

메주종류를 달리하여 제조한 된장 숙성중의 향미특성 변화

이강권 · 이철호*

삼성에버랜드(주) 식품연구소, *고려대학교 생명공학원

Changes in Flavor Components during Salt Aging of *Doenjang* (*Fermented Soybean Paste*) Made by Different Starters

Gang-Gweon Lee and Cheri-Ho Lee*

Food Research and Development Center, Samsung Everland

*Graduate School of Biotechnology, Korea University

Gang-Gweon Lee, General Manager, Food R & D Center, 50

Abstract

Three types of *Doenjang*, using Korean *meju*(KM), Japanese *koji*(JK) and modified *meju* mix of *A. oryzae meju* and *B. subtilis meju*(MAB) were manufactured and salt aged for 90 days at 30°C. The major free amino acids of *Doenjang* were glutamic acid and leucine. Among the free amino acids in *Doenjang*, isoleucine was the most abundant component at the beginning of aging period. Among the organic acids in JK *Doenjang*, malic acid increased remarkably during salt aging. It contained higher amounts of free sugars than the others. The total amount of free sugars in *Doenjang* decreased during salt aging. In fatty acid compositions of *Doenjang*, myristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic acid were analyzed, and the most abundant fatty acid was linoleic acid, 38.56~51.86%. The volatile flavor compounds of *Doenjang* were analyzed and seventy eight compounds were identified. Ethanol was found to be one of the most abundant volatile flavor compound. In JK *Doenjang*, ethanol increased 400 times during fermentation. The number of volatile compounds detected immediately after salt aging of JK *Doenjang* were 28 and increased to 50 compounds after 60 days of salt aging. In MAB *Doenjang*, most of the volatile compounds were found after 30 days of salt aging. Eight volatile compounds such as ethanol, 2,3-butanedione, pentyl-acetate, 3-methyl-butanol, 2-methyl-1-butanol, 2-pentylfuran, 1-limonene, 2-methoxyphenol were found in all samples with relatively abundant amount.

Key words : *Doenjang*, free amino acid, organic acid, free sugar, fatty acid, volatile flavor compound

서 론

우리나라의 된장은 고유의 전통발효 식품으로서 독특한 제조법에서 유래하는 특징적인 풍미를 가지고 있다. 이러한 된장의 주요 품질지표로는 맛, 냄새, 색상, 물성 등이 있으며, 특히, 된장의 향미 특성은, 색깔, 외관과 더불어 품질을 결정하는 중요한

역할을 하고 있다(권동진, 1994). 된장에서 생성되는 향미성분은 크게 사용 원재료에서 유래하는 성분, 발효에 관여하는 미생물의 대사산물, 이화학적 인 반응생성물로 구분될 수 있고, 된장의 향미 성분의 종류, 함량 및 향미의 주성분은 숙성기간이나 담금 방법에 따라 많은 차이가 있으며, 특히 담금 원료 중 메주는 숙성기간동안 미생물의 발효 및 된장의 향미에 많은 영향을 미친다. 한편, 장류의 향미 특성에 관한 연구는 맛성분 과 냄새(향기)성분에 대하여 보고되었으나(김경업 등, 1992; 김복란 등, 1995; 김혜림 등, 1998; 박정숙 등, 1994; 박현경 등, 1997; 지원대 등, 1992); 최미경 등, 1997;

Corresponding author: Gang-Gweon Lee, General Manager, Food R&D Center, 50, Mabuk-ri, Kusung-eup, Yongin-si, Kyunggi-do 449-912, Republic of Korea
Phone: 031-288-0795
E-mail: ganggweon.lee@samsung.com

최용규 등, 1998; 최진영 등, 1997a; 최진영 등, 1998b; Seo *et al.*, 1996; Etsuko *et al.*, 1994), 이 중 향기에 관한 연구는 대부분 측정 성분들간의 상대적인 면적 %로 나타내어, 성분들의 실제적인 향기의 강도 변화를 알아보기에는 부족함이 있었다. 이에 본 연구는 전통식 메주, 일본식 메주, 혼합식 메주(*Aspergillus oryzae*를 배양한 콩알메주+Bacillus subtilis를 배양한 청국장메주)를 이용한 된장을 제조하여, 제조방법에 따른 숙성기간동안의 향미 성분의 종류 및 양적인 변화를 측정함으로써, 각 된장의 향미 특성 차이를 규명하여, 향미적으로 우수한 전통식 된장의 산업화에 필요한 연구결과를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

재료

전통식 메주는 전통식 된장 제품의 기호도 조사 결과 품질이 우수한 강원도 횡성지역의 메주를 사용하였다. 일본식 코오지(Koji)용 밀가루는 시중에서 소맥분을 구입하여 사용하였고, 혼합식 메주 및 덧밥용 콩은 1997년 청양산 대두를 사용하였으며, NaCl함량 88%의 재제소금을 담금용 원료로 사용하였다.

사용균주

콩알메주와 청국장메주용 균주는 시판 된장에서 분리한 균주와 한국 중균협회로부터 분양 받은 균주 중 효소활성도가 높은 *Aspergillus oryzae* ATCC 22788과 *Bacillus subtilis* IFO 3013을 사용하였으며, *Zygosaccharomyces rouxii* 효모균주는 시판된장에서 분리 동정한 균주 중 내염성, 생육도, 당 소비능 및 관능적 향기특성이 우수한 균주를 선발하여 사용하였다.

