

발효소시지의 숙성에 따른 풍미성분의 변화

고 명 수 · 양 종 범

동남보건대학 식품가공과

Changes in Flavor Components during Ripening of Fermented Sausages

Myung-Soo Ko and Jong-Beom Yang

Dept. of Food Technology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea

Abstract

Fermented sausages inoculated with starter cultures which were combined *Lactobacillus curvatus* and *Staphylococcus carnosus*(LCSC), *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus*(LPSC) were manufactured. Changes in chemical composition, salinity, weight loss, fatty acids, inosine monophosphate(IMP) and hypoxanthine(Hx) and free amino acids during ripening of fermented sausages were investigated. Due to drying, the water content was decreased, while the protein and fat contents, salinity and weight loss were increased during ripening. No significant differences between LCSC and LPSC were found for chemical composition, salinity and weight loss. During ripening, unsaturated fatty acid contents was decreased, while saturated fatty acid contents was increased. At the end of the ripening, the levels of monoenes were slightly higher in the LPSC than in the LCSC. In both treatments IMP contents were decreased, but no changes were observed in Hx contents during ripening. Due to ripening, the increase in total and individual free amino acids were observed, and contents of glutamic acid, alanine, leucine and lysine were greatly increased.

Key words : fermented sausage, ripening, flavor component, fatty acid, free amino acid

서 론

발효소시지는 세절된 육과 등지방에 식염, 아질산염, 질산염, 당류, 향신료 및 스타터 배양액이 혼합된 후 발효 및 숙성공정을 거쳐 제조되는데, 이때 첨가되는 염지제와 스타터는 매우 중요한 기능을 갖고 있다. 즉 식염은 발효초기의 수분활성도를 저하시킴으로써 냉장육에 관여하는 부패성 미생물의 증식을 억제하고 유산균이나 질산환원균과 같은 바람직한 미생물군을 정착시키는 데에 중요한 역할을 한다. 또 아질산염은 특징적인 염지육색을 생성하고 바람직하지 못한 미생물의 증식을 억제하기 위하여 이용되는데, 질산염과 함께 첨가되기도 하며, 당류는 유산균에 의한 당 발효에 이용된다¹⁾. 스타터는 제품의 숙성기간을 단축시키고, 조직의 개선, 염지육색의 생성, 풍미의 향상 등 제품의 품질을 향상시키며, 부패성 또는 병원성 미생물의 증식억제에 의한 제품의 안전성을 향상시킨다고

알려져 있다^{1,2)}. 스타터로 이용되고 있는 주된 균종은 *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp., *Micrococcus* sp. 및 *Staphylococcus* sp. 등의 유산균과 질산환원균이다. 질산환원균은 지방 및 단백질을 분해 활성을 가지고 있어서 발효소시지의 풍미에 좋은 영향을 주는 것으로 알려져 있고, 유산균은 지방 및 단백질을 분해 활성이 약한 것으로 알려져 있으나^{3,5)}, 이러한 활성이 풍미에 미치는 영향에 대해서는 잘 연구되어 있지 않다.

일반적인 발효소시지의 제조공정은 크게 발효와 숙성의 두 단계로 구분되는데, 발효단계에서는 질산환원균에 의한 산화질소의 생성과 유산균에 의한 pH의 저하 등 미생물학적 변화가 일어나고, 숙성단계에서는 단백질과 지방의 분해 및 그 분해 생성물의 상호반응에 의한 특징적인 풍미물질의 생성 등 여러 가지 화학적 변화가 일어나는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 이와 같은 미생물학적 및 화학적 변화들 중 완제품의 품질을

좌우하는 결정적인 요소는 풍미이다. 발효소시지의 풍미에 관여하는 물질에 대해서는 아직까지 명확하게 규명되어 있지 않지만, 주로 원료육 자체의 효소에 의한 자가소화나 미생물 효소에 의해 생성된 당, 단백질 및 지방 등의 분해산물에 기인하는 것으로 알려져 있다⁷⁾.

따라서 본 연구에서는 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터 및 *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 각각 이용하여 유산균을 달리한 발효소시지를 제조한 후, 숙성 중에 일어나는 지방산, 핵산 물질 및 유리아미노산 등의 풍미성분 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 사용균주

건국대학교 축산가공학과 미생물 실험실에서 분양 받은 *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus*를 본 실험에 사용하였다.

