

복합 유산균을 이용한 저지방 기능성 발효소시지의 개발

김영주 · 한수민¹ · 이홍철 · 오세종¹ · 진구복*

전남대학교 동물자원학부 식육과학연구실, ¹동물자원미생물학 연구실

서 론

최근 국민들의 식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품의 기능이 맛과 영양 그리고 영양소의 공급이란 차원을 벗어나 항균, 항산화 및 항암 등의 기능성을 강조하고 있다. 따라서 기능성 식품은 생리활성을 갖는 특수한 기능을 가지고 있으며 이 분야에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다. 발효 육제품은 신선한 식육에 소금, 아질산염, 인산염과 향미제를 첨가하고 유산균을 접종하여 일정한 온도와 습도에서 숙성시킨 육제품으로 유산균 접종으로 발효에 의하여 pH가 저하되고 수분활성도가 낮아서 상온 저장이 가능하다⁽¹⁻⁴⁾. 하지만 발효소시지의 경우 과도한 지방과 미생물의 성장을 억제시키기 위하여 과량의 식염을 첨가하여야 하기 때문에 이로 인하여 소비자로부터 기피하는 경향을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 probiotic 기능을 가지고 있는 유산균주를 이용하여 저지방 발효 육제품을 개발하고, 평가하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 기능성 유산균주 선별

본 연구에서는 항고혈압활성과 항균활성을 가지는 유산균을 선별하여 발효소시지 제조시 접종하였다. 항고혈압 활성(Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity) 균주는 *Lactobacillus* 속을 중심으로 한 8가지 균주를 MRS 배지에서 2회 계대 배양하여 활력을 높인 후 16시간 배양한 후 Cushman과 Cheung (1971)⁽⁵⁾ 방법에 의하여 실시하였다. 항균활성 균주는 *Lactobacillus* 속을 중심으로 한 8가지 균주를 MRS 액체 배지에서 37 °C incubator를 이용하여 18시간 배양한 다음 원심분리(6,000 × g, 10 min, 4°C)하여 cell을 제거하여 얻은 상등액을 65°C에서 30분간 열처리하여 MRS 고체 배지에 20μl씩 분주하였다. Tryptic soy soft agar 5μl에 지시균인 *Staphylococcus aureus*를 1% 농도로 접종한 후 MRS 배지 위에 증충한 후 37°C에서 24시간 배양한 후 억제환의 생성 여부로 항균활성을 조사하였다.

2. 발효소시지의 제조 및 평가

도축 후 하루가 지난 신선한 돈육 후지부위를 구입하여 외부지방과 결체조직을 제거하고 정사각형(3 cm⁴)으로 자른 후 냉동시켰다. 약 2주간 동결한 후 -5°C 까지 해동하고 약 3 kg 수준으로 대조구는 지방과 함께 식염, 아질산염, 질산염 등의 염지제 및 향신료를 첨가하여 혼합하였

고, 저지방 처리구는 지방대신 미리 1:4로 수화시킨 분리 대두 단백질을 첨가하여 혼합시킨 후 미리 준비한 유산균을 접종한 후 fibrous casing(지름, 4.5 cm)에 충전하여 Chin(1991) 등⁽⁶⁾의 발효소시지의 제조 공정에 따라 숙성을 실시하였다. 대조구의 유산균은 Gemurzmüller사(독일)의 LK-30 plus (*Lactobacillus sake*와 *Staphylococcus carnosus*)와 향균 및 항 고혈압 활성을 가지는 기능성 유산균을 처리구로 고기 g당 10^{5-6} cells 수준으로 접종하였다. 초기 무게의 30%가 감량이 일어난 지점을 최종일로 간주하였다. 발효소시지는 제조 후 0, 2, 3, 7, 14 및 21 일에 시료를 채취하여 품질을 평가하였다. pH는 고체 측정용 pH meter(Mettler Toledo MP120 pH meter, Schwarzenbach, Switzerland)로 측정하였고, 일반성분은 AOAC⁽⁷⁾의 방법에 따라 수분, 지방, 단백질을 분석하여 평가하였다. 색도는 색도계(CR-10, Minolta Corp., Japan)로 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)를 측정하여 평가하였다. 가열감량은 제조 후의 무게에서 제조일이 경과됨에 따라 줄어든 수분의 양을 원래무게로 환산하여 백분율로 계산하였다. 발효소시지의 전단력은 Instron Universal Testing Machine(Model 3344, Canton, MA, USA)을 이용하여 allo-kraemer 전단력(kgf/g)을 측정하여 평가하였다. 미생물은 접종한 유산균의 숙성중의 변화를 알아보기 위하여 총균수(TPC-agar), 유산균(BCP-agar) 및 대장균군(VRB-agar)을 측정하였다.

