

## 곰팡이 발효소시지의 향기성분 분석 및 관능검사

김창한 · 고명수\* · 이광형 · 박상진 · 김정환 · 임대석 · 박우문\*\* · 유익중\*\* · 이지호  
건국대학교 동물자원연구센터, \*동남보건전문대학 식품가공과,  
\*\*한국식품개발연구원

## Volatile Flavor Components and Sensory Evaluation of Mold Fermented Sausages

Chang-Han Kim, Myung-Soo Ko\*, Kwang-Hyoung Lee, Sang-Jin Park,  
Jeong-Hwan Kim, Dae-Seog Lim, Woo-Mun Park\*\*, Ick-Jong Yoo\*\* and Chi-Ho Lee

Animal Resources Research Center, Konkuk University

\*Department of Food Technology, Dongnam Health College

\*\*Korea Food Research Institute

### Abstract

The aroma concentrates from mold fermented sausages were isolated by steam distillation and simultaneous steam-distillation-extraction(SDE) methods. Quantitative estimation of the aroma concentrates in mold fermented sausages was carried out by using GC-MS. Mold fermented sausages were manufactured into two types. The first was manufactured with starter culture containing *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus*(LP). The second was manufactured with starter culture containing *L. curvatus* and *S. carnosus*(LC). The aroma concentrates containing hexanoic acid and 2-butyl-2-octenal were identified in mold fermented sausages immediately after manufacture. After 28 days, the volatile flavor components from LP and LC were determined to be 14(trimethylsilylester of hexadecanoic acid and 2-methyl-3-octanol, etc.) and 16 substances(hexadecanoic acid and 1-hexadecanol, etc.), respectively. The distribution of aroma concentrates in LP and LC was different, but their panel test placed them in similarity.

Key words : mold fermented sausage, aroma, GC-MS, panel test.

## 서론

식품을 식용할 때 시각, 후각, 미각을 즐겁게 하고, 심리적으로 만족을 주는 정도인 기호성에 영향을 미치는 중요한 요인으로는 외관, 조직 및 풍미 등이 있으며, 이들을 관능적 품질특성이라 한다<sup>(1)</sup>. 특히 발효소시지의 풍미는 cathepsin 등의 효소 외에 원료육 중의 미생물에 의하여 생성되는 protease와 lipase 등의 작용에 의해 생성되는 유리아미노산, 펩티드, 핵산관련물질, 유기산 및 유리지방산 등의 물질

과 그 분해산물에 의하여 형성된다고 알려져 있다<sup>(2,3)</sup>. 이와 같이 형성된 풍미는 시각·미각·청각·촉각 및 후각 등의 오감에 의해서만 판단할 수 있는 심리적 품질특성이며, 식품산업 분야에서는 품질관리와 품질개량을 목적으로 관능검사에 의하여 평가되고 있다<sup>(4)</sup>. 관능검사는 사람의 심리적인 검사에 의하여 주관적으로 판단하므로 객관성이 다소 결여되어 있다<sup>(5)</sup>. 그러므로 관능검사와 병행하여 이화학적인 계측이나 분석을 통하여 객관성을 부여할 필요가 있다고 생각된다. Narasimhan 등<sup>(2,3)</sup>은 연속증류추출[simultaneous steam-distillation-extraction(SDE)] 장치를 이용하여 육으로부터 향미성분을 추출하여 GC-MS로 검출하여 보고하였고, Berger 등<sup>(6)</sup>도 salami로부터 휘발

Corresponding author : Chang-Han Kim, Animal Resources Research Center, Konkuk University, 93-1, Mojin-Dong, Kwangjin-Gu, Seoul 143-701, Korea.

성 향미성분의 분석에 대한 보고를 한 바 있으나 아직까지 국내에서는 이와 관련된 보고가 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 곰팡이 발효소시지의 숙성중에 관능적 품질특성의 변화를 객관적인 측정방법인 GC-MS를 이용한 이화학적 분석과 관능적 방법으로 측정하여 두 측정치간의 상관관계를 평가하고 이에 따라 기계적으로 신속 정확하게 분석할 수 있는 방법을 제시함으로써 한국적 맛과 향을 지닌 새로운 제품 개발에의 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

건국대학교 축산가공학과 미생물 실험실에서 보존하고 있는 *Lactobacillus curvatus* K12-5, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus* 및 *Penicillium nalgiovense*를 본 실험에 사용하였다.