2. 스타터 배양액의 조제 및 접종

김 등⁸⁾의 방법에 따라서 *L. curvatus*와 *L. plantarum*을 MRS broth(Difco Co.), *S. carnosus*를 GB broth(peptone 1.0%, meat extract 1.0%, NaCl 0.5%, glucose 0.3%, pH 7.0)에서 각각 배양한 후 3,000rpm으로 15분간 원심분리하여 집균하고 멸균 생리식염수로 2회 세정하여 배지성분을 제거한 후 최종 균농도가 1.0×10^{11} cells/ml이 되도록 멸균생리식염수로 현탁시켜 스타터 배양액을 조제한 다음, 소시지 혼합물 1그램 당 *L. curvatus*와 *L. plantarum*을 각각 1.0×10^7 cells, *S. carnosus*를 5.0×10^6 cells의 농도가 되도록 소시지 원료의 혼합 후에 접종하였다.

3. 발효소시지의 제조

김 등⁸⁾의 방법에 따라서 신선한 돈육과 등지방을 선별 구입하여 5×3×3 cm로 절단한 후, -20℃에서 1주일간 동결시켰다가 가공직전 세절이 용이하도록 -1~-3℃에서 해동하여 사이런트 컷터(K21 Ras-85145, Seydelmann, Aalen Stuttgart, Germany)에 돈육(7.5kg)을 넣어 세절한 후 원료육에 대하여 흰 후추(0.25%), 마늘(0.05%), 로즈메리(0.05%), 세이지(0.05%) 등의 향신료, 식염(2.8

%), 포도당(1.0%), 아질산염(0.02%) 등의 첨가물 및 스타터 배양액의 순으로 가하여 혼합한 후 등지방(2.5kg)을 가하여 지방이 미세한 입자로 될 때까지 세절 및 혼합하였다. 세절혼합육은 섬유상 케이싱(Securex, Φ45 mm)에 약 200g씩 충전시킨 후 향온항습기(Humid Test Chamber, AE-215, Toyo Seisakusho Co., Japan)에서 제조 직후부터 3일 동안은 온도와 상대습도를 각각 $21 \pm 2\%$, $93 \pm 2\%$, 4~5일째에는 각각 18℃, 90%, 6일째부터 25일째까지는 온도를 15℃, 상대습도를 88%에서 78%까지 서서히 낮추면서 숙성시켰다. 이때 *L. curvatus*와 *S. carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 발효소시지를 LCSC, *L. plantarum*과 *S. carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 발효소시지를 LPSC라 하였다.

4. 일반성분, 염도 및 감량의 측정

수분, 단백질 및 지방 등의 일반성분은 AOAC법⁹⁾에 따라서 측정하였고, 염도는 염도계(Kashwagi digital saltimeter, model S-27, Japan)를 이용하여 측정하였다. 감량은 소시지 제조 직후 감량 측정용 시료 3개를 선정하여 무게를 정확히 측정하고 나서 향온항습기 내의 통풍을 고려하여 일정한 곳에 건 다음 숙성 중에 경시적으로 시료를 취하여 무게를 측정 한 후 제조 직후의 무게와 경시적 측정시의 무게의 차이를 백분율로 나타내었다.

5. 지방산의 정량

Morrison과 Smith¹⁰⁾의 방법에 따라서 시료 5g을 정확히 취하여 혼합추출유기용매(chloroform : methanol=2 : 1) 300ml를 가하여 균질기로 3분간 균질한 후 여과하여 지질을 추출하였다. 추출된 여액의 1/3에 해당하는 증류수를 가하여 3,000rpm에서 30분간 원심분리한 후 상정액을 제거한 다음 하층의 액을 취하여 40℃ 이하에서 증류하여 잔류 용매를 제거하였다. 이때 N₂ gas를 계속 주입시켜 농축과정 중에 발생하는 불포화지방산의 산화를 방지하였다. 이렇게 하여 얻은 순수한 지방 4~10mg을 검화용 반응용기에 취하여 0.5N 메탄올성 수산화나트륨 용액 1ml를 가한 후 15분간 가열한 다음 냉각시켰다. 여기에 BF₃ 메탄올 용액 2ml를 가하고 다시 15분간 가열한 후 실온으로 완전히 냉각시킨 다음 1ml의 헵탄과 염화나트륨 포화용액 2ml를 가하고 1분간 혼합하여 30분간 정치한 후 상정액을 GC용 시료로 사용하였다. 이때 GC(Hewlett Packard 5890)의 분석조건은 검출기

는 Flame Ionization 검출기, 컬럼은 BP-20(30m × 0.5mm), 운반기체는 헬륨가스였고, split ratio는 60 : 1, 주입구 온도는 230°C, 검출기 온도는 250°C, 컬럼 온도는 170(5)–2.5–230°C, 차트 속도는 0.5 cm/min로 하였으며, 주입량은 0.2μl였다.