결과 및 고찰

Starter 균주는 API 50 CH kit를 이용한 당 발효성 시험 결과 향균활성 우수균주는 *Pedio-coccus damnosus*와 고혈압 저해 활성 균주(Angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory factor)는 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되어 발효소시지의 기능성 유산균주로 사용하였다. 기능성 유산균주와 수화한 분리대두단백질을 이용한 저지방 기능성 발효 육제품을 제조하였고 그 이화학적 성상은 Table 1과 같다. 발효소시지 제조 직후 측정된 pH는 기존의 고지방 발효소시지는 5.05, 저지방 발효 소시지의 경우 5.2~5.3수준으로 급격히 저하되었고 발효가 진행됨에 따라 pH가 계속 떨어져 발효가 종료되는 3일째 제일 낮은 pH를 기록하였다가 숙성 후기에는 약간 증가하였다. 따라서 저지방 발효소시지의 pH가 오히려 기존의 고지방 pH에 비하여 높은 경향을 보여주었다. 발효 초기에 수분의 함량은 고지방과 저지방 발효소시지의 경우 55.5와 73~74%이었던 것이 건조가 진행됨에 따라 점차 낮아졌고 반면 단백질과 지방의 함량은 숙성 후 상대적으로 증가하는 경향을 보여주었는데 이것은 건조에 의한 상대적인 증가라고 볼 수 있다. 따라서 저지방 발효소시지의 최종 지방은 2~3%로 기존의 고지방 발효소시지의 41%에 비하여 무려 약 38%의 지방을 제거하였으나 일반성분에서는 저지방대조구와 처리구사이의 차이를 보이지 않았다.

숙성 중 저지방 발효소시지의 이화학적 성상은 Table 2와 같다. 숙성 중 측정된 색도의 경우 그 변화는 큰 차이를 보이지 않았으나 지방에 영향을 받은 고지방의 경우 명도의 차이를 보였으며 저지방 발효소시지의 경우 황색도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 최종 30%의 감량을 나타낸 숙성일은 고지방인 경우는 14일 그리고 저지방인 경우 7일 정도가 소요되었다. 건조가 진행됨에 따라 단백질간의 결합에 의하여 결착이 이루어지고 그 결과로 나타난 전단력을 측정한 결과는 저지방이 고지방 처리구에 비하여 훨씬 높아 저지방의 경우 건조가 빨리 진행되었음을 알 수 있었다 (Table 2). 이화학적 성상에 있어서도 유산균주에 따른 저지방 대조구와 처리구 사이

Table 1. pH and proximate composition of low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat counterparts

Ripening days	pH			Moisture			Fat			Protein		
	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT
0	5.05	5.25	5.23	55.5 ^a	74.0 ^a	73.9 ^a	24.3 ^{bx}	1.10 ^y	0.6 ^y	18.4 ^b	18.4	19.8
2	4.91	4.96	4.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4.80	4.88	4.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	4.81	4.87	4.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	4.95	4.96	5.05	36.5 ^{by}	54.1 ^{bx}	46.7 ^{bx}	37.5 ^{ax}	2.87 ^y	2.0 ^y	18.4 ^b	18.39	19.75
21	4.96	-	-	29.0 ^b	-	-	40.7 ^a	-	-	32.1 ^a	-	-

^{a,b} Means with same superscript having same column are not different (p<0.05).

^{x,y} Means with same superscript having same row are not different (p<0.05).

(RFC: 고지방 대조구, LFC: 저지방 대조구, LFT: 저지방 처리구).

에 차이를 보이지 않았다.

Gemurzmuller사의 LK-30과 본 연구를 위하여 제조된 기능성 유산균을 10^6 cells/g 수준으로 접종하여 숙성기간 중 조사한 미생물의 균수는 Fig. 1과 같다. 초기 접종 균수가 저지방인 경우 10^6 cells/g 으로 나타났고 고지방인 경우 10^5 cells/g 으로 나타나 차이를 보였으며 발효가 종료되는 2일째 10^9 cells/g 와 10^8 cells/g를 기록하였고 건조기간 중 일정한 균수를 유지하다가 건조 말기에 가서는 점차 감소하는 경향을 보였다. 총균수(Fig. 1 A)는 유산균수(Fig. 1 B)와 동일한 경향을 보임으로써 대부분의 균들은 제조 직 후에 접종한 유산균으로 판단된다. 한편 발효초기에 나타났던 대장균군은 숙성 말기에는 10^3 cells/g 이하를 보여 유산균의 성장으로 인한 pH의 저하와 건조로 인하여 성장이 억제된 것으로 판단된다. 이와 같은 결과에서 볼 때 접종한 유산균의 성장은 초기에 접종한 균수에 의존적이며 고지방과 저지방간에 또는 상업적으로 판매

