하여 소시지들을 발효시킨 결과 젖산균은 초기 7 log cfu/g 수준에서 숙성기간 동안 8-9 log cfu/g에 도달하였고, pH는 5.6에서 4.9-5.0으로 감소하였으며 biogenic amine의 농도가 감소하였다고 보고하였다. Kaban과 Kaya(2006)는 starter A(*Pediococcus acidilactici* + *L. curvatus* + *Staphylococcus xylosus*)와 starter B(*L. sakei* + *S. carnosus*)를 유산균주로 접종한 결과 숙성기간 동안 *S. aureus*의 성장이 두드러지게 감소하는 효과가 나타났다는 연구결과를 발표하였으며, Urso 등(2006)은 자연발효소시지로부터 bacteriocin sakacin P를 생성하는 *L. sakei*를 분리하여 특성을 살핀 결과, 상업적 유산균주로 만든 발효소시지에 비해 선호도가 높게 나타났다고 보고하였다. Papamanoli 등(2003)은 자연 건조발효소시지로부터 분리한 lactic acid bacteria 중에 *L. sakei*, *L. curvatus* 그리고 *L. plantarum*계 균주들이 *S. aureus*를 억제하였다고 보고하였다. 이와 같은 기능성 효과를 주는 probiotic 균주를 이용한 기능성 발효 소시지의 개발은 건강적인 측면뿐만 아니라 제품의 경쟁력을 위해 필요하다. 따라서 본 연구는 과량의 지방을 감소시킨 발효소시지의 개발을 위해 대두단백질을 지방대체제로 사용하여 저지방 발효소시지를 제조하고, 일반 고지방 발효소시지의 제품과의 품질비교를 통해 대두단백질의 이용가능성을 평가하기 위해 실시하였으며(실험 1), 이러한 발효소시지에 기능성을 부여하기 위하여 고지방을 함유하고 있는 발효소시지에는 콜레스테롤 저하 효능을 갖는 유산균주를, 대두단백질을 이용한 지방대체제를 사용하여 만든 지방감소 발효소시지에는 항고혈압 활성과 *S. aureus*에 대한 항균능력을 갖는 유산균주를 접종하여 숙성 기간 동안 제품의 품질 및 기능성을 각각의 대조구와 비교하여 평가하였다(실험 2).

## 재료 및 방법

### 공시재료

국내산 돈육의 후지(ham)를 식육도매점에서 구입하여

외부지방과 결체조직을 제거하고, 지방은 외부 오염된 부위를 제거하여 정육면체(3 cm<sup>3</sup>)로 자른 후 내생하는 *Trichinella spp.*를 불활성화시키기 위하여 위해 약 2주간 -20°C에서 동결시켰다. 지방은 0.32 cm의 만육판이 장착된 분쇄기(M-12s, 한국후지 플랜트(주), Busan, Korea)로 만육하여 -5°C에서 이용 전까지 동결하였다. 유산균은 Gewuerzmüller사(Germany)의 LK-30 plus(*Lactobacillus sake* + *Staphylococcus carnosus* + *Micrococcus varians*의 혼합균주)와 cholesterol 흡착활성이 높은 *L. plantarum* L155, ACE 저해 펩타이드를 생산하는 *L. plantarum* L167, 박테리오신을 생산하는 *Pediococcus damnosus* L12를 선별하여 본 실험에 이용하였다(Han et al., 2006b).

### 발효소시지의 제조

#### 1) 실험 1: 저지방 발효소시지 제조

고지방 발효소시지는 원료육에 30%의 지방과 함께 식염(2.5%), 아질산염(0.02%), 질산염(0.015%) 등의 염지제 및 향신료(pepper 0.3%와 coriander 0.05%)를 첨가하여 혼합하였고(총 3 kg), 저지방 발효소시지에는 지방 대신 증류수와 대두단백질을 1:4 비율로 수화시킨 지방대체제를 첨가하였다(Table 1). 고지방과 저지방 발효소시지 대조구(regular-fat fermented sausage; RFC, low-fat fermented sausage; LFC)에는 probiotic 기능이 있는 Gewuerzmüller사의 LK-30 plus를 10<sup>5-6</sup> cells/g 수준으로 접종하였다. 잘 균질화된 혼합물은 진공포장기(600MX, 태백, Yongin, Korea)를 이용해 공기를 제거하고 fibrous casing(지름, 4.5 cm)에 충전하여 Chin 등(1991)의 발효소시지의 제조 공정에 따라 숙성을 실시하였다. 숙성조건은 발효 기간동안(숙성 0-3일) 단계적으로 감소시켜 22-21°C, 습도 85-93%를 맞춰주었고, 숙성 3일째 훈연기(NU-vu, ES-13, Food System, USA)를 이용하여 약 40°C로 훈연을 실시하였다. 훈연 후, 숙성 4-21일까지 15°C, 80%의 습도를 유지하였다. 제조 후 0, 2, 3, 7, 14, 및 21일에 시료를 채취하여 품질을 평가하였으며, 초기 무게로부터 약 30% 감량이 일어나는 지점을 제품의 최종일로 간주하였다.