6. 이노신산 및 히포크산틴의 정량

이 등¹¹⁾의 방법에 따라서 시료 5g에 10% 과염소산 용액 25ml를 가하여 균질한 후 원심분리(4,000rpm, 10분)하고 2회 반복 처리하여 상정액만을 모아 냉각된 5N 수산화칼륨 용액으로 pH 6.5로 조절한 다음 중화된 과염소산 용액을 가하여 100ml로 정용하였다. 이것을 냉장고에서 30분간 방치한 후 1ml를 취하여 원심분리(10,000rpm, 2분)한 다음 상정액을 세균 여과기(0.45μm)로 여과하여 HPLC용 시료로 사용하였다. 이때 HPLC(Young In 910, Korea)의 분석조건은 검출기는 UV(254nm) 검출기, 컬럼은 μ-Bondapak C₁₈, 이동상은 1% 트리메틸아민 인산 용액(pH 6.5)을 사용하였으며, 유속은 1.0ml/min이었다.

7. 유리아미노산의 정량

홍 등¹²⁾의 방법에 따라서 시료 30g에 증류수 70ml를 가하고 균질기에서 20분간 균질시킨 후 -5°C에서 20분간 원심분리(5,000×g)하여 상정액 50ml를 취하고, 여기에 25% 트리클로로아세트산 동량을 첨가하여 냉장실에 1시간 방치시킨 다음 다시 20분간 원심분리(5,000×g)하였다. 그 상정액 50ml를 취하여 동량의 에테르를 가한 후 잘 혼합하고 나서 에테르

층을 제거한 다음 36°C에서 감압농축시키고, 0.2M 구연산나트륨 완충액(pH 2.2)을 가하여 50ml로 정용한 다음 유리아미노산 분석 시료로 하였으며, 유리아미노산의 정량에는 아미노산 자동분석기(LKB alpha plus)를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 숙성에 따른 일반성분, 염도 및 감량의 변화

발효소시지의 숙성에 따른 일반성분, 염도 및 감량의 변화는 Table 1과 같다. 유산균 스타터를 달리하여 제조한 발효소시지의 수분함량은 *L. curvatus*를 유산균 스타터로 한 LCSC와 *L. plantarum*을 유산균 스타터로 한 LPSC의 경우 제조 직후에 각각 58.71%와 57.96%에서 숙성 28일에는 각각 25.10% 및 25.28%로 숙성이 진행됨에 따라 일정한 비율로 감소되었다. 이와 같이 숙성이 진행됨에 따라 수분함량이 감소되는 것은 발효소시지와 같이 원료육에 식염을 첨가하여 발효시킬 경우 pH가 저하됨에 따라 염소이온이 양전하와 강하게 결합하기 때문에 계속적인 보수력의 저하로 인하여 수분이 유리되기 때문이며, 동시에 숙성 중에 상대습도를 점차 낮추면서 통풍을 수반하기 때문에 건조가 촉진되는 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 한편 수분함량의 변화와는 대조적으로 LCSC와 LPSC의 단백질함량은 제조 직후에 각각 16.53%와 16.17%, 숙성 28일에 각각 33.26% 및 31.78%, 지방함량은 제조 직후에 각각 20.22%와 21.28%, 숙성 28일에 각각 38.52% 및 38.94%로서 숙성이 진행됨에 따라 단백질과 지방함량이 일정한 비율로 점차 증

Table 1. Changes in chemical compositions, salinity and weight loss during ripening of fermented sausages

Time of ripening (Days)		Moisture ³⁾ (%)	Protein ³⁾ (%)	Fat ³⁾ (%)	Salinity (%)	Weight loss ³⁾ (%)
0	LCSC ¹⁾	58.71±0.54	16.53±0.66	20.22±1.07	2.4	—
	LPSC ²⁾	57.96±1.41	16.17±0.89	21.28±1.12	2.4	—
7	LCSC	45.26±0.29	24.62±0.17	26.58±0.91	3.2	30.31±0.21
	LPSC	47.17±0.73	23.48±0.28	25.41±0.79	3.2	28.94±0.27
14	LCSC	33.87±1.06	28.35±1.47	32.82±0.54	3.9	40.67±0.35
	LPSC	34.89±1.38	27.78±0.79	34.22±0.63	4.0	39.81±0.09
21	LCSC	28.57±0.33	30.41±0.19	37.95±0.93	4.1	45.66±0.52
	LPSC	29.65±0.43	28.68±0.48	38.09±0.85	4.1	45.01±0.12
28	LCSC	25.10±0.38	33.26±0.61	38.52±0.86	4.2	48.17±0.51
	LPSC	25.28±0.42	31.78±1.08	38.94±1.06	4.3	47.72±0.20