Table 2. Hunter color, weight loss, shear value of low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat fermented sausage

Storage time (days)	L			a			b			Weight loss(%)			Shear value (kgf/g)		
	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT	RFC	LFC	LFT
0	59.4	53.6	54.9	16.3	12.6	12.1	8.1	6.2	6.1	-	-	-	-	-	-
2	61.7	62.6	63.0	13.1	12.6	12.4	7.2	7.5	7.0	3.9	8.8	6.4	-	-	-
3	66.0	65.1	65.1	14.0	11.7	11.0	5.4	5.5	4.9	6.7	11.9	9.8	-	-	-
7	62.3	61.2	61.8	15.1	12.8	12.6	5.5	6.9	7.3	20.2	32.8*	29.6*	-	-	-
14	59.0	60.8	55.7	14.8	13.1	10.3	4.3	3.2	4.9	30.4*	51.8	51.8	4.3	15.8	14.8
21	57.1	-	-	12.8	-	-	4.1	-	-	33.3	-	-	5.6	-	-

*최종 제품의 가열 감량 (RFC: 고지방 대조구, LFC: 저지방 대조구, LFT: 저지방 처리구)

되는 유산균과 본 연구를 위해 제조한 기능성 유산균간의 차이는 없는 것으로 평가된다.

발효소시지의 숙성 중 항고혈압 활성을 측정하는 결과 기존의 고지방 대조구는 35%를 보였고 저지방 대조구는 초기 항고혈압 활성이 35%에서 숙성이 지남에 따라 점차 감소한 반면 저지방 처리구의 경우는 숙성초기에는 45%까지 증가하다가 숙성말기에는 약 35%를 보임으로써 항고혈압 활성은 숙성초기에 나타났다가 숙성 후기에는 감소하는 경향을 보였다.

요 약

본 연구는 기존의 약 40%의 지방을 가지고 있는 발효 소시지의 지방을 제거하고 항고혈압과 항균활성을 가진 기능성 유산균을 이용하여 발효소시지를 제조하고자 실시하였다. 저지방 발효 소시지는 기존의 고지방 발효 소시지에 비하여 무려 38%이상의 지방을 제거하였고 숙성기간을 기존의 고지방 대조구에 비하여 7일 이상 단축시킴으로써 저지방 발효소시지의 제조기간이 단축되었다. 항고혈압 및 항 콜레스테롤 활성을 가지는 기능성 유산균주를 첨가한 결과 저지방 처리구는 대조구에 비하여 숙성초기의 항고혈압 활성을 증가시켰다.

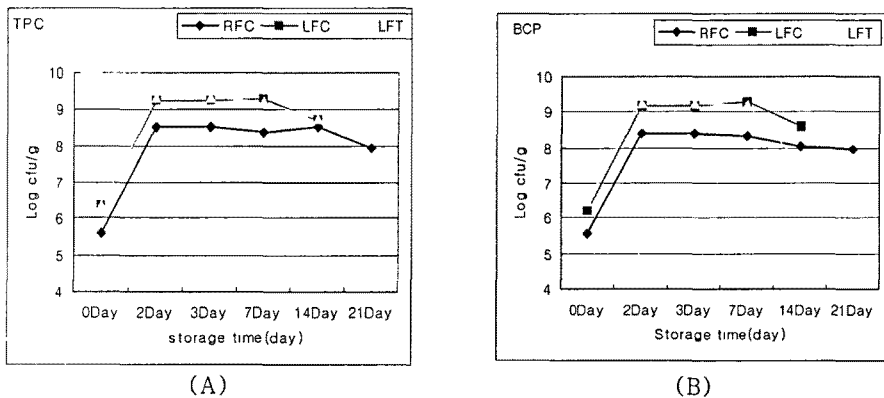


Fig. 1. Microbial counts (Log CFU/g) in low-fat fermented sausages as compared to those of regular-fat counterparts.

참 고 문 헌

1. Luecke, F-K. (1997). *In Microbiology of Fermented Foods*. pp. 441-450.
2. Daily, C. et al., (1974). *J. Food Sci.* 39, 297-300.
3. Erkkilae, S. (2001). *International J. Microbiol.* 64,205-210.
4. Fisher, S and Palmer, M. *In Fermented Meats*. Campbell-Platt and Cook, pp.217-233.
5. Cushman, D.M and Cheung, H.S. (1971). *Biochem. Pharmacol.* 20. 1637-1647.
6. Chin, K.B. et al. (1991). *Korean J. Food Sci and Technol(English)*. 23:661-666.
7. AOAC. (1995). Association of official analytical chemists. Washington, DC.