

군주를 달리한 된장의 향기 성분

박정숙 · 이명렬 · 김경수 · 이택수*

조선대학교 식품영양학과, *서울여자대학교 식품과학과

Volatile Flavor Components of Soybean Paste(*Doenjang*) Prepared from Different Types of Strains

Jung-Suk Park, Myung-Yul Lee, Kyong-Su Kim and Taik-Soo Lee*

Department of Food and Nutrition, Chosun University

*Department of Food Science, Seoul Woman's University

Abstract

Four types of soybean paste(*Doenjang*), using traditional meju, koji, *natto* meju and mixture of koji and *natto* meju, were manufactured and fermented for 90 days. Analyzed volatile flavor components by GC-MS were confirmed to be thirty-six components including 5 alcohols, 5 aldehydes, 8 ketones, 3 acids, 9 esters and 6 miscellaneous ones. Traditional soybean paste tested had 29 components, koji and koji-*natto* soybean paste 26~24 and *natto* soybean paste had 20 ones. Alcohol was found to be the most abundant volatile flavor components in all samples group. Traditional soybean paste had higher ratio of carbonyl to ester than any other types of soybean paste while koji-*natto* soybean paste had the lowest ratio of their components. The newly identified five volatile flavor components were 3-ethoxy-1-propene, dihydro-2-methyl-3-furanone, 1-hydroxy-2-propanone, 1-(2-furanyl)ethanone and 2-acetyl ethylhexanoate.

Key words: soybean paste(*Doenjang*), traditional meju, koji, *natto* meju, volatile flavor components

서 론

된장은 간장, 청국장과 함께 콩을 주원료로한 우리 고유의 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높아 영양학적으로도 우리 일상 식탁에서 중요시되는 기본 부식품이다.

된장의 구수한 맛은 주로 숙성과정 중 효소작용에 의해 콩단백질로부터 생성된 아미노산에 기인되며 미량의 당분과 소금에 의한 단맛과 짠맛이 조화되어 맛을 더하게 되고 이와 더불어 내염성 효모나 젖산균의 발효로 생성되는 풍미와 원료나 미생물 발효에서 생성되는 색이 조합되어 된장의 품질이 결정된다¹⁾.

현재 국내에서 제조되는 된장은 메주를 사용하여 만든 재래식 된장과 *Aspergillus oryzae* 등의 국균을 사용하여 만드는 개량식 된장으로 대별하며 풍미 생성을 위하여 *Bacillus natto* 등의 세균이 사용되기도 한다. 또한 담금에 사용하는 주원료의 양에 따라 콩된장, 쌀된장, 보리쌀된장, 밀된장으로 분류한다²⁾.

된장에 관한 연구는 비교적 활발하여 유리아미노산,

유리당, 지방산 등의 맛성분^{3) 4)}과 효소^{1) 12)}, 미생물^{13) 14)}, 원료대체^{15) 17)}, 저장¹⁸⁾ 등에 관하여 다수의 연구 보고가 있다.

향기에 관하여는 송 등¹⁹⁾의 한국 재래식 된장 발효중 관여 미생물이 생성하는 향기 성분에 관한 연구, 김 등²⁰⁾의 개스크로마토그래피 패턴과 관능검사 성적을 이용한 한국 재래식 된장 향기의 주성분 분석, 김 등²¹⁾의 재래식 메주 및 된장의 향기성분, 伊藤 등^{22) 26)}의 일본 된장의 향기 성분에 관한 연구가 있을 뿐이다.

된장의 품질면에서 향기는 맛과 더불어 중요한 성분이나 위의 내용과 같이 현재까지 된장에 관한 연구는 맛 성분에 관한 연구가 대부분이고 향기에 대한 연구는 미비하다.

본 연구는 된장 숙성에 중요역할을 하는 메주나 고오지가 된장의 향기생성에 미치는 영향을 검토할 목적으로 수행되었다. 본보에서는 재래식 메주, *Bacillus natto* 메주, *Aspergillus oryzae* 고오지, 고오지와 *natto* 메주의 혼용으로 담금한 각 숙성된장의 향기성분을 분석 고찰 하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

Table 1. Operating conditions of GC-MS assay of volatile compounds in soybean paste