¹⁾ LCSC: group inoculated with *Lactobacillus curvatus* and *Staphylococcus carnosus*

²⁾ LPSC: group inoculated with *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus*

³⁾ Each value is the mean of three replicates with the standard deviation.

가하였다. 염도는 두 실험구 모두 제조 직후 2.4%에서 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하여 숙성 28일에는 4.2~4.3%의 수준이었다. 이러한 결과는 숙성 중에 수분함량이 감소됨에 따라 상대적으로 용질이 농축되었기 때문으로 생각된다.

감량은 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하여 숙성 28일에 LCSC와 LPSC가 각각 48.17% 및 47.72%로 높게 나타났다. Lücke¹⁾는 발효소시지의 완제품을 판단하는 기준으로 감량이 이용되며, 감량이 30% 이상인 제품을 건조 소시지로 분류하였다. 이에 따르면 두 실험구는 모두 숙성 7일에 감량이 약 30%의 수준이어서 숙성 7일 이후에는 건조 소시지에 속하였다. 한편 숙성 중 일반성분, 염도 및 감량에 있어서 유산균 스타터에 따른 큰 차이는 없었다.

2. 지방산 조성의 변화

발효소시지의 숙성에 따른 지방산 조성의 변화는 Table 2와 같다. 발효소시지의 제조 직후 LCSC의 구성 지방산 조성을 보면 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화산이 43.27%, C_{18:1}을 위주로 한 모노엔산이 43.40%로서 포화산과 모노엔산의 조성비가 비슷한 수준이었고, 폴리엔산의 조성비는 11.64%였으며, 포화산 / 폴리엔산의 비율은 3.72였다. 주요 구성 지방산과 그 조성은 C_{18:1} 41.23%, C_{16:0} 25.39%, C_{18:0} 15.81% 및 C_{18:2} 10.88%였다. 제조 직후 LPSC의 경우에는 C_{16:0}

과 C_{18:0} 등의 포화산이 43.20%로서 LCSC의 포화산 조성비와 비슷한 수준이었고, C_{18:1}을 위주로 한 모노엔산은 45.10%로서 LCSC의 모노엔산 조성비보다 다소 높은 수준이었다. 또 폴리엔산의 조성비는 11.05%였으며, 포화산 / 폴리엔산의 비율은 3.91이었다. LPSC의 주요 구성 지방산 및 그 조성은 C_{18:1} 42.06%, C_{16:0} 26.32%, C_{18:0} 14.94% 및 C_{18:2} 10.47%였다.

발효소시지를 28일간 숙성시킨 후 LCSC의 구성 지방산 조성을 보면 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화산 조성비가 48.36%로서 제조 직후보다 5.09% 증가하였고, 반면에 C_{18:1}을 위주로 한 모노엔산은 36.36%로서 제조 직후에 비하여 7.04% 감소하였다. 따라서 LCSC의 포화산 조성비는 모노엔산에 비하여 12% 이상 높게 나타났다. 폴리엔산의 조성비도 제조 직후 11.64%에서 숙성 28일에는 9.30%로 감소됨으로써 포화산 / 폴리엔산의 비율은 5.20으로 크게 증가하였다. 28일간 숙성시킨 후 LCSC의 주요 구성 지방산과 그 조성은 C_{18:1} 33.24%, C_{16:0} 28.64%, C_{18:0} 18.30% 및 C_{18:2} 8.63%로서 C_{18:1}과 C_{18:2} 등의 불포화지방산 함량은 감소한 대신에 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화지방산 함량은 증가하였다. 또한 28일간 숙성시킨 후의 LPSC의 구성 지방산 조성을 보면 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화산이 48.23%로서 제조 직후보다 5.03% 증가하였고, 반면에 C_{18:1}을 위주로 한 모노엔산은 41.59%로서 제조 직후에 비하여 3.51% 감소하였다. 따라서 LPSC의 포화산 조성비는 모노엔산에 비하여 6% 이상 높게 나타났으며, 폴리엔산의 조성비도 제조 직후 11.05%에서 숙성 28일에는 9.54%로 감소됨으로써 포화산 / 폴리엔산의 비율은 5.06으로 크게 증가하였다. 28일간 숙성시킨 후 LPSC의 주요 구성 지방산과 그 조성은 C_{18:1} 38.47%, C_{16:0} 27.45%, C_{18:0} 19.04% 및 C_{18:2} 9.07%로서 C_{18:1}과 C_{18:2} 등의 불포화지방산 함량은 감소한 대신에 상대적으로 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화지방산 함량은 증가하였다.