메주 제조방법

혼합식 메주용 종국은 24시간 침지한 콩 50 g씩을 500 mL의 삼각 플라스크에 담아 증자관에서 증자한 후에 *Aspergillus oryzae*의 포자를 3백금니 접종하고 30°C 항온실에서 36시간 배양하여 종국으로 사용하였다. 콩알메주는 콩을 24시간 물에 침지시키고, 물빼기를 한 후 증자관에서 0.7 kg/cm²로 50분 증자한 콩에 종국을 2%씩 접종하고 30°C 포화항습실에서 제국상자에 담아 살균포를 덮고 36시간

배양하여 혼합식 콩알메주를 제조하였다(박정숙 등, 1994).

청국장메주에 접종한 종국은 Nutrient broth에 접종하여 37°C에서 17시간 진탕배양(진탕속도: 150 strokes/min, 진폭: 10 cm)한 *Bacillus subtilis*의 배양액 1 mL를 500 mL의 삼각 플라스크에 담아 증자관에서 증자한 콩 50 g에 접종하여 37°C 항온실에서 48시간 배양하여 종국으로 사용하였다. 콩을 24시간 물에 침지시키고, 물빼기를 한 후 증자관에서 0.7 kg/cm²로 50분 증자한 콩에 종국을 2%씩 접종하고 37°C 포화항습실에서 제국상자에 담아 살균포를 덮고 36시간 배양하여 청국장 메주를 제조하였다(박정숙 등, 1994).

일본식 코오지(Koji)는 *Aspergillus oryzae*의 밀가루 Koji로서, 소맥분 2,000 g을 포에 싸서 증자관(Autoclave)에서 0.7 kg/cm²로 50분간 증자한 후, 콩알메주 100 g에서 얻은 *Aspergillus oryzae*의 포자를 모아서 접종하고 30°C 포화항습실에서 제국상자에 담아 살균포를 덮고 36시간 배양하여 제조하였다(박정숙 등, 1994).

효모배양액 제조

사면배양한 *Zygosaccharomyces rouxii* 효모균주를 10% NaCl을 첨가한 YM broth 100 mL에 1백금니를 접종하여 28°C에서 48시간 동안 진탕배양(진탕속도: 150 strokes/min, 진폭: 10 cm)한 효모배양액 (10⁸ cells/mL)을 사용하였다(권동진, 1994)

된장 담금방법 및 숙성

메주의 종류에 따른 된장의 특성변화를 측정하기 위하여 3가지의 대표적인 형태의 된장을 제조하였다. 전통식 된장은 강원도 횡성산 전통식 메주 45%, 정제염 12%, 정제수 43%를 혼합하여 제조하였다. 일본식 된장은, 일본식 코오지 25%, 증자한 콩 60%, 정제염 12%, 정제수 3%를 혼합하여 제조하였고, 혼합식 된장은 콩알메주 10%, 청국장메주 70%, 정제염 12%, 효모배양액 5%, 정제수 3%를 혼합하여 제조하였다. 위의 방법으로 제조한 각 된장은 플라스틱 용기에 담아 30°C 항온기에서 90일간 발효숙성하였다.

유리아미노산

시료 2 g에 75% 에탄올 100 mL을 가하여 37°C에서 1시간 30분간 진탕 추출한 후 여과지(Whatmann

No. 2)로 여과시키고 다시 membrane filter (Milipore 0.2 μm)로 여과한 다음 Sep-pak C₁₈ cartridge (Waters Inc., USA)를 사용하여 단백질, 지방산, 색소 등을 제거한 후 HPLC(Waters)로 분석하였다. 유리 아미노산 측정은 AccQ·Fluor Reagent Kit를 사용하여 AccQ·Tag 방법으로 유도체화 시켜 분석하였다. 즉, 여과된 유리아미노산 시료 10 μl 를 취하여 tube(6 \times 50 mm)밑바닥에 담고 여기에 AccQ·Fluor Borate Buffer의 1용액 70 μl 를 넣고 vortex mixer로 혼합한 후 미리 55°C에서 반응시킨 AccQ·Fluor Reagent 2A 용액 10 μl 를 넣어 재 혼합하였다. 이를 실온에서 1분간 방치한 후 55°C에서 10분간 유도체화 시킨 다음 5 μl 를 주입하여, HPLC로 유리 아미노산을 측정하였다. Column은 AccQ-Tag column(3.9 \times 150 mm), detector는 fluorescence detector (Ex. 250 nm, Em. 395 nm), mobile phase는 gradient method를 사용하였다(Waters, 1993)

유기산

시료 50 g에 증류수 50 mL를 가하여 1분간 균질기로 균질화 시킨 다음 여과지(Whatman No. 2)와 membrane filter(Milipore, 0.45 μm)로 여과한 다음 Sep-pak C₁₈ (Waters Inc., USA)cartridge에 통과시켜 HPLC로 정량하였다. Column은 Supelcogel C-610H(7.8 \times 300 mm ID), 용매는 0.1% phosphoric acid, flow rate는 0.5 mL/min, detector는 PDA 996 (UV 210 nm)를 사용하였다.