### Starter culture의 조제 및 접종

Bacterial starter culture는 전보<sup>(7)</sup>와 같이 조제하였으며, 소시지 세절혼합육에의 접종은 *L. curvatus* K12-5와 *L. plantarum*을 각각  $1.0 \times 10^7$  cells/g, *S. carnosus*를  $5.0 \times 10^6$  cells/g의 균농도가 되도록 하여 원료의 혼합시에 첨가하였다. Mold starter culture는 *P. nalgiovense*를 potato dextrose agar배지에 접종하여 27℃에서 7일간 배양한 후 포자농도가  $1.0 \times 10^8$  spores/ml인 현탁액 100ml를 조제하였고, 그 포자 현탁액을 증류수 10 l에 희석한 다음 케이싱에 충전된 소시지를 30분간 침지시켜 접종하였다.

### 곰팡이 발효소시지의 제조

신선한 돈육과 등지방을 선별 구입하여  $5 \times 3 \times 3$ cm로 절단한 후, -20℃에서 1주일간 동결시켰다가 가공직전 세절이 용이하도록 -1~-3℃에서 해동하여 silent cutter(Seydelmann, Germany)에 돈육을 넣어 세절한 후 원료육에 대하여 white pepper 0.25%, garlic 0.05%, rosemary 0.05%, sage 0.05% 등의 향신료와 식염 2.8%, 포도당 1.0%, 아질산염 0.02% 등의 첨가물과 bacterial starter cul-

ture 및 등지방 순으로 가하여 혼합하였다. 세절혼합육은 fibrous casing(Securex,  $\phi 45$  mm)에 약 200 g씩 충전시킨 후 mold starter culture 현탁액에 30분간 침지한 다음 향온향습 chamber(AE-215, Toyo Seisakusho Co., Humid Test Chamber, Japan)에서 조제직후부터 3일 동안은 온도와 상대습도를 각각  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $93 \pm 2\%$ , 4~5일째에는 각각  $18^\circ\text{C}$ ,  $90\%$ , 6일째부터 25일째까지는 온도를  $15^\circ\text{C}$ , 상대습도를 88%에서 78%까지 서서히 낮추면서 숙성시켰다.

### 향기성분의 추출

향기성분의 추출에는 Likens-Nickerson 장치의 개량형인 연속증류추출(simultaneous steam distillation extraction) 장치를 사용하였다. 즉, 세절된 곰팡이 발효소시지 100g에 증류수 200ml를 가하여 시료용 플라스크에 넣고, n-pentane 150ml를 용매용 플라스크에 넣어 향온을 유지하면서 먼저 용매를 순환시킨 후, 시료가 끓을 때까지 시료용 플라스크의 온도를 상승시켜 2시간 동안 향기성분을 추출하였다. 추출액에 무수황산나트륨을 첨가하고 냉장고에서 12시간 방치시켜 탈수시킨 다음 GC 및 GC-MS 분석용으로 하였다.

### 향기성분의 분석

추출된 향기성분은 GC 및 GC-MS를 이용하여 분석하였다. GC는 Hewlett-Packard 5890 II GC가 사용되었다. 본 실험에는 Ultra-2 (50m $\times$ 0.2mm, 0.33 $\mu$ m) column이 분석에 이용되었고, column은 먼저 50℃의 온도로 2분간 유지한 다음 10℃/min의 속도로 320℃까지 온도를 높여 30분간을 유지하였다. 검출기는 FID가 사용되었고 검출기 및 주입구 온도는 각각 320℃ 및 280℃로 유지하였다. 운반기체인 He가스는 유속 0.5ml/min으로 하였다. MS는 Hewlett-Packard 5988 MS가 사용되었고, 그 분석조건으로는 ion source temperature 200℃, ionization energy 70eV, trap current 300 $\mu$ A였다. 각 성분들은 Mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인되었다.

관능검사 및 통계처리

관능검사는 훈련된 검사요원 10명을 대상으로 매회 3반복 실시하였으며, 향과 맛 및 종합적인 기호도에 대한 강도를 7점 척도법(7: 매우 좋다(강하다), 1: 매우 나쁘다(약하다))으로 평가하였다. 평가 후 분석치의 통계처리는 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 실시하였다.