이와 같이 발효소시지의 주요 구성 지방산은 C_{18:1}, C_{16:0}, C_{18:0} 및 C_{18:2} 등이었고, 두 실험구 모두 28일간 숙성시킴으로써 C_{18:1}과 C_{18:2} 등의 불포화지방산 함량은 감소한 반면에 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화지방산 함량은 상대적으로 증가하였으며, 두 실험구간에는 숙성 28일에 모노엔산에 있어서 LPSC가 LCSC보다 다소 높은 수준을 보인 것 외에는 큰 차이가 없었다.

발효소시지의 지방을 구성하고 있는 지방산의 조성

Table 2. Changes in fatty acids during ripening of fermented sausages (unit : wt%)

Fatty acids	LCSC ¹⁾		LPSC ¹⁾	
	0 day	28 day	0 day	28 day
C _{12:0}	0.07	—	0.05	—
C _{14:0}	1.26	1.42	1.27	1.32
C _{16:0}	25.39	28.64	26.32	27.45
C _{16:1}	2.17	3.12	3.04	3.12
C _{18:0}	15.81	18.30	14.94	19.04
C _{18:1}	41.23	33.24	42.06	38.47
C _{18:2}	10.88	8.63	10.47	9.07
C _{13:3}	0.76	0.67	0.58	0.47
C _{20:0}	0.74	—	0.62	0.42
Others	1.69	5.98	0.65	0.64
SFA ²⁾	43.27	48.36	43.20	48.23
MUFA ³⁾	43.40	36.36	45.10	41.59
PUFA ⁴⁾	11.64	9.30	11.05	9.54
SFA/PUFA	3.72	5.20	3.91	5.06

¹⁾ See footnote of Table 1, ²⁾ Saturated fatty acid, ³⁾ Monounsaturated fatty acid, ⁴⁾ Polyunsaturated fatty acid.

은 제품의 저장 안정성에 영향을 줄 뿐만 아니라 숙성 중에 일어나는 유리 지방산의 변화에 따라 독특한 풍미의 변화를 초래하는 매우 중요한 요인이다. 지방이 육제품의 풍미에 영향을 주는 기작은 여러 가지가 있으나 크게 두 가지로 요약될 수 있는데, 첫째는 불포화 지방산의 산화에 의하여 카르보닐 화합물이나 휘발성 지방산이 관능적으로 감지될 수 있을 정도의 양이 생성되었을 때 풍미에 영향을 주게 되고, 둘째로 지방 자체가 가열 시에 생성되는 지용성 물질을 함유하고 있기 때문인 것으로 알려져 있다¹³⁾. 그런데 본 실험에 이용된 발효소시지는 비가열 제품이고 숙성 중에 일어나는 불포화 지방산의 상대적인 감소로 미루어 볼 때 주로 불포화 지방산의 산화에 의하여 생성되는 카르보닐 화합물이나 휘발성 지방산이 제품의 풍미에 영향을 줄 것으로 생각된다.

3. 이노신산 및 히포크산틴 함량의 변화

발효소시지의 숙성에 따른 이노신산(IMP) 및 히포크산틴 함량의 변화는 Table 3과 같다. 발효소시지의 이노신산 함량은 제조 직후에 LCSC와 LPSC가 각각 195.3mg% 및 187.6mg%였으나, 숙성이 진행됨에 따라 크게 감소하여 숙성 28일에는 LCSC와 LPSC가 각각 86.4mg% 및 45.7mg%였으며, LCSC가 LPSC에 비해 높은 수준을 보였다. 히포크산틴의 함량은 제조 직후에 LCSC와 LPSC가 각각 83.7mg% 및 88.2mg%였고, 28일간 숙성시킨 후에는 각각 78.5mg% 및 84.6mg%로서 큰 변화가 없었으며, 두 실험구 간에도 큰 차이가 없었다.