#### 2) 실험 2: 복합 유산균주를 이용한 기능성 발효소시지 제조

실험 1과 동일한 방법으로 제조한 고지방 발효소시지 대조구(RFC)와 저지방 발효소시지 대조구(LFC)에는 commercial starter culture인 LK-30 plus를 실험 1과 동일하게 원료육 g당 10<sup>5-6</sup> cells 수준으로 접종하였다. 그리고 콜레스테롤 저하활성을 갖는 기능성 유산균주 *L. plantarum* L155를 고지방 발효소시지 처리구(RFT)에 접종하였으며, 항고혈압 활성을 갖는 *L. plantarum* L167과 박테리오신을 생성하는 *P. damnosus* L12를 저지방 발효소시지에 각각

접종하였다(LFA, LFT). 그리고 LFT에는 *S. aureus*를 원료 육 g당  $10^{5.6}$  cells 수준으로 접종하여 숙성기간동안의 *S. aureus*의 성장을 평가하였다. 제조된 발효소시지는 실험 1과 동일한 방법으로 숙성시켰으며, 제품평가는 감량의 속도를 고려하여 고지방 발효소시지는 0, 2, 3, 7, 14 및 21일에, 저지방 발효소시지는 0, 2, 3, 7 및 14일에 실시하였다.

### 발효소시지의 품질 분석

#### 1) pH 측정

고체용 pH meter(Mettler Toledo MP120, Schwarzenbach, Switzerland)로 발효소시지의 다른 부위를 5회 반복 측정하였다.

#### 2) 일반성분

수분, 지방, 단백질 성분을 AOAC(1995)에 따라 분석하였다. 수분함량은 dry-oven법(102°C, 16시간 건조), 단백질 함량은 kjeldahl법(Kjeltech auto system, Buchi B-322, switzerland), 그리고 지방함량은 soxhlet법으로 각각 측정하였다.

#### 3) 육색검사

제품의 색도는 Chroma Meter(CR-200, Minolta Corp. Ramsey, Japan)를 사용하여 발효소시지 단면을 5번 측정하였고, 그 평균치를 Hunter L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값으로 나타냈다.

#### 4) 전단력검사

발효소시지의 전단력은 Instron Universal Testing Machine (Model 3344, Canton, MA, USA)을 이용하여 allo-kraemer 전단력(kgf/g)을 측정하여 평가하였다.

#### 5) 숙성 중 무게감량(Weight loss, WL, %)

감량은 제조 후 숙성 전 무게에서 숙성이 진행됨에 따라 숙성 후 무게를 측정하여 숙성 중 감소된 수분의 양을 백분율로 계산하였다.

무게감량 (Weight loss, %)

$$= \frac{(\text{숙성 전 시료무게} - \text{숙성 후 시료무게})}{\text{숙성 전 시료무게}} \times 100$$

#### 6) 미생물 검사

시료 10 g을 90 mL의 멸균증류수와 혼합하여 균질시킨 다음 10배 희석법으로 희석하여 실시하였다. 총 균수는 Total plate count(TPC) agar, 젖산균은 de Man Rogosa Sharpe(MRS) agar를 이용하였으며, 시료의 접종 후 37°C에서 48시간동안 배양시켜 측정하였다. 결과는 log cfu/g

으로 표시하였다.

#### 7) 기능성 검사

발효소시지의 항고혈압 활성은 Cushman과 Cheung (1971)의 방법에 의하여 대조구와 처리구간의 항고혈압 활성을 측정하였으며, 콜레스테롤 함량은 Searcy와 Bergquist (1960)의 방법으로 대조구와 처리구의 cholesterol 함량을 측정하였다. 항균활성은 숙성 또는 저장기간 동안의 *Staphylococcus aureus*의 성장을 조사하여 초기에 접종된 균수와 비교하였다.

#### 통계분석

본 실험의 측정결과의 평균값을 SPSS 10.0(2000) 프로그램에 입력한 뒤, 이원배치 분산분석(Two-way ANOVA)에 의하여 저지방 처리구와 저장기간의 상호작용(interaction)을 분석한 뒤 유의차가 발생하면 처리구별 또는 저장기간별로 분리하였고, 상호관계의 유의차가 없으면 전체를 종합하여 나타내었고 저장기간의 유의차가 발생했을 때 Duncan's multiple range test에 의하여  $\alpha=0.05$  유의 수준에서 사후분석을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

### 저지방 발효소시지의 지방 감소에 따른 품질특성(실험 1)

고지방 발효소시지와 대두단백질을 지방대체제로 이용하여 제조한 저지방 발효소시지의 pH와 일반성분의 결과는 Table 2와 같다. 고지방 발효소시지와 저지방 발효소시지의 편차에 의해 pH는 숙성기간에 따른 효과는 나타나지 않았으나 3에서 6일 사이에 가장 낮았다( $p>0.05$ ). 이는 지방함량이 pH에 뚜렷한 영향을 주지 않음을 의미한다.