GC	: Hewlett-Packard (HP 5890 Series II)
Injector	: Splitless, temperature 250°C
Detector	: TCD, temperature 280°C
Column	: HP-FFAP Capillary Column; 50 m×0.2 mm, i.d.; 0.2 μm
Carrier Gas	: He 2 ml/min
Temp.-Program	: 40°C (5 min)-10°C/min-70°C-8°C/min-150°C-6°C/min-210°C
MS	: Hewlett-Packard(HP 5971A) with HP-UNIX. Chemstation
Ionsource Temperature	: 200°C
Ionisation	: EI 70 eV
Multiplier	: 2417 V
Scan-Mode	: 10~300 m/e
Integrator	: Hewlett Packard 3390 A

재료 및 방법

재료

1990년도 시판 황색콩(수분 14.0%, 조단백질 36.9%, 조지방 16.8%)과 시판 통일쌀(수분 14.1%, 조단백질 7.8%, 조지방 1.9%) 및 한주소금을 된장제조 원료로 사용하였고 균주는 *Aspergillus oryzae* ATCC 22788과 *Bacillus natto* IFO 3013을 한국 중균 협회로부터 분양 받아 사용하였다.

Natto starter

콩 50g에 300 ml의 물을 가하여 100°C에서 1시간 가열하여 침출시킨 여액에 glucose 5%, yeast extract 0.25%, soy bean percolate 0.5%를 첨가하여 상법으로 살균한 배지(pH 7.3) 100 ml에 *Bacillus natto* 균 20 ml를 접종하여 37°C, 24시간 진탕 배양하여 *Bacillus natto* starter를 제조하였다.

고오지, 나토 및 재래식 메주 제조

쌀을 수세하여 3시간 정도 침지한 다음 물을 빼고 120°C에서 30분간 증자하여 *Aspergillus oryzae*의 쌀종균 0.5%를 접종하고 48시간 재균하여 고오지로 사용하였다. *Bacillus natto*는 콩을 수세하여 실온에서 12시간 침지한 후 물을 빼고 1.2 kg/cm²로 50분간 autoclaving하고 42°C로 냉각하여 *natto* starter를 60 ml 접종하여 42°C에서 3일간 배양하였다. 재래식 메주는 콩을 증자한 콩을 30°C로 냉각시켜 1/2은 파쇄하고 1/2은 파쇄하지 않은 상태로 이들을 혼합 후 성형하여 10월에 3일간 방안에서 건조시킨 뒤 벧꽃에 매달아 2개월간 비워 사용하였다.

된장 제조

시험 된장은 콩과 쌀의 총량을 8,700g으로 고정하여 다음과 같이 제조하였다. 즉 고오지 된장은 콩 5,440g을 증자하여 3,260g의 쌀을 사용하여 만든 고오지와 혼합

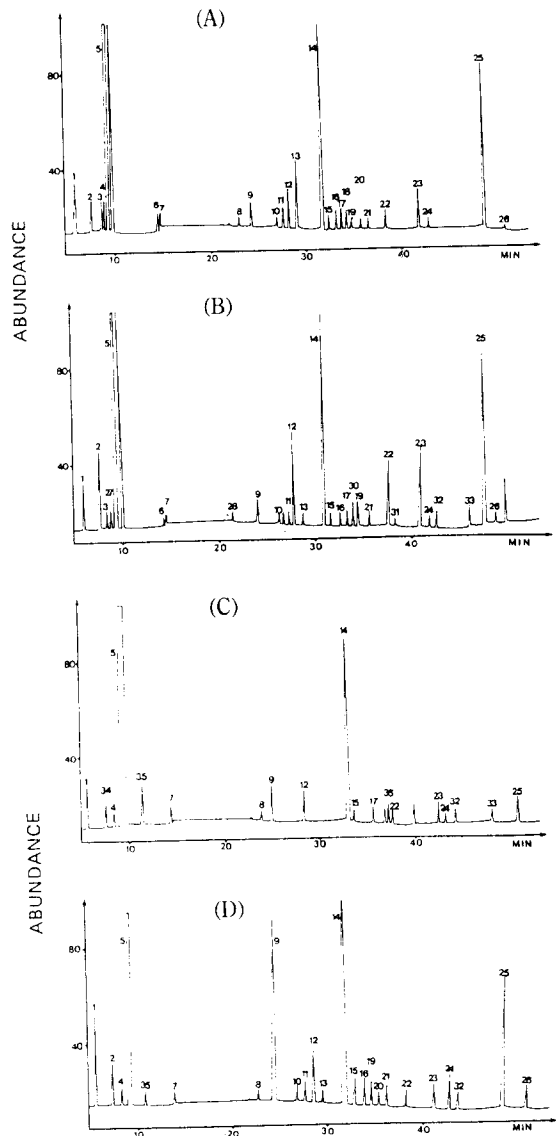


Fig. 1. GC-MS total ion chromatogram of volatile compounds of soybean paste(doenjang) fermented for 90 days