유리당

시료 10 g을 500 mL 둥근바닥 flask에 넣고 70°C 수욕상에서 환류 냉각시키면서 80% 에탄올 200 mL로 2회, 100 mL로 2회 반복 추출하였다. 추출액은 5,000 \times g에서 원심분리하여 침전물을 제거한 후 감압 농축하고 증류수로 100 mL로 정용하여 membrane filter (Milipore, 0.2 μm)로 여과한 다음 Sep-pak C₁₈(Waters Inc., USA) cartridge에 통과시켜 HPLC로 분석하였다. Column은 Microbondapak carbohydrate(3.9 \times 300 mm, Waters), 용매는 acetonitrile : water(75 : 25), flow rate는 1.3 mL/min, detector는 defferential refractometer를 사용하였다.

지방산

10 mL 시험관에 추출유지 약 100 mg을 채취하여 heptane 5 mL를 가하여 용해한 뒤 2 N KOH/

MeOH 용액 0.5 mL를 가한 후 1분간 격렬히 진탕하였다. 백탁으로 되어 2층으로 분리된 용액의 투명한 상층액을 FID가 장착된 Gas Chromatogram (Hewlett Packard 5890 series II)에 1 μl 를 주입하여 분석하였다. Column은 supelco-waxTM 10(30 m \times 0.32 mm \times 0.33 μm)이며, oven 온도는 180°C 이었고, injector와 detector는 280°C 이었다.

향기성분의 분석

된장 3 g에 탈취 증류수 7 g을 가한 다음 volume 50 mL인 vial에 담아서 teflon마개를 덮고 aluminum cap으로 capping하고, dynamic headspace 법으로 Purge & Trap Tekmar LSC 2000을 사용하여 purging 하였으며, Tenax 흡착관에 흡착시켜 GC-MS 분석시료로 사용하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다. 이때 internal standard로는 n-heptane을 사용하였으며, 각각 5 mL를 volume 50 mL인 vial에 담고 teflon 마개를 덮어 aluminum cap으로 capping하여 80°C water bath에서 1시간 aging한 후 vial에 각각의 기체를 포화시켰다. 포화된 n-heptane 기체를 gas tight syringe로 0.5 μl 를 취해서 시료가 들어 있는 vial에 주입하여 internal standard로 사용하였다. GC/MS분석으로 얻은 mass

Table 1. Operational conditions of GC-MSD for the analysis of volatile compounds during salt aging of Doenjang (fermented soybean paste) made by different starters

Purge & trap condition	GC-MSD condition
Apparatus: Tekmar LSC 2000	GC: Hewlett Packard 5890 series II
Pre purge: 2 min	MSD: Hewlett Packard 5971 series
Preheat: 5 min	Colum: DB5(30.0 m \times 0.2 mm I.D. 0.40 μm)
Purge: He 20 mL/min, for 5 min	Oven Temp. program
Cryo cool down: -100°C	Initial Temp.: 35°C, Initial Time: 2 min
Desorb Preheat: 170°C	Final Temp.: 100°C, Final Time: 14.5 min
Desorb: 3 min at 180°C	Rate: 2°C/min
Bake: 10 min at 220°C	Run time: 50 min
Inject: 3 min at 180°C	Carrier gas: He 0.9 mL/min
	EM Volts: 2100
	Low mass 33 m/z, High mass 300 m/z
Column: Tenax	GC-Injector: 150°C, Interface: 250°C

spectrum은 GC/MS의 software로 내장된 Willey library와 비교하여 동정하였으며, 농도비교는 표준 물질인 n-heptane peak의 면적과 각 성분 peak의 면적과의 비로부터 얻어진 상대적인 면적비(relative peak area)로 비교하였다.

결과 및 고찰

유리아미노산

전통식 된장, 일본식 된장, 혼합식 된장의 숙성기간 중 aspartic acid, serine, glutamic acid, glycine, histidine, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, lysine, isoleucine, leucine, phenylalanine 등 16가지의 아미노산 함량 변화를 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 전통식 된장의 경우는 총 유리아미노산의 양이 숙성이 진행됨에 따라 471.71 mg%에서 1708.47 mg%로 증가하였다. Arginine과 isoleucine을 제외한 모든 항목이 숙성기간 경과에 따라 증가하였다. 담금 초기에는 isoleucine의 함량이 가장 높았으나, 숙성 30일 이후 부터는 glutamic acid가 차지하는 비율이 가장 높았으며, 숙성 60일 이후 glutamic acid, threonine, leucine, aspartic acid, serine, lysine, phenylalanine, valine, alanine의 순서로 함량이 높게 측정되었다.

이는 김종생 등(1999)의 연구와 일치하는 결과를 나타내었다. 일본식 된장은 총 유리아미노산 함량이 담금 직후 718.97 mg%를 나타내었으나, 숙성 60일에 1305.9 mg%으로 최고치를 나타낸 후 감소하였다. 담금 초기에는 역시 isoleucine의 함량이 가장 높았고, arginine, proline, glutamic acid순 이었으나, 숙성이 진행됨에 따라 glutamic acid가 차지하는 비율이 가장 높았고, arginine, proline, leucine의 함량들이 비교적 높아 타 된장과는 다른 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 결국 맛에 대한 차이와 깊은 관련이 있을 것으로 판단된다. 특히, 일반적으로 glycine, alanine은 단맛을, leucine, isoleucine, phenylalanine은 쓴맛을 제공하며, glutamic acid와 aspartic acid는 감칠맛을 내는 성분으로 알려져 있다.