Table 1. The composition of fermented sausage mixture

Composition		Contents (%)	Amount (g)
Regular-fat fermented sausage	Pork lean	70	2100
	Pork back fat	30	900
Low-fat fermented sausage	Pork lean	70	2100
	fat replacer (Soy Protein Isolate : Water = 1 : 4)	30	900
Sodium chloride		2.5	75
G.D.L <sup>1</sup>		0.7	21
KNO <sub>3</sub>		0.015	0.45
NaNO <sub>2</sub>		0.02	0.6
Pepper		0.3	9
Ascorbic acid		0.1	3
Corriander		0.05	1.5
Starter culture			$10^{5.6}$ cells/g

G.D.L<sup>1</sup> = Glucono-delta lactone

발효 초기에 수분의 함량은 고지방과 저지방 발효소시지가 각각 66.5와 78.4%이었고 건조가 진행됨에 따라 점차 감소한 반면 단백질과 지방의 함량은 수분증발로 인하여 상대적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 제품완료일로 보는 Moisture : Protein(M:P) ratio 값은 1.6 이하로, 저지방 발효소시지는 숙성 14일 이전에, 고지방 발효소시지는 약 21일 이전에 이미 M:P ratio가 1.6 이하의 값을 나타내어 저지방 발효소시지는 숙성기간을 약 1주일 이상 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. Han 등(2006a)은 김치분말 스타터를 첨가하여 발효소시지를 제조하였으며, 수분함량이 40-43.6%로 본 연구결과의 38.9%와 유사하였다. 숙성완료 후 최종제품에 있어서 지방함량이 고지방 발효소시지는 약 38.1%(21일째), 저지방 발효소시지의 지방함량은 2.87%(14일째)로 숙성 초기의 지방첨가량에 비해 숙성 중 건조로 인하여 상대적으로 지방함량이 급격히 증가하였다. 이는 대두단백질을 이용하여 지방을 대체한 저지방 발효소시지는 일반 고지방 발효소시지에 비해 지방함량이 약 90% 이상 제거되었다. Wirth(1988)는 일반적으로

건조발효소시지의 경우 제조 시 약 32%의 지방을 첨가하고 4주후 숙성이 종료되면 약 40-50%의 지방을 함유한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 제조된 발효소시지는 3주간 숙성시킨 반건조 형태로 지방함량은 약 40%에 조금 못 미친다. Mendoza 등(2001)은 일반 고지방 발효소시지의 25% 지방을 첨가한 저지방 발효소시지의 제조완료 후 지방함량이 고지방 발효소시지에 비해 약 50% 감소되어졌다고 보고하였으며, 지방대체재로 inulin을 사용한 결과, 지방함량은 약 60%, 열량은 약 30% 감소되었다고 보고하였다. 이와 같은 발효소시의 수분과 지방함량은 건조조건과 시간에 따라 달라질 수 있다.

숙성 중 고지방 그리고 저지방 발효소시지의 색도 및 감량은 처리구와 저장기간에 따른 상호작용에서 유의성이 나타나지 않아( $p > 0.05$ ) Table 3과 같이 종합적으로 나타내었다. 색도 및 감량은 지방함량에 따라 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 숙성 중 측정된 색도의 경우 명도와 황색도는 숙성기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였으나( $p < 0.05$ ), 적색도는 숙성기간에 따른 효과는 나타나지 않

**Table 2. Changes of pH, moisture, fat and protein contents of low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat counterpart during ripening time**

		Ripening time (day)					
		0	2	3	6	14	21
pH	RFS	5.23	4.98	4.94	4.90	5.15	5.17
	LFS	5.37	4.99	5.01	5.02	5.36	5.15
Moisture (%)	RFS	66.5	-	-	-	-	38.9
	LFS	78.4 <sup>a</sup>	-	-	-	54.1 <sup>b</sup>	-
Fat (%)	RFS	23.1 <sup>bx</sup>	-	-	-	-	38.1 <sup>a</sup>
	LFS	0.91 <sup>by</sup>	-	-	-	2.87 <sup>a</sup>	-
Protein (%)	RFS	16.9	-	-	-	-	24.8
	LFS	19.9 <sup>b</sup>	-	-	-	42.1 <sup>a</sup>	-
M:P ratio	RFS	3.94	-	-	-	-	1.57
	LFS	3.94	-	-	-	1.29	-

<sup>a,b</sup> Means with a same superscript within a same row are not different ( $p > 0.05$ ).

<sup>x,y</sup> Means with same superscript within a same column are not different ( $p > 0.05$ ).

<sup>1</sup>RFS = regular-fat fermented sausage ; <sup>2</sup>LFS = low-fat fermented sausage.

M:P ratio = Moisture to protein ratio.