(A) Koji soybean paste, (B) Traditional soybean paste, (C) *Natto* soybean paste, (D) Koji and *Natto* soybean paste

하였고 재래식 된장은 콩 8,770g을 사용하여 만든 메주 전량을 담금에 사용하였다. 나토 된장은 콩 5,440g을 증자하고 콩만으로 제조된 *Bacillus natto* 배양 메주 3,260g과 혼합하였으며, 고오지-나토 된장은 콩 5,440g을 증자하여 1,630g을 사용하여 만든 쌀고오지와 *Bacillus natto* 배양 메주 각 1,630g을 혼합하였다.

혼합된 각 곡류 원료에 1,200g의 소금과 2,000 ml의 물을 가하여 잘 혼합 후 31.5 cm, 직경 35.5 cm의 플라

스틱 용기에 담아 상부에 소금을 뿌린 후 포로 덮고 누름돌을 얹어 20℃에서 90일간 숙성시켰다. 향기 분석에 사용한 시료 된장의 수분은 51.1~54.5%, 조단백질 12.6~14.3%, 조지방 7.8~9.5%, 식염은 10.3~13.7%였다.

향기 성분의 분석

향기 성분의 추출은 headspace 방법으로 하였다. 된장 7g에 증류수 5 ml와 Na₂SO₄를 headspace vial에 담고 capping 한 뒤 80℃에서 20분간 가열한 후 3 ml를 GC에 주입하여 Table 1과 같은 조건으로 분석하였고 MS로 확인하였다.

90일간 발효시킨 재래식, 고오지, 나토 및 고오지-나토 된장의 향기성분을 headspace 방법으로 추출하여 Capillary gas chromatography-Mass spectrometry(GC-MS)로 향기 성분을 분석한 결과는 Fig.1 및 Table 2와 같다.

된장에서 검출된 향기 성분은 ethanol, 1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 2,3-butanediol, 2-furanmethanol 등 알콜류 5종, Carbonyl 화합물로서 hydroxyacetaldehyde, 3-methyl-1-butanal, pentanal, 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde 등 알데히드류 5종, 2-propanone, 2,3-butanedione, dihydro-2-methyl-3-furanone, 1-hydroxy-2-propanone, 3-hydroxybutanone, 1-(2-furanyl)ethanone, 1-(1H-pyrrol-2yl)-ethanone, 6-methyl-4H-pyran-4-one 등 케톤류 8종, acetic acid, butanoic acid, 3-methylbutanoic acid 등 유기산류 3종, ethyl ace-

결과 및 고찰

Table 2 Volatile flavor components of soybean paste fermented for 90 days

Peak No.	Compounds	Peak Area(%)			
		Soybean paste			
		Koji	Traditional	Natto	Koji & Natto
1	2-Propanone	2.59	2.50	3.85	3.86
34	Hydroxyacetaldehyde	-	-	2.49	-
2	Ethyl acetate	1.13	4.65	-	0.35
3	3-Ethoxy-1-propene	0.94	0.72	-	-
4	3-Methyl-1-butanal	0.67	-	0.55	0.45
27	Pentanal	-	0.70	-	-
5	Ethanol	66.64	59.85	70.80	80.06
35	2,3-Butanedione	-	-	3.26	0.54
6	Ethyl butanoate	0.87	0.09	-	-
7	Methylbenzene	0.31	0.07	0.50	0.41
28	1-Butanol	-	0.05	-	-
8	1,2-Dimethylbenzene	0.14	-	0.22	0.17
9	3-Methyl-1-butanol	0.32	0.53	0.55	1.87
10	Dihydro-2-methyl-3-furanone	0.12	0.15	-	-
29	2-Methylpyrazine	-	0.07	-	-
11	1-Hydroxy-2-propanone	0.21	0.28	-	0.22
12	3-Hydroxybutanone	0.48	1.43	0.75	0.54
13	N,N-Dimethylformamid	0.91	0.18	-	0.28
14	Acetic acid	3.57	8.48	5.46	4.21
15	2-Furancarboxaldehyde	0.19	0.34	0.15	0.22
16	1-(2-Furanyl)ethanone	0.25	0.30	-	-
17	2,3-Butanediol	0.37	0.30	0.29	0.17
30	2-Acetyl-ethylhexanoate	-	0.72	-	-
18	1,1-Bis(2-methylpropyl) hidrazine	0.30	-	-	-
19	5-Methyl-2-furan-carboxaldehyde	0.25	0.20	0.25	0.18
20	Butanoic acid	0.12	-	-	0.09
36	3-Methylbutanoic acid	-	-	0.38	-
21	2-Furanmethanol	0.17	0.24	-	0.17
22	Ethyl-9-hexadecenoate	0.48	2.82	0.52	0.22
31	Methylhexadecanoate	-	0.22	-	-
23	Methyl 9,12-Z,Z-octadecadienoate	0.83	2.66	0.76	0.13
24	1-(1H-pyrrol-2yl)ethanone	0.10	0.21	0.12	0.18
32	Ethyltetradecanoate	-	0.09	0.14	0.15
33	Methyl 9,12,15-octadecatrienoate	-	0.81	0.15	-
25	Ethylhexadecanoate	2.73	5.59	0.94	1.63
26	6-Methyl-4H-pyran-4-one	0.07	0.10	-	0.07