혼합식 된장은 담금 직후 750.02 mg%에서 숙성이 진행됨에 따라 계속 증가하여, 숙성 90일에 1247.24 mg%를 나타내었다. 담금 직후에는 타 된장과 마찬가지로 isoleucine의 함량이 가장 높았으나, glutamic acid의 함량도 125.41 mg%로 비교적 높은 값을 나타내었다. 숙성이 진행됨에 따라 glutamic acid의 함량이 차지하는 비율이 가장 높았으며, 숙성 60일 이후는 유리 아미노산의 함량 변화가 거의 없었다. 숙성기간동안 glutamic acid, threonine, leucine, phenylalanine의 함량이 비교적 높아 전통식

Table 2. Changes in free amino acid components during salt aging of Doenjang(fermented soybean paste) made by different starters

Amino acids (mg%)	Salt aging period(days)											
	0			30			60			90		
	Korean meju	Japanese koji	modified meju mix	Korean meju	Japanese koji	modified meju mix	Korean meju	Japanese koji	modified meju mix	Korean meju	Japanese koji	modified meju mix
Asp	30.36	12.50	13.90	102.04	59.22	29.25	87.86	144.69	41.74	86.28	168.97	45.14
Ser	6.08	30.31	18.13	94.15	87.67	51.71	103.39	114.46	73.65	94.94	120.61	78.34
Glu	65.90	48.42	125.41	199.32	143.18	175.28	171.27	251.37	206.87	156.19	278.33	207.75
Gly	6.81	7.30	12.83	33.21	27.50	23.72	34.00	46.38	32.18	32.21	55.22	34.15
His	1.15	40.47	28.50	54.01	70.73	33.75	35.49	38.74	35.34	19.46	33.64	32.99
Arg	2.77	73.40	12.80	49.51	145.50	28.62	143.42	15.08	6.72	119.57	5.94	5.13
Thr	11.26	11.70	27.08	127.71	40.43	69.80	49.68	181.27	122.60	45.38	191.89	126.14
Ala	14.36	23.79	28.69	83.30	62.49	48.94	86.49	101.57	64.99	83.52	104.02	68.70
Pro	10.73	59.71	34.20	50.03	105.34	34.58	126.14	67.54	46.03	121.25	75.33	48.90
Tyr	7.44	18.76	40.58	65.50	48.07	49.93	70.08	80.04	64.14	50.57	74.80	64.87
Val	6.20	22.73	45.14	77.00	63.70	70.39	75.84	98.09	89.91	69.58	107.03	93.44
Met	3.03	8.47	14.17	14.40	17.62	19.15	17.14	16.46	21.99	14.46	16.90	21.37
Lys	12.78	34.49	40.18	92.86	67.81	67.77	64.11	107.69	88.58	50.34	112.74	90.95
Ile	280.97	252.79	163.52	81.16	27.03	23.26	36.97	64.40	41.43	32.73	74.54	43.02
Leu	5.91	42.66	76.91	138.19	113.51	130.36	126.21	171.83	164.21	112.61	178.70	167.19
Phe	5.97	31.46	67.98	93.95	73.99	99.16	77.80	106.02	119.05	68.58	109.79	119.15
Total	471.71	718.97	750.02	1356.34	1153.79	955.67	1305.90	1605.64	1219.43	1157.68	1708.47	1247.24

된장과 비슷한 경향을 나타내었으나, 일본식 된장과는 상이한 결과를 보였다. 3종류의 된장 시료에 있어, glutamic acid, leucine이 공통적으로 많은 비율이 존재하여, 이들이 된장의 맛에 영향을 미칠 것으로 사료되며, 숙성이 진행됨에 따라 isoleucine의 함량이 급격히 감소한 것은 미생물 대사 및 화학반응에 사용된 것으로 판단된다. 쓴맛을 내는 아미노산인 leucine, isoleucine, phenylalanine의 함량의 합은 전통식 된장이 292.85~363.03 mg%로 타 된장에 비해 높았으며, 혼합식은 252.78~329.36 mg%를 나타냈고, 일본식은 213.92~326.91 mg%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이러한 된장 시료간의 유리아미노산 함량 및 조성의 차이는 결국, 메주에 존재하는 미생물이 분비하는 protease의 종류 및 활성에 기인하는 것으로, 이것이 구수한 맛, 감칠맛 등으로 나타나는 된장 맛의 숙성에 깊은 관련이 있을 것으로 판단된다.

유기산

전통식 된장, 일본식 된장, 혼합식 된장의 숙성기간 중의 유기산 함량변화는 Table 3과 같다. 전통식 된장은 담금 직후 oxalic acid만이 측정되었으며, 숙성 30일 이후에 citric acid가 검출되어, 숙성 60일에 69.75 mg%로 가장 높은 값을 나타내었다. 일본식 된장은 담금 직후부터 숙성 90일까지 oxalic acid, citric acid, malic acid가 측정되었는데, 전체적으로 oxalic acid의 함량은 1.88~2.94 mg%로 낮았고, citric acid는 담금 직후 65.69 mg%로 높은 값을 나타낸 후 감소하였다. Malic acid는 담금 직후 23.52 mg%를 나타낸 후 숙성이 진행됨에 따라 증

가하여, 숙성 90일에는 202.18 mg%로 약 10배정도 급격히 증가하였다.