**Table 3. Hunter color values (L, a, b), weight loss (WL, %) and shear force (SF, kgf/g) of low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat counterpart**

		Treatment		Ripening time (day)					
		RFS <sup>1</sup>	LFS <sup>2</sup>	0	2	3	6	14	21
Hunter	L	60.9	61.5	60.1 <sup>abc</sup>	62.5 <sup>a</sup>	64.4 <sup>a</sup>	62.1 <sup>a</sup>	58.7 <sup>bc</sup>	57.1 <sup>c</sup>
	a	14.4	12.3	11.1	13.8	14.7	14.0	13.9	12.9
	b	5.14	6.40	6.93 <sup>a</sup>	6.95 <sup>a</sup>	5.22 <sup>b</sup>	5.87 <sup>a</sup>	4.39 <sup>b</sup>	4.15 <sup>b</sup>
WL <sup>3</sup> (%)		14.9	16.1	-	4.97 <sup>c</sup>	5.51 <sup>c</sup>	20.0 <sup>b</sup>	37.3 <sup>a</sup>	34.3 <sup>a</sup>
SF <sup>4</sup> (kgf/g)		5.61	15.8	-	-	-	-	-	-

<sup>a,c</sup> Means with a same superscript within a same row are not different ( $p > 0.05$ ).

<sup>1</sup>RFS = regular-fat fermented sausage; <sup>2</sup>LFS = low-fat fermented sausage; <sup>3</sup>WL = weight loss (%); <sup>4</sup>SF = shear force value (kgf/g), RFS at 21 day, LFS at 14 day, respectively.

왔다( $p>0.05$ ). 전단력은 지방감소에 의해 수분 증발의 속도가 다르므로, 저지방 발효소시지는 숙성 14일째에, 고지방 발효소시지는 숙성 21일째에 전단력을 측정하였다. 그 결과 저지방 발효소시지의 전단력은 15.8 kgf/g, 고지방 발효소시지는 5.61 kgf/g으로 나타났다. 이는 지방감소에 의한 영향으로 사료되며 지방대신 대두단백질의 첨가로 인해 수분삼출이 오히려 용이하여 고지방에 비하여 저지방 발효소시지가 더 단단해진 것으로 평가된다. 따라서 지방을 제거시키면 살코기의 건조가 빨라져 경도가 급격히 증가함으로써 발효소시지의 품질에 좋지 않는 영향을 보이고 있다. 이러한 결과는 발효소시지에 지방을 30, 20 그리고 10%로 감소시켜 제조하여 숙성시킨 결과, 제품 내 지방함량의 감소가 소시지의 무게감량을 증가시키면서, 제품의 경도와 견고성도 증가시킨다고 보고한 Mugerza 등(2002)의 결과와 일치하였다. Giese(1996)는 지방이 식품의 맛에 있어서 중요한 영향을 미치고, 조직감과 향미를 제공하여 소비자의 기호성을 증가시킬뿐만 아니라 지방함량에 의해 식품의 가공특성과 저장 안전성이 영향을 받는다고 보고하였다. 따라서 과도한 지방의 제거는 발효소시지의 향미와 조직감을 극도로 저하시킬 수 있어서 관능성에 좋지 못한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

독일의 Gewuerzmueller사의 LK-30 plus를 계대 배양하여 발효소시지 g 당  $10^6$  cells 수준으로 접종하여 숙성기간 중 미생물의 균수를 조사한 결과(Fig. 1), 고지방과 저지방 발효소시지에서 발효과정 동안 유산균이 빠르게 증가하였다. Leistner(1995)는 소시지 내의 유산균수가 초기에  $10^{6-7}$  cfu/g 이상일 때 그 이하의 균수가 존재할 때보다 낮은 pH에 도달하고, 소시지의 발색을 돕고, 조직발달과 건조를 촉진하며 부패 미생물의 성장을 억제시켜 저장성을 증가시킨다고 보고하여 이와 같은 효과가 기대되어졌다.

발효소시지의 유산균수와 총균수는 발효 3일째 8 log cfu/g 이상으로 발효기간 동안 급격한 유산균의 생장이 이루어졌고, 총균수와 유산균수가 유사한 수준을 보임으로써 대부분의 균들은 제조 직후에 접종한 유산균으로 판단된다. 대장균군은 발효 및 건조기간동안 검출되지 않았다. Park 등(1998)은 목초액을 이용하여 발효소시지를 제조하였고 숙성 중 미생물의 변화를 검사한 결과 2%의 목초액은 미생물을 현저히 감소시켰으나 관능성을 크게 저하시켰다고 보고하였다.

#### 복합 유산균주를 이용한 기능성 발효소시지 품질특성 평가(실험 2)

고지방 발효소시지의 대조구와 처리구간 pH, 적색도, 일반성분, 건조감량과 전단력에서는 유의차가 나타나지 않았으며( $p>0.05$ ), 고지방 발효소시지와 마찬가지로 저지방 발효소시지에서는 대조구와 처리구간에 총균수와 유산균수를 제외하고는 모두 유의차가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ) (Table 4). 일반성분, 무게감량, 전단력은 동일한 지방첨가량에 의해 차이가 없는 것으로 사료되나, 고지방 발효소시지의 처리구가 대조구에 비해 명도와 황색도가 높게 나타난 것은( $p<0.05$ ), 접종된 균에 의한 차이로서 숙성이 완료된 발효소시지의 색도가 접종된 유산균주에 의해 차이가 나타났다는 Park 등(1997)의 보고와 일치하였다. Park 등(1997)은 발효초기에는 유산균의 종류에 의한 색도의 큰 차이가 없었으나, 숙성 종료시에 명도는 *S. carnosus*와 *L. pentosus*의 혼합균주 처리구가 높고, 적색도에서는 *S. xylosus*와 *P. pentosaceus* 혼합균주 처리구가 가장 붉게 나타났다고 보고하였다. 반면, 총균수와 유산균수는 고지방 발효소시지에서는 처리구보다 대조구에서 더 높게 나타나( $p<0.05$ ), 대조구에 접종한 *L. sake*, *S. carnosus*와 *M. varians*의 혼