tate, ethylbutanoate, 2-acetylethylhexanoate, ethyl-9-hexadecenoate, methylhexadecanoate, methyl-9,12-Z, Z-octadecadienoate, ethyltetradecanoate, methyl-9,12,15-octadecatrienoate, ethylhexadecanoate 등 에스테르류 9종, 3-ethoxy-1-propene, methylbenzene, 1,2-dimethylbenzene, 2-methylpyrazine, N,N-dimethylformamid, 1,1-bis(2-methylpropyl)hidrazine 등 기타 6종 이었다.

재래식 메주로 담금한 된장에서는 29종의 향기성분이 확인되어 시험 된장중 그 종류가 가장 많았고 고오지 된장과 고오지-나토 된장은 각각 26, 24종으로 분석되었다. 나토된장은 20종으로 타시험 된장이 비하여 분리된 화합물이 가장 적었다. 또 Peak area(%)로 보아 확인된 향기 성분중 에탄올이 59.85~80.06%로 가장 많은 비율을 차지하였는데 특히, 고오지-나토 된장에서 높은 것으로 나타났다. 에탄올 다음으로 함량이 많은 성분은 acetic acid 3.57~8.48%, 2-propanone 2.50~3.86%, ethyl hexadecanoate 0.94~5.59% 였으나 총 향기 성분에 대한 이들 성분의 구성 비율은 낮은 편이었다. 다른 향기 성분들의 비율은 대체로 1% 미만으로 시험 된장 간에 큰 차이가 없는 편이었다. 된장의 향기 성분은 콩의 단백질, 지방 그리고 탄수화물의 발효과정에서 일어나는 Maillard 반응과 된장에 사용한 미생물, 그의 효소들에 의한 여러 종류의 효소적 대사 반응들에 의해 생성된다.⁽²⁷⁻²⁹⁾

된장에서 검출된 알콜 화합물 중 에탄올은 고오지-나토 된장에서 80.06%로 가장 많은 비율이었고 그 다음이 나토 된장으로 70.80% 였으며 재래식 메주로 담근 된장에서는 59.85%로 시험된장 중 가장 함량이 낮았다. 에탄올은 콩의 단백질 혹은 지방의 대사 산물중 상응하는 알데히드나 케톤의 환원에 의해 생성되나 대부분 콩의 탄수화물의 대사 산물로 간주된다.⁽³⁰⁻³²⁾

1-Butanol은 재래식 메주로 담금한 된장에서만 약간 검출되었다. 김 등은⁽²¹⁾ diethylether를 사용하여 연속증류 추출방법으로 분석한 80일 발효시킨 재래식 메주에, Sugawara⁽³³⁾는 일본 된장에서 이 화합물이 많이 검출된 것으로 보고하였다. 3-Methyl-1-butanol은 아미노산인 leucine의 분해 생성물로⁽³⁴⁻³⁶⁾ 재래식 된장과^(21,37) 일본 된장에서⁽³⁵⁾ 다량 검출되었다고 보고되었다. 특히 단백질이 많이 함유된 식품의 발효과정에서 생성되는 이 화합물은 치즈의 경우 알콜 화합물중 주된 성분으로 보고 되었으며⁽³⁸⁻⁴²⁾ 본 실험에서는 고오지-나토 된장에서 1.87%로 시험구중 그 비율이 가장 높았고 고오지 된장에서는 0.32%로 가장 낮았다. 2,3-Butanediol의 함량은 0.17~0.37%로 시험구간에 비슷하였다. 이 화합물은 에탄올의 thiamine pyrophosphate(TPP) 촉매에 의한 중합 반응으로 생성된 acetoin(3-hydroxy-2-butanone)의 중간 물질⁽³⁹⁾로서 향의 강도가 낮다⁽⁴¹⁾. 일본 된장⁽²²⁾에서도 검출되었고 치즈에는 다량 포함되어 있다⁽⁴³⁾.