결과 및 고찰

곰팡이 발효소시지의 향미성분

곰팡이 발효소시지의 향기성분을 SDE법으로 추출하여 GC-MS에 의하여 분석하였다. 곰팡이 발효소시지의 제조직후에 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 1과 같다. 이러한 total ion chromatogram으로부터 Fig. 2와 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합물은 Table 1과 같다. 곰팡이 발효소시지 제조직후의 향기성분은 총 9종이 분리되었으나, hexanoic acid와 2-butyl-2-octenal 등 2종만이 확인되었고, 나머지는 확인되지 않았다. *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 3과 같다. 이러한

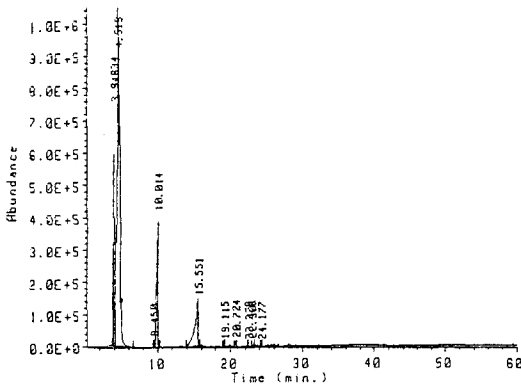


Fig. 1. Total ion chromatogram of volatile compounds from mold fermented sausage immediately after manufacture.

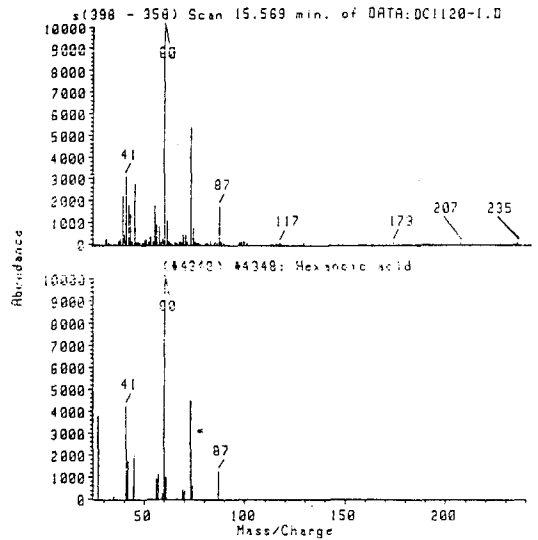


Fig. 2. Mass spectrum of hexanoic acid.

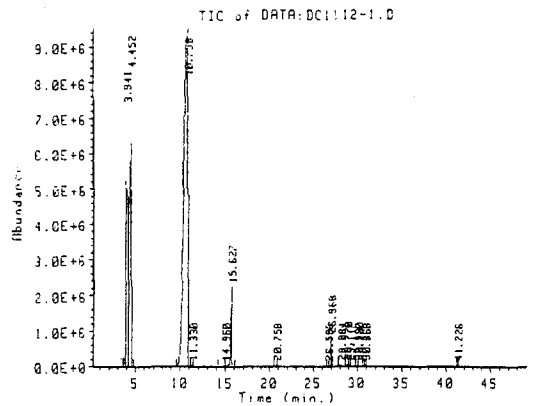


Fig. 3. Total ion chromatogram of volatile compounds from mold fermented sausage of *Lactobacillus plantarum* group ripened for 28 days.

total ion chromatogram으로부터 Fig. 4와 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합물은 Table 1과 같다. 숙성 28일째의 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분은 총 14종이었으나, hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, 2-butyl-2-octenal, 2-methyl-3-octanol, hexadecanoic acid, hexadecanoic acid의 trimethylsilyl ester 등 5종만이 확인되었고 나머지는 확인되지 않았다. 또한 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococ-*

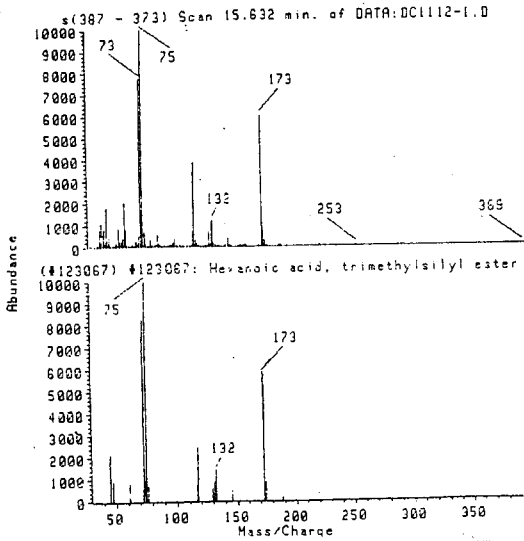


Fig. 4. Mass spectrum of trimethylsilyl ester of hexanoic acid.