이러한 결과는 발효소시지의 제조 전에 원료육의 전처리, 절단 및 동결후의 해동 등의 처리과정에서 이미 ATP에서 ADP, ADP에서 AMP, 그리고 AMP에서 IMP로의 분해경로를 거치면서 IMP가 축적되어 제조 직후에는 높은 수준으로 유지되었으나 그 후 IMP가 이노신을 거쳐 최종산물인 히포크산틴으로 분해됨으로써 숙성 28일에는 그 함량이 크게 감

Table 3. Changes in IMP and Hx contents of during ripening of fermented sausages

Com-ponents	(unit: mg%)			
	LCSC ¹⁾		LPSC ¹⁾	
	0 day	28 day	0 day	28 day
IMP ²⁾	195.3	86.4	187.6	45.7
Hx ³⁾	83.7	78.5	88.2	84.6

¹⁾ See footnote of Table 1, ²⁾ Inosine monophosphate, ³⁾ Hypoxanthine.

소된 것으로 생각된다. 그러나 숙성 28일에 IMP 함량이 LCSC와 LPSC가 각각 86.4mg% 및 45.8mg%로서 LCSC가 LPSC에 비해 높은 수준을 보였는데, 이러한 현상은 숙성 초기에 LCSC가 LPSC에 비해 pH의 강하가 더 빠르게 진행되어 LCSC가 먼저 nucleotide phosphorylase의 활성을 상실하였기 때문인 것으로 사료된다. 이러한 육의 정미성분으로서 중요한 역할을 하는 IMP는 유리아미노산과 공존할 경우 맛의 상승효과가 매우 큰 것으로 알려져 있다¹⁴⁾. 한편 IMP 함량이 감소됨에 따라 히포크산틴의 함량도 상대적으로 증가할 것으로 예상되지만 본 실험에서 큰 변화가 없었던 것도 숙성 초기에 pH의 강하에 따른 nucleotide phosphorylase의 실패와 유관한 것으로 생각된다.

4. 유리아미노산 조성의 변화

발효소시지의 숙성 전과 28일 숙성 후의 유리아미노산의 변화 패턴은 Fig. 1과 같다. 그리고 처리구별로 그 조성을 비교해 본 결과는 Table 4와 같다. 발효소시지의 제조 직후 총 유리아미노산 함량은 LCSC와 LPSC가 각각 84.79mg% 및 85.81mg%로서 비슷한 수준이었으나, 28일간 숙성시킨 후에는 각각 607.61mg% 및 668.83mg%로 크게 증가하였다. 각 아미노산의 조성을 보면 제조 직후에는 트레오닌, 알라닌, 글루탐산, 글리신, 아스파르트산 및 로이신 등의 순으로 함유되어 주성분을 이루고 있었고, 두 실험구의 패턴이 매우 비슷한 경향이였다. 그러나 28일간 숙성시킨 후에는 LCSC의 경우 글루탐산이 87.12mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 리신, 알라닌, 로이신, 히스티딘, 아스파르트산 및 트레오닌의 순으로 분포되어 주성분을 이루고 있었으며, 특히 이들 중에 글루탐산과 리신의 증가현상이 두드러지게 나타났다. 또 LPSC의 경우에도 글루탐산이 117.08mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 리신, 트레오닌, 알라닌, 로이신, 아스파르트산 및 발린의 순으로 함유되어 있었으며, 이들 중에 트레오닌과 글루탐산의 함량은 LCSC에 비해 현저하게 높은 수준이었으나, 나머지는 비슷하거나 약간 많이 함유되어 있었다.

이와 같이 발효소시지의 제조 직후 트레오닌, 알라닌, 글루탐산, 글리신 및 아스파르트산 등의 유리 아미노산이 많이 분포하고 있는데, 이는 공시부위에 따라 약간의 차이가 있지만, 돈육 중에 많이 존재하는 유리아미노산은 알라닌, 글리신, 글루탐산 등이라고 한 Ewan 등¹⁵⁾ 및 Lakritz 등¹⁶⁾의 보고와 유사하였