알데히드 화합물중 3-methyl-1-butanal은 재래식 된장을 제외한 시험 된장에서 검출되었는데 아미노산인 leu-

cine의 Strecker 분해 생성물로 80일 발효시킨 메주나 60일 숙성시킨 재래식 된장의 휘발성 향기성분으로 보고되어 있다⁽²¹⁾. 이 성분은 또한 유제품에서 butanal과 더불어 주된 향기 성분으로 알려져 있는데 폴내음⁽⁴⁴⁾과 맥아냄새⁽⁴⁵⁾를 나타낸다.

2-Furancarboxaldehyde와 5-methyl-2-furancarboxaldehyde는 모든 시험구에서 비슷한 양으로 미량 검출되었다. 이 두 화합물은 furan 유도체로서 된장 제조 과정중 콩을 삶는 과정에서 생성되는 당의 Maillard 반응 생성물^(43,45)이나 linoleic acid가 자동산화 됨으로써 생성될 수 있다⁽⁴³⁾.

2-Furancarboxaldehyde는 삶은 콩이나 60일 숙성된 일본 된장에서 다량 존재하였으며 지 등⁽³⁷⁾의 재래식 된장에서도 확인되었다.

케톤화합물 중 2,3-butanedione는 나토된장에서 3.26%, 고오지-나토 된장에서는 0.54% 비율로 검출되었는데 이 화합물은 치즈 향기의 특징적인 성분의 하나로 향의 강도가 높으며^(40,46) 일본된장에서도 검출되었다⁽²²⁾. 3-Hydroxybutanone는 재래식 된장에서 함유비율이 높으며 일본된장에서도 검출된 것으로 보고 되었으나⁽²²⁾ 특징적인 냄새가 없어 향미작용이 약한 것으로 알려지고 있다⁽⁴⁷⁾. Dihydro-2-methyl-3-furanone는 고오지된장, 재래식 된장, 고오지-나토된장에서 0.12~0.22% 비율로 검출되었다. 이 성분은된장 제조 과정시 콩의 삶는 과정에서 일어나는 Maillard 반응 생성물로 간주되며⁽²⁷⁻²⁹⁾ 식빵의 구수한 냄새로 에탄올과 더불어 요구르트의 주향기 성분으로 알려져 있다⁽⁴⁸⁾.

향의 강도가 매우 큰 이 화합물은 된장의 향기 성분으로서 아직 보고되어 있지 않다. 1-Hydroxy-2-propanone은 고오지 된장, 재래식 된장, 고오지-나토 된장에서 미량검출 되었으나, 된장의 향기 성분으로서 아직 보고된 바 없다. 1-(2-Furanyl)ethanone은 고오지 된장과 재래식 된장에서, 1-(1H-pyrrol-2yl)ethanone은 모든 시험된장에서 미량 검출되었으며, 6-methyl 4H-pyran-4-one는 나토 된장을 제외한 시험된장에서 미량 분석 되었다. 이들 세 화합물은 볶은 커피, 볶은 땅콩 또는 식빵등의 카라멜 향이나 구수한 냄새의 주된 성분으로 중요시되나⁽⁴³⁾ 된장의 향기 성분으로는 아직 보고된 예가 없다. 유기산류 중 acetic acid는 재래식 된장과 나토 된장에서 5.46~8.48% 비율로 검출 되었으며, 향기 성분에 직접적인 영향은 미치지 않으나 방향성질을 가진 화합물과 밀접한 연관을 가진 것으로 보고되어 있다⁽³⁹⁾.

에스테르류 화합물 중 ethyl acetate는 재래식 된장에서 가장 많이 검출되었으며 나토 된장에서는 검출되지 않았다. Ethyl butanoate는 아직 된장의 향기 성분으로 발표되지 않았으나 본 실험에서는 고오지 된장에서 다소 많았고 재래식 된장에서 미량 확인 되었다. 재래식 된장에서만 검출된 2-acetyl-ethylhexanoate는 된장의 향기 성분으로 아직 보고되지 않았다.