*cus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분의 total ion chromatogram은 Fig. 5와 같다. 이러한 total ion chromatogram으로부터 Fig. 6과 같이 mass spectrum과 library system에 의하여 검색한 후 확인된 화합물은 Table 1과 같다. 숙성 28일체의 곰팡이 발효소시지로부터 분리된 향기성분은 총 16종이었으

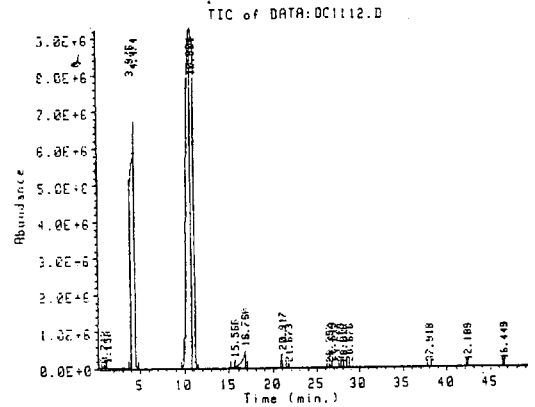


Fig. 5. Total ion chromatogram of volatile compounds from mold fermented sausage of *Lactobacillus curvatus* group ripened for 28 days.

나, hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, hexanoic acid, 2-butyl-2-octenal, 2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene, 1-hexadecanol, 1,1-dimethylene-3-amino-2-butenic acid, heptyl hexanoate 등 7종만이 확인되었고 나머지는 확인되지 않았다. 한편 곰팡이 발효소시지의 제조 직후에는 향기성분이 총 9종이 분리되었고 acid류인 hexanoic acid 1종과 aldehyde류인 2-butyl-2-octenal 1종만이 확인되었으나, 28일간 숙성시킴으로써 *Lactobacillus*

Table 1. Volatile flavor components of mold fermented sausages (Peak area /1000)

RT(min)	Components	Peak area		
		0 day	28 days	
			LP	LC
15.5	hexanoic acid	48450	—	113903
15.6	hexanoic aced, trimethylsilyl ester	—	110882	7834
20.7	2-butyl-2-octenal	544	1325	23545
21.6	2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene	—	—	788
26.3	1-hexandecanol	—	—	463
26.5	2-methyl-3-octanol	—	535	—
26.6	1,1-dimethylene-3-amino-2-butenic acid	—	—	1749
28.0	hexadecanoic acid	—	3370	—
28.6	heptyl hexanoate	—	—	533
28.7	hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester	—	2967	—

LP : *Lactobacillus plantarum* group  
 LC : *Lactobacillus curvatus* group

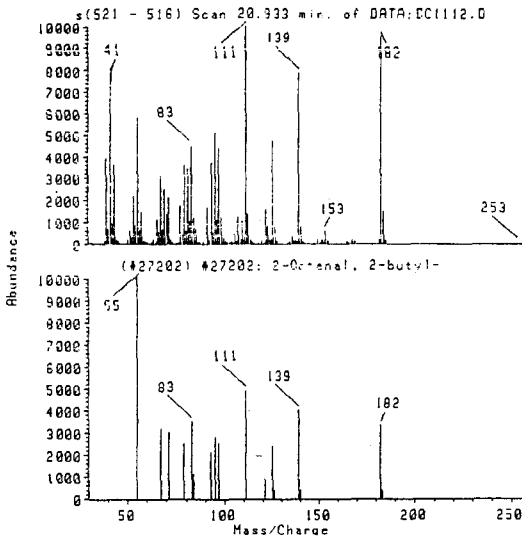


Fig. 6. Mass spectrum of 2-butyl-2-octenal.

*plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지에서는 향기성분이 총 14종이 분리되었고, mass spectrum과 library system에 의하여 확인된 화합물도 hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, 2-methyl-3-octanol, hexadecanoic acid, hexadecanoic acid의 trimethylsilyl ester 등 ester류와 alcohol류 4종이 더 증가하였다. 반면에 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지에서는 향기성분이 총 16종이 분리되었고, mass spectrum과 library system에 의하여 확인된 화합물도 hexanoic acid의 trimethylsilyl ester, 2,5-dimethyl-3-methylene-1,5-heptadiene, 1-hexadecanol, 1,1-dimethylene-3-amino-2-butenic acid, heptyl hexanoate 등 5종이 더 증가하였다. 이와 같이

*Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지와 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지의 두 처리구간에는 28일간 숙성이 진행됨에 따라 향기성분의 분포가 서로 다른 양상을 보였다.