혼합식 된장은 oxalic acid와 acetic acid가 숙성기간 전체 과정을 통하여 검출되었고, 숙성 30일에는 oxalic acid, citric acid, malic acid, acetic acid가 측정되었으며, 숙성 60일에는 oxalic acid, malic acid, acetic acid가 측정되었다. 특히, 숙성초기에 57.42 mg%를 나타내었던 acetic acid는 숙성 30일에 153.00 mg%, 숙성 60일에 116.47 mg%를 나타내었는데, 타 된장에서는 검출되지 않아 이것이 맛의 차이와 관련이 깊을 것으로 판단된다.

유리당

전통식 된장, 일본식 된장, 혼합식 된장의 숙성기간 중의 유리당 함량변화는 Table 4와 같다. glucose, galactose, fructose 등 유리당의 생성은 전분의 분해에 기인하며, 전분의 분해는 메주에 존재하는 미생물의 amylase에 의해 진행된다. 또한, sucrose는 대두에서 유래하여, 된장의 숙성초기에 결합이 약한 franoside 결합이 절단되어, fructose가 유리되기도 한다. 된장 숙성중의 galactose는 주로 대두다당류의 분해에 의한 것으로 증가 대두의 경우 glucose와 더불어 주요한 당성분을 나타낸다. 전통식 된장의 경우 담금 직후 전체 유리당 함량이 407.08 mg%에서 숙성 90일에 274.9 mg%로 감소하였으며, glucose는 담금 직후 198.03 mg%에서 숙성 90일에 101.36 mg%, galactose는 담금 직후 120.52 mg%에서 숙성 90일에 88.47 mg%로 감소하였다. 전체 숙성기간을 통하여 glucose, galactose, fructose, sucrose의 순으로 검출되었다. 일본식 된장은 전체

Table 3. Changes in organic acid components during salt aging of Doenjang (fermented soybean paste) made by different starters

Type of Doenjang	Salt aging period (days)	Organic acid(mg%)				
		Oxalic	Citric	Malic	Acetic	Total
Korean meju	0	19.81	-	-	-	19.81
	30	15.48	39.20	-	-	54.68
	60	19.94	69.75	-	-	89.69
	90	18.79	36.59	-	-	55.38
Japanese koji	0	2.26	65.69	23.52	-	91.47
	30	2.05	31.59	49.47	-	83.11
	60	1.88	12.54	56.31	-	70.73
	90	2.94	34.31	202.18	-	239.43
Modified meju mix	0	9.91	-	-	57.42	67.33
	30	3.89	24.06	39.81	153.00	220.76
	60	2.91	-	27.89	116.47	147.27
	90	2.38	-	-	72.09	74.47

Table 4. Changes in free sugar components during salt aging of Doenjang(fermented soybean paste) made by different starters

Type of Doenjang	Salt aging period (days)	Free suga (mg%)				
		Glucose	Fructose	Sucrose	Galactose	Total
Korean meju	0	198.03	50.24	38.29	120.52	407.08
	30	143.23	60.38	45.48	118.26	367.35
	60	112.87	53.67	53.62	92.28	312.44
	90	101.36	43.78	41.29	88.47	274.90
Japanese koji	0	342.21	72.22	58.73	150.33	623.49
	30	373.28	60.39	61.42	111.23	606.32
	60	238.29	65.28	55.59	121.41	480.57
	90	141.11	59.91	52.20	90.18	343.40
Modified meju mix	0	182.16	59.29	30.88	99.32	371.65
	30	112.32	52.34	34.21	105.34	304.21
	60	80.24	45.76	28.63	80.26	234.89
	90	78.88	43.55	32.78	90.88	246.09

Table 5. Changes in fatty acid components during salt aging of Doenjang (fermented soybean paste) made by different starters

Type of Doenjang	Salt aging period (days)	Fatty acid (%)					
		Myristic (14:0)	Palmitic (16:0)	Stearic (18:0)	Oleic (18:1)	Linoleic (18:2)	Linolenic (18:3)
Korean meju	0	0.15	10.45	3.83	23.72	51.86	7.32
	30	0.11	10.49	4.05	23.87	50.61	7.28
	60	0.11	10.41	4.01	23.22	50.89	7.29
	90	0.10	10.22	3.88	22.70	51.80	7.30
Japanese koji	0	0.12	10.85	3.00	25.00	51.22	7.52
	30	0.13	9.80	2.85	27.44	49.99	6.93
	60	-	7.37	2.05	19.76	38.56	5.69
	90	0.10	7.63	2.15	19.09	39.09	5.50
Modified meju mix	0	0.09	10.89	3.13	27.13	49.15	7.16
	30	0.09	10.75	3.11	26.92	49.53	7.08
	60	0.08	10.56	3.14	27.51	49.02	7.14
	90	0.08	10.58	3.09	26.21	50.46	7.22