그밖의 화합물로서 2-methylpyrazine는 재래식 된장

에서만 검출되었다. Pyrazine 유도체로 자극성 냄새를 가지는 이물질은⁽⁴⁹⁾ Sugawara 등⁽⁵⁰⁾에 의해 나토된장에서 다량 검출되었으나 김 등⁽²¹⁾의 삶은 콩이나 발효메주, 숙성된 된장에서는 미량 검출된 것으로 보고되었다. 2-methylpyrazine은 열처리 과정을 거쳐 가공되는 식빵, 커피, 카카오 등에 주로 나타나는 Maillard 반응 생성물이다.

본 실험된장의 방향성 조성 성분의 두드러진 특징은 알콜류가 65~85%로 이중 대부분이 에탄올이었다. 에탄올을 제외한 다른 알콜류의 조성비는 1~3%로 모든 된장에서 비슷하나 고오지-나토 된장에서 3-methyl-1-butanol이 많이 검출된 것이 특이하였다.

알데히드류의 함량은 0.9%~3.7%로 분석되었다. 나토 된장은 다른 된장보다 많은 함량을 보였는데, 이는 다른 된장에서 나타나지 않은 hydroxyacetaldehyde의 함량이 다량 검출되었기 때문이다.

케톤류의 조성비는 고오지된장, 재래식 된장 그리고 고오지-나토된장에서 4.4~5.8%이며 나토 된장에서는 8.7%로 가장 많은 비율이었다. 케톤류중 모든 된장에서 2-propanone의 함량이 많은 비율을 차지 하였으나, 나토 된장에서는 2,3-butanedione이 다량 함유되어 나토 된장 특유의 향기 성분과 관련이 있는 것으로 추측된다.

유기산류의 향기 성분에 대한 조성비는 재래식 된장에서 9.1%로 가장 높고 그밖의 된장에서는 4.3~6.3%로 비슷한 함량을 나타냈다. 재래식 된장의 유기산류는 acetic acid만 검출되었으나 다른 된장에 비해 매우 많은 함량이다. 이는 재래식 된장에 많이 존재하는 ethylacetate와 더불어 된장숙성에 관여하는 미생물에 의하여 생성된 것으로 추측되는데 재래식 된장 향기 성분의 한 특징으로 관찰되었다. 된장 향기 성분중 에스테르류의 조성비는 나토 된장과 고오지-나토 된장에서 2.6~2.7%로 비슷하나 고오지 된장에서는 7.1%로 나타났으며 재래식 된장은 18.9%로 매우 높았다. 된장에서 분석된 에스테르류는 주로 ethylester이다. 재래식 된장에서 에스테르류 함량이 높아 재래식 된장의 특유한 향기와 관련있는 것으로 추측된다. 본 실험 결과로 볼때 고오지 된장은 대부분이 에탄올로 구성된 알콜류 78.9%, 카보닐화합물 5.7%, 에스테르류 7.1%, 유기산류 4.3%, 기타 3.0%로 분석되었다. 재래식 된장은 시험구 중에서 알콜 함량이 가장 적었다. 반면 휘발성이 높고 향기에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 카보닐 화합물(6.6%)과 에스테르류(18.9%)의 조성이 타시험구보다 높아 시험구중 가장 향기 (냄새)가 강한 것으로 추측된다.

나토 된장에서는 알콜류 77.8%, 카보닐 화합물이 12.4%, 유기산류 6.3%, 에스테르류 2.7%로서 이중 카보닐 화합물의 조성비가 타시험 된장보다 높아 나토된장 특유의 향기에 영향을 미치는 것으로 추측된다. 고오지-나토 된장은 휘발 성분중 알콜류 함량이 85.4%로 다른 된장 보다 에탄올 함량이 특히 많이 검출되었고, 기타 향기 성분중 카보닐 화합물, 에스테르류가 다른 시험

된장 보다 적어 향기의 강도가 약한것으로 추측된다.

요 약

재래식 메주, 고오지, 나토 메주, 고오지-나토의 혼용 메주를 사용하여 90일 숙성시킨 된장의 향기 성분은 다음과 같다.

된장의 향기 성분을 Headspace 방법으로 추출하여 GC-MS로 분석한 결과 36종이 검출되었는데 이중 알콜류 5종, 알데히드류 5종, 케톤류 8종, 유기산류 3종, 에스테르류 9종, 그외 6종으로 확인되었다.