곰팡이 발효소시지의 관능적 특성

28일간 숙성시킨 곰팡이 발효소시지의 향미를 최종적으로 평가하기 위하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 2와 같다. 향과 맛 그리고 종합적인 기호도에 있어서 *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지와 *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지의 두 처리구간에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 시료간의 향미성분의 분포가 다른 양상을 보이긴 하나, 그 차이가 뚜렷하지 않아 관능검사에서는 인식할 수 없었던 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 *Lactobacillus plantarum*(LP)과 *L. curvatus*(LC)를 각각 *Staphylococcus carnosus*와 혼합한 bacterial starter culture와 곰팡이 스타터로서 *Penicillium nalgiovense*를 이용하여 두 종류의 곰팡이 발효소시지를 제조한 후 곰팡이 발효소시지의 휘발성 향기 성분의 분석을 위해 연속증류추출법(simultaneous steam-distillation- extraction : SDE)을 이용하여 향기성분을 추출하여 GC-MS로 분석하였다. 제조한 직후의 곰팡이 발효소시지에서는 hexanoic acid와 2-butyl-2-octenal 등 총 9종

Table 2. Sensory evaluationa) of mold fermented sausages

Group <sup>b)</sup>	Flavor	Taste	Overall acceptance
LP	3.93 ± 1.03 <sup>a</sup>	3.97 ± 1.03 <sup>a</sup>	4.24 ± 1.27 <sup>a</sup>
LC	4.00 ± 1.02 <sup>a</sup>	3.97 ± 1.00 <sup>a</sup>	3.83 ± 1.23 <sup>a</sup>

a) 7 : extremely good, 1 : extremely poor

b) LP : *Lactobacillus plantarum* group

LC : *Lactobacillus curvatus* group

c) Means followed by the same letter are not significantly different from each other( $p < 0.05$ )

이 분리되었고, 숙성 28일째 후에는 LP에서는 hexadecanoic acid의 trimethylsilyl ester와 2-methyl-3-octanol 등 총 14 종의 향기성분이 분리되었고, LC에서는 hexadecanoic acid와 1-hexadecanol 등 총 16종이 분리되었다. 시료 간의 향기성분의 분포가 다른 양상을 보이기는 하나 관능검사에서는 유의차가 인정되지 않았다.

### 참고문헌

- Schulth, T. H., Flath, R. A., Mon, T. R., Enggling, S. B. and Teranishi, R.: Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 466 (1977).
- Ramarathnam, N., Rubin, L. J. and Diosady, L. L.: Studies on meat flavor. 1. Qualitative and quantitative differences in uncured and cured pork. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 344 (1991).
- Ramarathnam, N., Rubin, L. J. and Diosady, L. L.: Studies on meat flavor. 2. Quantitative investigation of the volatile carbonyls and hydrocarbons in uncured and cured beef and chicken. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1839 (1991).
- Smith, J. L. and Palumbo, S. A.: Use of starter cultures in meats. *J. Food Prot.*, **46**, 997 (1983).
- Bacus, J. N. and Brown, W. L.: Use of microbial cultures : meat products. *Food Technol.*, **35**, 74 (1981).
- Berger, R. G., Macku, C., German, J. B. and Shibamoto, T.: Isolation and identification of dry salami volatiles. *J. Food Sci.*, **55**, 1239 (1990).
- 김창한, 고명수, 이광형, 양종범, 조좌형, 박우문, 유익중 : 곰팡이 발효소시지의 숙성중 Starter Culture가 주요 식중독 세균의 생존에 미치는 영향. *한국축산식품학회지*, **16**(1), 94 (1996).
- Keller, J. E. and Acton, J. C.: Properties of fermented, semidry turkey sausage during production with lyophilized and frozen concentrates of *Pediococcus cerevisiae*. *J. Food Sci.*, **39**, 836 (1974).
- Gokalp, H. Y.: Turkish style fermented sausage manufactured by adding different starter cultures and using different ripening temperatures. *Fleischwirtsch.*, **66**, 573 (1986).
- Umamo, K. and Shibamoto, T.: Analysis of headspace volatiles from overheated beef fat. *J. Agric. Food Chem.*, **34**, 14 (1987).
- Demeyer, D., Hoozee, J. and Mesdom, H.: Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, **30**, 293 (1974).
- Bacus, J. N.: Fermented meat and poultry products. In *Advances in Meat Research*, Pearson, A. M. ed., AVI Publishing Co., Vol. 2, p.123 (1986).
- Liepe, Hans-Ulrich.: Using a new lactobacilli starter culture in dry sausage technology. *Fleischwirtsch.*, **66**, 1027 (1986).

(1998년 9월 30일 접수)