유리당 함량이 623.49 mg%에서 숙성 90일에 343.4 mg%로 감소하였으며, glucose는 담금 직후 342.21 mg%에서 숙성 30일에 373.28 mg%로 증가한 뒤 숙성 60일에 238.29 mg%, 숙성 90일에 141.11 mg%로 감소 하였다. Galactose의 함량은 담금 직후 150.33 mg%에서 숙성 30일에 111.23 mg%로 감소한 후 숙성 60일에 다시 121.41 mg%를 나타내었고, 숙성 90일에 90.18 mg%로 감소하였다. 혼합식 된장은 전체 유리당 함량은 담금 직후 371.6 5 mg%에서 숙성 60일에 234.89 mg%로 감소한 후 숙성 90일에 246.09 mg%로 다소 증가하였다. glu-cose함량은 담금 직후 182.16 mg%에서, 숙성 90일에 78.88 mg%로 감소하였으며, galactose는 담금직후

99.32 mg%에서 숙성 30일에 105.34 mg%로 증가한 후 숙성 60일에 80.26 mg%로 감소하였고, 숙성 90일에 90.88 mg%로 증가하였다. 3종류의 된장 시료 모두 전체 유리당 함량이 숙성기간이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 숙성 전체 기간을 통하여 일본식 된장의 유리당 함량이 타 된장에 비해 높았다. 숙성기간 진행에 따른 유리당의 감소는 미생물 대사의 기질 및 갈색화 등 화학적 반응 진행에 따른 반응물질로 소비되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 모든 시료에서 glucose의 함량이 가장 높았고, 그 다음으로 galactose의 함량이 높았는데, 이는 박정숙 등(1995)의 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

지방산

전통식 된장, 일본식 된장, 혼합식 된장의 숙성기간 중의 지방산의 변화를 gas chromatography로 측정된 결과는 Table 5와 같다. 분석결과 myristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic acid가 분리 동정되었다. 측정된 지방산 중 linoleic acid가 38.56~51.86%로서 가장 많은 비율을 나타내었고, oleic acid는 19.09~27.51%, palmitic acid는 7.37~10.89%, linolenic acid는 5.50~7.52%, myristic acid는 1% 미만 이었다. 이러한 결과는 박정숙 등(1995)의 결과와는 그 함량에서 다소 차이가 있었다. 숙성기간별로는 각 지방산의 조성비는 큰 차이가 없는 편이었으나, 된장의 종류에 따라서는 다소 차이가 있었다. 이러한 지방산의 생성은 주로 미생물의 lipase에 의한 것으로 생각되며, 된장 종류별로 지방산 함량이 차이 나는 것은 사용 균주에 따른 lipase 활성도와 원료의 차이에 따른 지방산 조성의 차이에 의한 것으로 사료된다. Stearic acid는 전통식 된장에서 다소 높게 나타났으며, oleic acid는 혼합식 된장에서 높게 나타났다. 일본식 메주로 제조한 된장의 경우 숙성 60일 이후에 전체적인 지방산의 함량이 감소하였는데, 이는 ethylester 등의 생성과 관련이 있을 것으로 사료된다. 보고(박정숙 등, 1995), (정동효 등, 1994)에 의하면, 원료 대두의 지방산은 linoleic acid가 51.9%로 제일 많고 다음이 oleic, palmitic, linolenic, stearic의 순이며, 원료 대두의 triglyceride는 증가하면 일부 분해되어 diglyceride와 지방산으로 되고, 다시 된장 중에 지방산이 증가하여 monoglyceride가 생성되면, 숙성과정 중에 분해되기 시작하여 지방산과 ethylester로 분해된다고 하였는데, 본 실험의 결과와 생성된 지방산 종류와 순서가 거의 일치하였다.

향기성분분석

전통식 된장, 일본식 된장, 혼합식 된장의 숙성기간 중의 향기성분 분석 결과는 Table 6과 같으며, alcohol류 10종, ester류 19종, acid류 5종, aldehydes류 9종, ketones류 5종, sulfur화합물 1종, hydrocarbon류 16종, 기타 13종 등 총 78개의 화합물이 검출되었다. 전통식 된장의 숙성기간에 따라 검출된 향기성분은 모두 60종이었으며, 담금 직후에는 45개의 화합물이 분석되었고, 숙성 30일에 44개, 숙성 60일에 47개의 화합물이 분석되었으나, 숙성 90일에는 37개의 화합물이 검출되었다. 숙성 전체 과정