시험 된장별로는 재래식 된장에서 29종으로 가장 많았고, 고오지 된장과 고오지-나토 된장에서 각각 26~24종, 그리고 나토 된장에서 20종으로 가장 적었다.

관능기별 향기성분 조성비는 각 시험구에서 알콜 함량이 가장 많았으며 재래식 된장은 다른 시험된장 보다 카보닐 화합물, 에스테르 함량비가 높았고 고오지-나토 된장에서는 이들의 조성비가 가장 낮았다.

된장의 향기 성분으로 아직까지 제시되지 않은 화합물인 3-ethoxy-1-propene, dihydro-2-methyl-3-furanone, 1-hydroxy-2-propanone, 1-(2-furanyl)ethanone, 2-acetyl-ethylhexanoate 등 5종이 확인되었다.

문 헌

1. 이용호, 손태화, 박정용, 우상규, 이만정 : 식품가공 및 저장. 농명사(서울), p.284(1993)
2. 김재욱 : 식품가공학. 문운당(서울), p.55(1993)
3. 서정숙, 한은미, 이택수 : *Bacillus*속과 *Aspergillus oryzae*로 만든 메주가 개량식 된장의 성분에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 15(4), 1(1986)
4. 안호선 : 메주균을 달리한 재래식 형태의 메주가 된장의 품질에 미치는 영향. 서울 여대 석사학위 논문 (1987)
5. 배정설, 안호선, 이택수 : 메주균을 달리한 숙성 된장의 유리 아미노산, 유리당 및 유기산 조성의 비교. 한국농화학회지, 30(4), 345(1987)
6. 田村 學造, 桐村 二郎, 原 春樹, 杉村 敬一朗 : *みそのアミノ酸と遊離率*. 日本農化學會誌, 26, 483(1952)
7. 손양도, 최춘연, 안봉전, 손규복, 최 정 : 한국 재래식 메주 발효 과정에 있어서 지질 및 지방산 조성의 변화. 한국농화학회지 28(4), 226(1985)
8. 이숙희 : 개량식 콩된장 발효중 지질성분의 변화에 관한 연구. 동국대학교 박사학위논문 (1979)
9. 박정숙 : 균주를 달리한 된장의 품질특성과 향기성분. 조선대학교 박사학위논문 (1993)
10. 박태원, 황규성, 임선옥, 김주희 : 된장숙성과정 중 유리 아미노산 변동. 과연 회보 4, 31 (1959)
11. 김동현 : 된장 Koji 및 그혼합에 따른 된장 숙성 과정 중의 화학성분 변화. 건국대 농축개발 대학원 석사학위 논문 (1992)
12. 박효숙 : *Rhizopus oligosporus*를 이용한 한국 된장의 제조에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위 논문 (1987)
13. 박성오, 이택수 : 효모 첨가에 의한 재래식 된장의 향기개선에 관한 연구. 서울여자대학 논문집, 12, 329