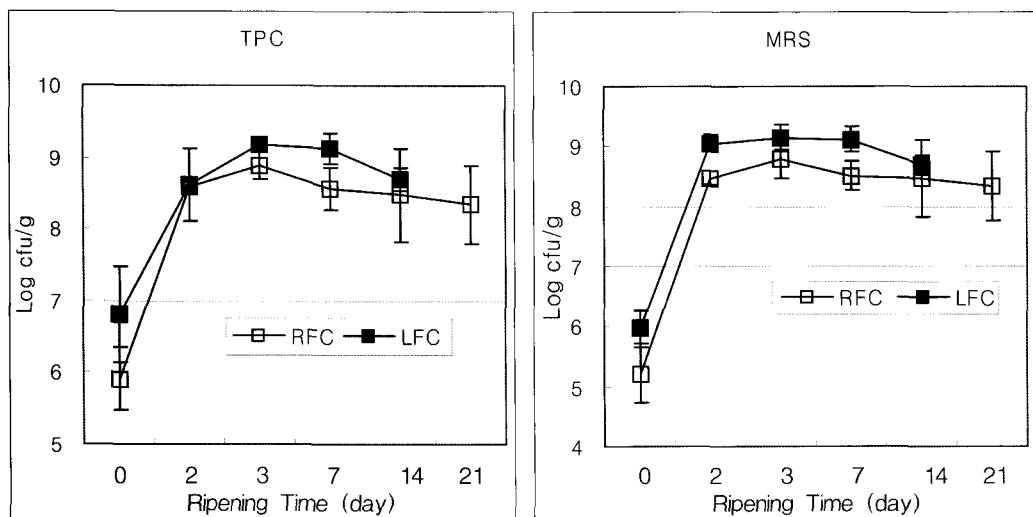


Fig. 1. Microbial changes of low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat counterpart during ripening time (experiment I).

합균주가 처리구에 접종된 *L. plantarum* L155보다 지방이 많은 환경에서 성장이 더 좋았던 것으로 사료된다. 저지방 발효소시지에서는 LFA, LFC, LFT 순으로 총균수와 젖산균수가 높게 나타났으며, 이에 따라 발생하는 lactic acid에 의한 pH의 효과는 보이지 않았지만( $p>0.05$ ), 수치가 LFA, LFC, LFT 순으로 낮게 나타났다. LFT의 균수가 가장 낮게 나타난 것은 *P. damnosus* L12 균주가 다른 균주들에 비해 *S. aureus* 균과 함께 접종되어 미생물의 경쟁에 의해 나타난 결과로 사료되어지고, 또한 *P. damnosus* L12가 생성하는 bacteriocin에 의한 효과로도 사료된다.

고지방 및 저지방 발효소시지들은 숙성 6일째에 가장 낮은 pH 값을 가졌으며( $p<0.05$ ), 그 이후 pH 값이 점차 증가하는 경향을 보였다(Table 5). 또한 황색도와 명도의 감소는 건조에 따른 수분손실에 의한 결과로 사료된다. 일 반성분 결과, 발효소시지들의 숙성시간이 경과하면서 수분함량은 감소되는데 반해, 지방함량은 증가하였다( $p<0.05$ ). 총균수와 유산균수는 발효단계인 2-3일에 급격히 증가하였으며 30%의 무게감량에 고지방 발효소시지들은 14-21일에, 저지방 발효소시지들은 약 6-14일경에 도달하여, 동일한 가공시간에 지방함량이 낮을수록 무게감량이 높다고 보고한 Muguerza 등(2002)의 결과와 일치하였다. 하지만, 지방의 비율이 적은 발효소시지가 지방이 많은 발효소시지에 비해 연함과 탄력이 적다는 Mendoza 등(2001)의 결과와 같이 저지방 발효소시지들의 전단력 측정값은 10.7 kgf/g으로 고지방 발효소시지들의 5.23 kgf/g에 비해 높은 값을 나타냈다.