을 거쳐 검출된 향기성분은 ethanol, 3-methyl-propanal, 2,3-butanedione, 2-methyl-propanal, 2-butanol-pentylacetate, 3-methyl-butanal, 2-methyl-butanal, 4,4-dimethyl-2-pentene, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-butanol, methyl-2-methyl-butanoate, 5-methyl-2-hexanone, benzaldehyde, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, octanal, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-benzene, 1-limonene, 4-methoxy phenol, nonanal, 2-methoxyphenol, 3-cyclohexen-1-ol 등 22개의 화합물이었으며, relative peak area로 보아 담금 직후에는 1-limonene이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 숙성 30일에는 ethanol, 숙성 60일에는 2-methyl-butanal이 가장 많은 비율을 차지하였고, 숙성 90일에는 ethanol이 가장 많은 비율을 차지하였다. 숙성 전체 과정을 통하여 검출된 주요향기 성분 중 ethanol은 relative peak area가 담금 직후 0.0450에서 숙성 30일에 0.1917, 숙성 60일에 0.3301, 숙성 90일에 0.9858로 약 22배 증가하였는데, 이는 된장의 향기 성분중 ethanol의 함량이 가장 높다는 박정숙 등(1994)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. Ethanol은 콩의 단백질 또는 지방의 대사 산물 중 알데히드나 케톤의 환원에 의해 생성되기도 하나, 대부분이 콩의 탄수화물의 분해에 의해 생성된 당을 효모에 의해 Embden-Meyerhof Parnas경로를 거쳐 생성되게 된다. 숙성이 진행됨에 따라 3-methyl-butanal, 2-methyl-butanal 등 aldehyde류의 생성이 두드러졌으며, relative peak area를 기준으로 할 때, 전통식 된장의 숙성시의 향기성분은 ethanol, 2-methyl-1-butanol 등 alcohol류와 3-methyl-butanal, 2-methyl-butanal 등 aldehyde류, ethylacetate, ethyl-2-methyl-propanoate, pentyl-acetate 등 ester류 등으로 판단된다. Alcohol류 중 특히 3-methyl-1-butanol (isoamyl alcohol)은 된장의 좋은 풍미를 부여하는 고급 alcohol류로 알려져 있으며(권동진 등, 1994), aldehyde류는 숙성 초기부터 증가하여 대부분 숙성 60일 이후 감소하였다. Ester류는, 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

일본식 된장에서 검출된 향기성분은 모두 61종이었다. 담금 직후에는 28개의 화합물만이 분석되었으나, 숙성 30일에 47개, 숙성 60일에 50개의 화합물이 분석되었고, 숙성 90일에는 36개의 화합물이 검출되었다. 숙성 전체 과정을 거쳐 검출된 향기성분은 ethanol, 3-methyl-propanal, 2,3-butanedione, pentylacetate, 3-methyl-butanal, 4,4-dimethyl-2-pen-

Table 6. Changes in volatile compounds during salt aging of *Doenjang*(fermented soybean paste) made by different starters

(unit: relative peak area)

No	Volatile compounds	Retention Time	Type of <i>Doenjang</i>											
			Korean meju			Japanese koji					Modified mesu mix			
			0d ays	30 days	60 days	0 days	0 days	30 days	60 days	90 days	0 days	30 days	60 days	90 days
1	ethanol	1.984	0.0450	0.1917	0.3301	0.9858	0.3510	0.8441	76.8637	139.462	0.5277	0.7296	0.7654	0.6335
2	2-propanol	2.070	-	0.1484	0.1337	0.0175	0.4107	0.6461	0.2503	-	-	-	0.0305	0.4169
3	ethylacetate	2.264	-	-	0.1371	0.2067	0.1555	0.2786	0.0653	-	-	0.0464	0.0778	0.1926
4	propylacetate	2.303	-	0.0069	0.0140	-	-	0.5640	-	-	-	-	-	-
5	thiourea	2.338	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0053	-	0.0367	-
6	carbon disulfide	2.357	-	0.0956	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0054	-
7	3-methyl propanal	2.474	0.0196	0.0232	0.1445	0.1332	0.0098	0.0212	0.5914	0.9803	-	-	0.0920	0.1610
8	2-butanone	2.494	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0412	-	-
9	fluoropropene	2.639	-	-	0.0091	-	-	0.0167	0.0170	0.2680	0.0052	0.0069	0.0191	0.0421
10	2,3-butanedione	2.817	0.0149	0.0274	0.0081	0.0209	0.0476	0.4150	1.1921	0.1850	0.0195	0.0236	0.0211	0.0304
11	2-methyl propanal	2.929	0.0089	0.0169	0.0279	0.0378	-	0.0419	0.0228	0.9892	0.0124	0.0128	0.0167	0.0513
12	2-butanol	3.058	0.0089	0.0122	0.0323	0.0778	-	0.0309	0.0500	-	0.0108	0.0384	0.0392	0.0462
13	pentylacetate	3.144	-	0.0060	0.0761	0.1652	0.0111	0.0102	1.0755	2.0563	0.0461	0.3338	0.5653	0.8741
14	3-methoxy-1-propene	3.305	-	0.0079	0.0105	0.0243	-	0.0125	-	2.7406	-	-	-	-
15	2-methyl-1-propanol	3.456	-	0.0227	0.0433	0.0394	-	0.0853	0.0543	0.0377	0.0399	0.0436	0.0402	0.0527
16	1,1,1-trichloroethane	3.683	0.0040	-	-	-	-	0.0119	1.3587	4.7793	0.0097	-	-	-
17	3-methyl-butanal	3.843	0.0360	0.0800	0.4521	0.4096	0.0127	0.0267	1.8326	0.0694	0.0120	0.1684	0.2659	0.4921
18	2-methyl-butanal	4.051	0.0256	0.0252	0.2893	0.2612	-	0.0149	0.6526	2.7389	0.0053	0.0914	0.1787	0.2774
19	acetic acid	4.339	-	-	-	-	-	0.0127	0.0141	1.9616	0.0182	0.0056	0.0082	-
20	methyl-2-methyl propanoate	4.624	-	0.0115	0.0402	0.0572	-	-	0.0124	0.0100	0.0086	0.0550	0.1200	0.2079
21	2,3,4-trimethylpentane	4.991	0.0163	-	-	-	0.0084	0.0113	-	0.0210	0.0077	0.0085	-	0.0193
22	ethylpropanoate	5.435	-	0.0183	-	0.0082	-	0.1572	2.2746	0.0143	-	0.0067	0.0279	0.0451
23	cyclohexenol	5.689	-	-	-	-	-	0.3801	0.0429	0.2522	0.0080	0.0080	0.0083	-
24	4,4-dimethyl-2-pentene	5.729	0.0117	0.0390	0.0816	0.1125	0.0156	0.0309	0.1745	0.0164	-	0.0055	-	-
25	1,1-dimethyl-cyclopropane	6.322	-	-	-	-	0.0108	0.0095	0.0876	-	-	-	-	-
26	3-methyl-1-butanol	6.359	0.0053	0.0882	0.1345	0.1057	0.0256	0.1589	0.1020	-	0.0885	0.2131	0.1957	0.2193
27	2-methyl-1-butanol	6.507	0.0138	0.079	0.0528	0.1828	0.0129	0.0648	3.5845	19.0906	0.0112	0.0696	0.0894	0.1338
28	3-methyl-2-pentanone	6.903	-	-	-	-	-	-	0.7293	2.9747	0.0063	0.0056	0.0190	0.0183
29	ethyl-2-methylpropanoate	7.217	-	0.0262	0.1268	0.1864	-	-	0.1803	0.0313	0.0231	0.3603	0.6394	1.0843
30	methyl-2-methylbutanoate	8.009	0.0053	0.0395	0.1034	0.1060	-	-	-	0.0208	-	0.1535	0.3183	0.0124
31	ethylbutanoate	8.039	0.0064	-	-	-	-	-	-	0.0174	-	-	-	0.6066
32	2-methylpropanoic acid	8.368	0.0153	-	-	-	-	-	-	0.0122	-	-	-	-
33	hexanal	9.082	0.0333	-	0.0245	0.0066	-	0.0208	-	0.0096	0.0126	0.0101	0.0062	0.0084
34	ethylnonanoate	9.233	-	0.0093	0.0182	0.0308	-	-	0.0549	0.0406	-	-	0.0124	0.0182
35	ethyl-3-methylbutanoate	12.064	-	0.0293	0.1166	0.1139	-	-	0.1040	0.1976	0.0431	0.8463	1.2606	2.1341
36	ethyl-2-methylbutanoate	12.279	-	0.0086	0.0414	0.0467	0.0100	0.0161	0.0568	0.1230	0.0101	0.2728	0.4339	0.8606
37	di(1-propenyl)sulfide	12.425	-	0.0100	0.0099	-	-	-	0.0217	-	0.0105	0.0272	0.0084	0.0169
38	dimethylbenzene	13.152	0.0305	0.0240	0.0583	-	0.0149	0.0264	0.0686	0.0146	0.0080	0.0224	0.0237	0.0155