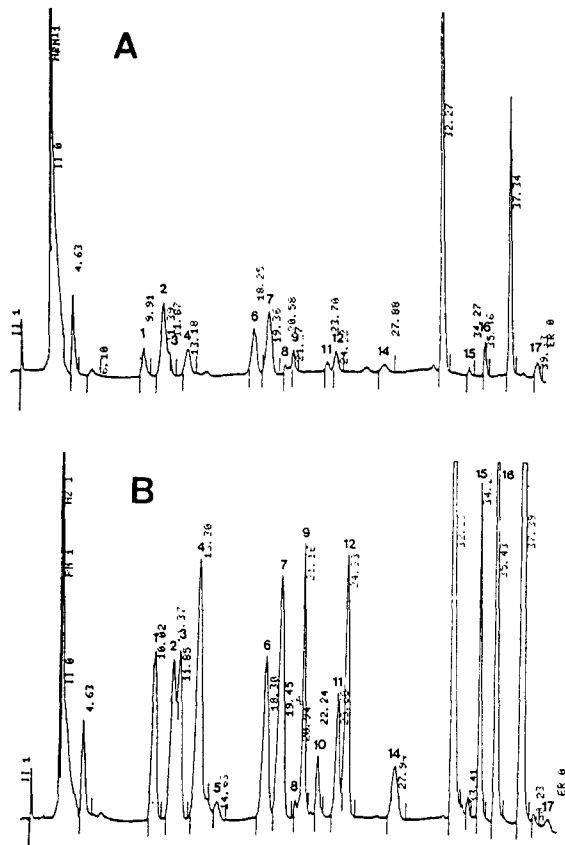


Fig. 1. Chromatogram of free amino acids of fermented sausages inoculated with *Lactobacillus curvatus* and *Staphylococcus carnosus*, ripened for 0 day(A) and 28 day(B) 1, aspartic acid; 2, threonine; 3, serine; 4, glutamic acid; 5, proline; 6, glycine; 7, alanine; 8, cystine; 9, valine; 10, methionine; 11, isoleucine; 12, leucine; 13, tyrosine; 14, phenylalanine; 15, histidine; 16, lysine; 17, arginine.

다. 또한 숙성이 진행됨에 따라 두 실험구 모두 글루탐산, 알라닌, 로이신 및 리신 등의 유리아미노산이 현저하게 증가하였는데, 이러한 결과는 Dierick 등¹⁷⁾의 건조소시지의 숙성 중에 알라닌, 글루탐산, 트레오닌 및 글리신 등이 크게 증가하였다는 보고와 Melo 등¹⁸⁾의 컨트리 스타일 햄의 숙성 중에 알라닌, 글루탐산, 로이신 및 리신 등이 현저하게 증가하였다는 보고와 거의 일치하였다.

한편 발효소시지의 풍미는 향신료의 종류, 훈연방법, 첨가물의 종류와 양, 그리고 미생물이나 자가소화에 의하여 생성된 당, 단백질 및 지방 등의 분해산물에 기인하는 것으로 알려져 있다⁷⁾. 특히 단백질의 분해산물인 비휘발성 유리아미노산은 숙성이 진행됨에 따라 증가하여 발효소시지의 풍미에 직접적으로 관여

Table 4. Changes in free amino acids during ripening of fermented sausages (unit: mg%)

FFA	LCSC ¹⁾		LPSC ¹⁾	
	0 day	28 day	0 day	28 day
Asp	6.42	47.99	6.74	50.90
Thr	21.59	43.01	20.88	75.81
Ser	2.65	32.97	2.48	ND ²⁾
Glu	8.56	87.12	8.77	117.08
Pro	ND	14.61	ND	17.86
Gly	6.66	25.23	7.62	31.98
Ala	16.22	58.67	16.80	66.40
Cys	0.14	0.26	0.13	0.27
Val	3.39	37.58	3.62	43.99
Met	ND	7.94	ND	10.31
Ile	1.94	29.59	2.01	31.31
Leu	4.29	56.20	4.22	64.55
Tyr	ND	ND	ND	ND
Phe	2.84	26.46	2.73	30.61
His	1.55	51.30	1.68	41.50
Lys	3.58	85.87	3.93	81.13
Arg	4.96	1.81	4.20	5.13
Total	84.79	607.61	85.81	668.83

¹⁾ See footnote of Table 1, ²⁾ Not detected

하며, 그 중에서도 글루탐산은 감칠맛, 알라닌은 단맛을 낸다고 알려져 있다¹⁴⁾. 따라서 본 실험에서 숙성이 진행됨에 따라 글루탐산과 알라닌이 양적으로 크게 증가한 것으로 보아 이들 아미노산이 발효소시지의 풍미에 매우 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