발효소시지에 기능성 균주를 각각 접종한 후 대조구와 처리구를 비교한 결과는 Table 6과 같았다. 콜레스테롤 함량은 지방함량에 의해 차이가 나타나 저지방에서 낮은 함

량을 보였다( $p<0.05$ ). 숙성시간에 의한 콜레스테롤 함량은 발효 3일째에 가장 높은 수치를 보였으며, 건조기간동안 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 하지만 콜레스테롤 저하 균주의 콜레스테롤 저하 효과는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 이는 기능성 균주 선별 시 나타난 콜레스테롤 흡착효과가 실제 육제품 내에서는 큰 효과를 나타내지 않은 것으로 보아 콜레스테롤 흡착효과를 보이는 균주가 제품 내 첨가되는 여러 가지 첨가물들과의 상호작용으로 인해 활성이 감소되어진 것으로 판단된다. 항고혈압 처리구의 ACE 억제활성은 대조구와 차이가 없었으며( $p>0.05$ ), 숙성기간 동안의 항고혈압 활성은 3일까지 증가하는 경향이었으나, 건조기간동안 활성이 감소되는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 이는 항고혈압 활성을 갖는 유산균주가 발효단계 동안 활성화 되어 고혈압 억제능을 나타낸 것으로 사료된다. *S. aureus*와 *P. damnosus*가 접종된 저지방 발효소시지의 항균 처리구는 숙성 기간동안 *S. aureus*의 수에서 대조구와 비교 시 유의차가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 하지만, 발효 3일째에 접종한 유산균의 수치가 낮게 나타났으나 숙성과정 중에 *S. aureus*의 성장을 저해할 만큼 뚜렷한 효과는 없었다. 이와 같은 결과는 첨가한 유산균이 발효과정을 거치면서 활성이 약해지고 특히 발효소시지와 다양한 첨가물에 의한 저해효과라고 판단된다. 반면, Kaban과 Kaya (2006)는 유산균을 접종한 소시지에서 숙성시간이 지남에 따라 *S. aureus*의 수가 감소되었다고 보고하였다. 발효소시지의 기능성에 관하여, Lee와 Kunz(2005)는 kimchi와 kimchi powder를 이용하여 발효소시지를 제조한 후 항산화 효과를 측정된 결과 약 5-10%의 kimchi 첨가가 지방 산화를 저해하였으며, 발효온도가 지방 산화에 영향을 주어 20°C에서 발효한 소시지가 7°C에서 발효한 소시지에

**Table 4. Changes of pH, Hunter color (L, a, b), proximate composition, bacterial counts, weight loss (WL, %) and shear force (SF, kgf/g) in fermented sausages with low- and regular-fat as affected by various starter cultures**

	Treatment <sup>1</sup>				
	RFC	RFT	LFC	LFA	LFT
pH	5.06	5.02	5.14	5.10	5.21
Hunter L	60.9 <sup>b</sup>	64.3 <sup>a</sup>	58.2	59.7	58.0
a	14.4	13.4	11.6	11.1	12.0
b	5.14 <sup>b</sup>	7.15 <sup>a</sup>	7.73	7.93	7.95
Moisture (%)	52.7	47.7	63.0	64.3	-*
Fat (%)	30.6	27.1	1.83	1.88	-
Protein (%)	20.8	17.0	26.2	25.6	-
Total bacteria (log cfu/g)	8.17 <sup>a</sup>	7.56 <sup>b</sup>	8.51 <sup>a</sup>	8.61 <sup>a</sup>	8.23 <sup>b</sup>
<i>Lactobacillus</i> (log cfu/g)	8.05 <sup>a</sup>	7.61 <sup>b</sup>	8.43 <sup>a</sup>	8.52 <sup>a</sup>	7.85 <sup>b</sup>
WL (%)	17.9	16.4	23.4	22.0	22.2
SF (kgf/g)	5.61	4.85	10.8	10.6	-

<sup>a, b</sup>Means with a same superscript within a same row are not different ( $p>0.05$ ).

<sup>1</sup>Treatment: RFC = regular-fat control (LK-30); RFT = regular-fat treatment (L155) for cholesterol reduction; LFC = low-fat control (LK-30); LFA = low-fat treatment 1 (L167) for antihigh blood pressure activity; LFT = low-fat treatment 2 (L12) for antimicrobial activity.

-\*: Not measured due to the inoculation of *Staphylococcus aureus*.

**Table 5. Changes of pH, Hunter color values (L, a, b), proximate composition, bacterial counts (TPC, MRS), weight loss (WL) and shear force (SF, kgf/g) in fermented sausages with low- and regular-fat as affected by ripening time**