- (1983)
14. 신순영, 김영배, 유태종: *Bacillus licheniformis*와 *Saccharomyces rouxii* 첨가에 의한 된장의 풍미향상. 한국식품과학회지 17(1), 8(1985)
 15. 박주미: 미역첨가에 의한 된장의 제조에 관한 연구. 고려대 식량개발대학원 석사학위논문 (1983)
 16. 이순원, 신순영, 유태종: 저염 된장 제조시 에탄올 첨가 효과. 한국식품과학회지, 17(5), 336(1985)
 17. 이택수, 신보규, 주영하, 유주현: 된장 및 고추장의 원료 대체에 관한 연구. 한국미생물학회지, 1(2), 79(1973)
 18. 송석훈, 박근창, 김항목, 승정희: 된장코존에 관한 연구. 육군기술연구 보고서, 7, 24(1968)
 19. 송재영, 안철우, 김종규: 한국 재래식 된장 발효중 관여 미생물이 생성하는 향기성분. 한국미생물학회지, 12(2), 147(1984)
 20. 김수택, 김종규: 개스크로마토그래피 패턴과 관능검사 성적을 이용한 한국 재래식 된장향기의 주성분분석. 경상대논문집(이공계열), 23(2), 87(1984)
 21. 김정업, 김미혜, 최병대, 김태수, 이종호: 재래식 메주 및 된장의 향기성분. 한국영양학회지, 21(5), 557(1992)
 22. 伊藤 寛, 海老根 英雄: 미소 香氣成分의 研究 제1보. 미소科學技術, 191, 22(1970)
 23. 伊藤 寛, 海老根 英雄: 미소 香氣成分의 研究 제2보. 미소科學技術, 191, 25(1970)
 24. 伊藤 寛, 海老根 英雄: 미소 香氣成分의 研究 제3보. 미소科學技術, 194, 14(1970)
 25. 伊藤 寛, 海老根 英雄: 미소 香氣成分의 研究 제4보. 미소科學技術, 198, 19(1970)
 26. 伊藤 寛, 海老根 英雄, 竹内康子: 미소 香氣成分의 研究 제5보. 미소科學技術, 208, 20(1971)
 27. Stryer L.: Biochemistry, 3rd Ed. W.H. Freeman Company, New York(1989)
 28. Forss D.: Odor and flavor compounds from lipids progress in the chemistry of fats and other. *Lipids*, 13, 177(1973)
 29. Fan, T.Y., Hwang, D.H., Kinsella, J.E.: Methylketone formation during germination of *Penicillium roqueforti*. *J. Agri. Food Chem.* 24, 443(1976)
 30. Schreier, P.: The role of microorganisms in progress in flavor research. *Appl. Sci.* pp.175-196(1979)
 31. Margalith, P.Z.: Flavor microbiology, Thomas C.C : p.32, 26(1974)
 32. Dumont, J.P.: Adda, J. Flavour fermentation in dairy products in: Progress in flavour research. Land, D.G.: Nursten, H.: p.245, Applied Science Publishers Ltd., London (1979)
 33. Sugawara, E.: Change in aroma components of miso with aging. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 38(12), pp.1093-1097(1991)
 34. Dalal, K.B., Olson, L.E., Yu, M.H. and Salunkhe, D.K.: Gas chromatography of the field, glass-green house-grown, and artificially ripened tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Phytochemistry*, 6, 155(1967)
 35. Yu, M.H., Salunkhe, D.K. and Olson, L.E.: Production of 3-methylbutanol from L-leucine by tomato extract. *Plant Cell Physiol.*, 9, 633(1968)
 36. Yu, M.H., Olson, L.E. and Salunkhe, D.K.: Precursors of volatile components in tomato fruit II. Enzymatic production of carbonyl compounds. *Phytochemistry*, 7, 555(1968)
 37. 지원대, 이은주, 김종규: 재래식 메주와 개량식 메주로 제조한 된장의 휘발성 향기성분. 한국농화학회지, 34(4), 248(1992)
 38. Manning, D.J.: The analysis of volatile substances associated with Cheddar-like cheese aroma. *Journal of Dairy Research*, 40, 63(1973)
 39. Behnke, U.: Zur Biogenese des Kasearoma Die Nahrung 24, 71(1980)
 40. Lengsrud, T., and Reinbold, G.W.: Flavour development and microbiology of Swiss cheese. *J. of Milk Food Technol.*, 36, 487(1973)
 41. Adda, J.: Flavour of dairy product in: Development of food flavours Birch, G.G.; Lindlay, M.G.: p.151 Elsevier Applied Science Publishers, London (1986)
 42. Manning, G.J.: The Chemistry basis of Cheddar Flavour, *Dairy Industr. International*, 43, 37(1978)
 43. Van Stratne, S.: De Vries, F., List of volatile compounds in food, qualitative data Central Institute for Nutrition and Food Research, Zeist, Nederland (1977 and 1983)
 44. Belitz, H.D. and Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie Springer-Verlag, Berlin (1985)
 45. Anderson, D.F. and Day, F.A.: Quantitation, evaluation and effect of certain microorganisms on flavor components of Blue Cheese. *J. Agric. Food Chem.*, 14, 241(1966)
 46. Langier, J.E., Libbey, L.M. and Day, E.: Identification and evaluation of selected compounds Swiss Cheese. *J. Agric. Food Chem.*, 15, 386(1967)
 47. Adda, J.: The chemistry of flavor and texture generation in cheese. *Food Chem.*, 9, 115(1982)
 48. Badings, H.T. and Neeter, R.: Recent advance in the study of aroma compounds of milk and dairy products *Neth. Milk Dairy Journal*, 34, 9(1980)
 49. Mastukura, T.: Heterocyclic flavoring and aroma compounds, a pirazines in foods. An updata(II). *香料*, 142, 83(1984)
 50. Sugawara, E., Ito, T., Odagiri, S., Kubota, K. and Kobajashi, A.: Comparison of compositions of odor components of *natto* and soybeans. *Agric. Biol. Chem.*, 49, 311(1985)

(1993년 12월 20일 접수)