요 약

*Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터(LCSC) 및 *Lactobacillus plantarum*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터(LPSC)를 각각 이용하여 발효소시지를 제조한 후, 그 숙성에 따른 풍미성분의 변화를 비교 검토하였다. 발효소시지의 숙성 중 수분함량이 감소됨에 따라 단백질과 지방함량, 염도 및 감량은 점차 증가하여 28일간 숙성시킨 후에는 수분, 단백질 및 지방함량이 각각 25%, 32% 및 38% 수준이었고, 염도는 4.2~4.3%, 감량은 48%였으며, 두 실험구 간에는 큰 차이가 없었다. 주요 구성 지방산은 제조 직후에는 C_{18:1}, C_{16:0}, C_{18:0} 및 C_{18:2} 등이었는데, 28일간 숙성시킴으로써 C_{18:1}과 C_{18:2} 등의 불포화지방산 함량은 감소한 반면에 C_{16:0}과 C_{18:0} 등의 포화지방산 함량은 상대적으로 증가하였으며, 유산균 스타타터를 달리한 두 실험구간에는 모노

엔산 조성비에 있어서 LPSC가 LCSC보다 다소 높은 수준을 보였다. 이노신산 함량은 숙성이 진행됨에 따라 두 실험구 모두 크게 감소하였으나, 히포크산틴의 함량은 큰 변화가 없었으며, 두 실험구 간에도 큰 차이가 없었다. 발효소시지의 총 유리아미노산 함량은 제조 직후에 비하여 28일간 숙성시킴에 따라 그 함량이 크게 증가하였다. 또한 두 실험구 모두 숙성에 의하여 글루탐산, 알라닌, 로이신 및 리신 등의 유리아미노산이 현저하게 증가하였다.

참고문헌

- Lücke, F.K.: Fermented sausages. In *Microbiology of Fermented Foods*. Wood, B.B.(ed.), Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, Vol. 2, p.41~84(1985).
- Lücke, F.K. and Hechelmann, H.: Starter cultures for dry sausages and raw ham: composition and effect. *Fleischwirtsch.*, 67, 307~314(1987).
- Bacus, J.N. and Brown, W.L.: Use of microbial cultures: meat products. *Food Technol.*, 35, 74~78(1981).
- Liepe, H.U.: Starter cultures in meat production. In *Biotechnology*, Rehm, H.J. and Reed, G.(ed.), Verlag Chemmie, Vol. 5, p.399~424(1983).
- Smith, J.L. and Palumbo, S.A.: Use of starter cultures in meats. *J. Food Prot.*, 46, 997~1006(1983).
- Johansson, G., Berdague, J.L., Larsson, M., Tran, N., and Borch, E.: Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during the ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Sci.* 38, 203~218(1994).
- Kitchell, A.G.: Micrococci and coagulase negative staphylococci in cured meats and meat products. *J. Appl. Bacteriol.*, 25, 416~431(1962).
- 김창한, 문영덕, 고명수 : 발효소시지로부터 휘발성 지방산과 휘발성 카르보닐 화합물의 분리 및 정량, *한국축산식품학회지*, 15, 88~92(1995).
- A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.(1980).
- Morrison, W.R. and Smith, L.M.: Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from liquid with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.*, 5, 600~604(1964).
- 이용호, 구재근, 안창범, 차용준, 오광수 : HPLC에 의한 시판 수산건제품의 ATP 분해생성물의 신속정량법, *한국수산학회지*, 17, 368~373(1984).
- 홍재식, 김영희, 김명근, 김영수, 손희숙 : 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성, *한국식품과학회지*, 21, 58~62(1989).
- Willian, G.M.: Beef flavor - a review. *Food Technol.* 5, 227~232(1983).
- Henriksen, A.P. and Stahnke, L.H.: Sensory and chromatographic evaluation of water soluble fractions from dried sausages. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2679~2684(1997).
- Ewan, R.C., Topel, D.G. and Ono, K.: Chemical composition of chops from pale soft exudative (PSE) and normal pork loins. *J. Food Sci.* 44, 678~680(1979).
- Lakritz, L., Spinelli, A.M. and Wasserman, A.E.: Effect of storage on the concentration of proline and other free amino acids in pork belly. *J. Food Sci.* 41, 879~881(1976).
- Dierick, E., Vandekerckhove, P. and Demeyer, D.: Changes in non protein nitrogen compounds during dry sausage ripening. *J. Food Sci.* 39, 301~304(1974).
- Melo, T.S., Blumer, T.N. and Swaisgod, H.E.: Catheptic enzyme activity in aged country style hams as influenced by precuring treatment. *J. Food Sci.* 39, 511~515(1974).

(1999년 9월 3일 접수)