Parameters	Ripening time (day)					
	0	2	3	6	14	21
pH	5.23 <sup>a</sup>	5.01 <sup>ab</sup>	4.97 <sup>ab</sup>	4.88 <sup>b</sup>	5.09 <sup>ab</sup>	5.07 <sup>ab</sup>
Hunter L	64.0 <sup>a</sup>	62.6 <sup>a</sup>	64.5 <sup>a</sup>	64.4 <sup>a</sup>	61.7 <sup>ab</sup>	58.4 <sup>b</sup>
a	12.4	13.7	14.8	14.6	14.4	13.5
b	8.07 <sup>a</sup>	6.83 <sup>ab</sup>	5.96 <sup>b</sup>	5.97 <sup>b</sup>	5.28 <sup>b</sup>	4.77 <sup>b</sup>
RFS <sup>1</sup>						
Moisture (%)	62.5 <sup>a</sup>	-	-	-	-	37.9 <sup>b</sup>
Fat (%)	22.4 <sup>b</sup>	-	-	-	-	35.2 <sup>a</sup>
Protein (%)	15.0	-	-	-	-	22.8
TPC (log cfu/g)	5.49 <sup>b</sup>	7.91 <sup>a</sup>	8.28 <sup>a</sup>	8.51 <sup>a</sup>	8.56 <sup>a</sup>	8.32 <sup>a</sup>
MRS (log cfu/g)	5.28 <sup>b</sup>	7.89 <sup>a</sup>	8.32 <sup>a</sup>	8.40 <sup>a</sup>	8.51 <sup>a</sup>	8.36 <sup>a</sup>
WL (%)	-	5.57 <sup>c</sup>	7.62 <sup>c</sup>	18.2 <sup>b</sup>	29.2 <sup>a</sup>	33.3 <sup>a</sup>
SF (kgf/g)	-	-	-	-	-	5.23
LFS <sup>2</sup>						
pH	5.43 <sup>a</sup>	5.06 <sup>bc</sup>	5.01 <sup>bc</sup>	4.99 <sup>c</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	-
Hunter L	55.3 <sup>b</sup>	58.5 <sup>ab</sup>	60.3 <sup>a</sup>	60.3 <sup>a</sup>	58.7 <sup>ab</sup>	-
a	8.51 <sup>c</sup>	11.4 <sup>b</sup>	13.3 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>	10.8 <sup>b</sup>	-
b	5.83 <sup>c</sup>	7.66 <sup>bc</sup>	9.79 <sup>a</sup>	9.35 <sup>ab</sup>	6.73 <sup>c</sup>	-
Moisture (%)	76.1 <sup>a</sup>	-	-	-	51.1 <sup>b</sup>	-
Fat (%)	0.88 <sup>b</sup>	-	-	-	2.83 <sup>a</sup>	-
Protein (%)	15.4 <sup>b</sup>	-	-	-	36.4 <sup>a</sup>	-
TPC (log cfu/g)	5.76 <sup>c</sup>	8.67 <sup>b</sup>	9.17 <sup>a</sup>	9.39 <sup>a</sup>	9.26 <sup>a</sup>	-
MRS (log cfu/g)	5.33 <sup>b</sup>	8.58 <sup>a</sup>	9.06 <sup>a</sup>	9.26 <sup>a</sup>	9.11 <sup>a</sup>	-
WL (%)	-	9.89 <sup>d</sup>	18.3 <sup>c</sup>	32.6 <sup>b</sup>	51.9 <sup>a</sup>	-
SF (kgf/g)	-	-	-	-	10.7	-

<sup>a-d</sup> Means with a same superscript within a same row are not different ( $p>0.05$ ).

<sup>1</sup>RFS : regular-fat control (LK-30) + regular-fat treatment (L155).

<sup>2</sup>LFS : low-fat control (LK-30) + low-fat treatment (L167).

**Table 6. Evaluation of functionality of low- and regular-fat fermented sausages as affected by various starter cultures and ripening time**

	Treatment <sup>1</sup>					Ripening time (day)				
	RFC	RFT	LFC	LFA	LFT	0	2	3	6	14
Cholesterol content (mg/100 g)	63.5 <sup>a</sup>	63.9 <sup>a</sup>	57.2 <sup>b</sup>	-	-	55.5 <sup>c</sup>	62.5 <sup>abc</sup>	67.1 <sup>a</sup>	64.3 <sup>ab</sup>	58.3 <sup>bc</sup>
ACE inhibitory activity (%)	-	-	33.4	37.6	-	28.5 <sup>bc</sup>	36.6 <sup>abc</sup>	46.8 <sup>a</sup>	41.9 <sup>ab</sup>	23.6 <sup>c</sup>
<i>S. aureus</i> in LFT (log cfu/g)	-	-	-	-	4.67	4.57	4.91	4.20	5.22	4.47

<sup>a-c</sup> Means with a same superscript within a same row are not different ( $p>0.05$ ).

<sup>1</sup>Treatment: RFC = regular-fat control (LK-30); RFT = regular-fat treatment (L155) for cholesterol reduction; LFC = low-fat control (LK-30); LFA = low-fat treatment 1 (L167) for antihigh blood pressure activity; LFT = low-fat treatment 2 (L12) for antimicrobial activity.

비하여 지방산화물 생성을 억제하였다고 보고하였다.

## 요 약

본 연구는 지방을 비교적 많이 함유하는 발효소시지의 지방을 감소시키기 위해 대두단백질을 지방대체제로 이용하여 발효소시지를 제조하였으며, starter culture로는 상업화된 유산균주인 LK30 plus 균주를 대조구로 하여 콜레스테롤 저하와 항고혈압활성 및 *S. aureus*에 대한 항균력

을 갖는 기능성 유산균주를 복합 starter culture로 접종하여 숙성기간동안 제품의 이화학적, 조직학적, 미생물적 특성과 콜레스테롤 저하 및 항고혈압 활성과 *S. aureus*의 균수의 변화를 통해 항균활성을 평가하였다. 지방을 첨가하지 않는 저지방 발효소시지는 기존의 고지방 발효소시지에 비해 약 90% 이상의 지방을 감소시켰고, 숙성시간을 약 7-14일 정도 단축시킬 수 있으나, 저지방 발효소시지에서 나타나는 지나친 감람에 의한 외관의 주름 및 경도의 증가가 나타났다. 발효소시지들의 일반성분 검사 결과,

숙성시간이 경과됨에 따라 수분은 감소하는데 반해, 지방과 단백질의 함량은 상대적으로 증가하였으며, 제품의 pH는 발효기간 동안 감소되어졌다가 숙성기간동안 유지되는 경향을 보였다. 또한, 숙성 중 명도는 감소하고, 전단력과 무게감량은 증가하는 경향을 보였다. 콜레스테롤 저하와 항고혈압 활성 및 *S. aureus*에 대한 항균활성과 같은 기능성은 발효소시지내에서는 뚜렷한 효과를 보이지 않았다. 따라서 저지방 발효소시지에서 나타나는 과도한 주름을 방지하기 위하여 일정함량의 지방첨가와 probiotic 유산균 주가 함유하는 가능성이 발효 육제품에도 나타날 수 있도록 하는 보다 심도 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 2005년 농림기술사업의 지원(2005-0190)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. AOAC. (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, International, Washington, DC.
2. Chin, K. B., Ji, S. T., Seo, S. W., and Shin, H. K. (1991) Effect of PSE pork on physicochemical and microbiological properties of European style fermented sausages during ripening. *Korean J. Food Sci. Technol.* **23**, 661-666.
3. Cushman, D. W. and Cheung, H. S. (1971) Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* **20**, 1637-1648.
4. Erkkila, S., Suihko, M. L., Eerola, S., Petaja, E., and Mattila-Sandholm, T. (2001) Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *Int. J. Food Microbiol.* **64**, 205-210.
5. Giese, J. (1996) Fats, oils, and fat replacers. *Food Technol.* **50**, 78-83.
6. Han, K. H., Park, J. K., and Lee, C. H. (2006a) Manufacture and products evaluation of fermented sausages inoculated with free-dried Kimchi powder and starter culture. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 486-490.
7. Han, S. M., Kim, Y. J., Lee, H. C., Chin, K. B., and Oh, S. (2006b) Screening of functional lactic acid bacteria as starter culture for the manufacture of fermented sausage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 511-516.
8. Kaban, G. and Kaya, M. (2006b) Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk. *Food Control.* **17**, 797-801.
9. Kim, J. S. (2004) Changes of food consumption pattern in America. *Korean J. Community Living Sci.* **15**, 115-125.
10. Lee, J. Y. and Kunz, B. (2005). The antioxidant properties of *baechu-kimchi* and freeze-dried *kimchi-powder* in fermented sausages. *Meat Sci.* **69**, 741-747.
11. Lücke, F. K. (1985) Fermented sausages. In: Microbiology of fermented foods, Wood, B. B. (ed.), Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, pp. 41-71.
12. Leistner, L. (1995) Stable and safe fermented sausages world-wide. In: Fermented Meats, Campbell-Platt, G. and Cook, P. E. (eds.), Blackie Academic & Professional, pp. 160-175.
13. Mendoza, E., Garcia, M. L., Casas, C., and Selgas, M. D. (2001) Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.* **57**, 387-393.
14. Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I., and Bloukas, J. G. (2002) Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci.* **61**, 397-404.
15. Papadima, S. N. and Bloukas, J. G. (1999) Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Sci.* **51**, 103-113.
16. Papamanoli, E., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E., and Kotzekidou. (2003) Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Sci.* **65**, 859-867.
17. Park, W. M., Choi, W. H., Yoo, I. J., Ji, J. R., and Chung, D. H. (1998) Effect of pyroligneous liquor and preservatives on the quality of fermented sausage. *Korean J. Anim. Sci. Resour.* **18**, 75-80.
18. Park, W. M., Choi, W. H., Yoo, I. J., Ji, J. R., and Jeon, K. H. (1997) Effects of mixed starter cultures on the physicochemical properties of fermented sausages. *Korean J. Anim. Sci. Resour.* **17**, 91-99.
19. Searcy, R. L. and Bergquist, L. M. (1960) A new color reaction for the quantitation of serum cholesterol. *Clin. Chim. Acta.* **5**, 192-199.
20. SPSS (2003) SPSS 12.0 for windows. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
21. Urso, R., Comi, G., and Coccolin, L. (2006) Ecology of lactic acid bacteria in Italian fermented sausages: isolation, identification and molecular characterization. *Syst. Appl. Microbiol.* **29**, 671-680.
22. Wirth, F. (1988) Technologies for making fat-reduced meat products. What possibilities are here? *Fleischwirtschaft* **68**, 1153-1156.
23. 정혜경 (2001) 생활양식 변화에 따른 한국 식생활문화의 변천. 한국식품영양과학회, 학술대회 발표집. **49**, pp. 17-24.