Table 6. Continued

No	Volatile compounds	Retent- ion Time	Type of <i>Doenjang</i>											
			Korean meju			Japanese koji				Modified mesu mix				
			0d ays	30 days	60 days	0 days	0 days	30 days	60 days	90 days	0 days	30 days	60 days	90 days
39	2-methylhexanoic acid	13.669	0.0148	0.0509	-	-	-	-	-	-	0.0054	-	-	-
40	1-butanol,3-methyl- acetate	13.815	0.0073	-	0.0267	0.0144	-	-	-	0.0875	-	0.0125	0.0427	0.0527
41	3-methylhexanal	13.823	0.0068	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0174	-	-
42	1,1- dimethylcyclopentane	13.831	0.0252	0.0161	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	2-methyl-butanoic acid	14.062	0.0154	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0082
44	styrene	14.555	0.0041	0.0132	0.0082	-	0.0104	0.0249	0.0282	-	-	0.0065	0.0095	0.0101
45	bicyclo[4,2,0]octa- 1,3,5-triene	14.584	-	-	-	-	0.0074	0.0200	0.0244	-	-	0.0081	-	-
46	5-methyl-2-hexanone	14.697	0.0084	0.0180	0.0228	0.0156	-	-	-	-	-	0.0064	0.0140	0.0114
47	heptanal	15.384	0.0063	-	-	-	-	0.0196	-	-	0.0347	0.0050	-	-
48	2,5-dimethyl pyrazine	16.061	0.0053	-	-	-	-	-	-	-	0.0211	0.0137	0.0565	0.0758
49	2- methylpropylbutanoate	16.405	0.0040	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0060	0.0094	0.0118
50	α -pinene	17.58	0.0108	0.0078	0.0128	-	0.0084	0.0235	0.0252	-	0.0127	0.0069	0.0087	0.0106
51	2-methylpropyl- isopentanoate	18.705	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0061	0.0118	0.0172
52	benzaldehyde	19.534	0.0075	0.0255	0.0405	0.0416	-	0.0107	-	-	0.0044	0.0138	0.0172	0.0205
53	octadecanoic acid ethylster	20.176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0117	0.0139	0.0183
54	hexadecanoic acid ethylster	20.765	0.0049	-	-	-	-	0.0163	0.0113	-	0.0125	0.0056	-	0.0076
55	1-octen-3-ol	21.448	0.0086	0.0069	0.0194	0.0112	-	0.0210	0.0162	0.2177	-	0.0117	0.0118	0.0207
56	2-pentylfuran	22.106	0.0129	0.0419	0.0617	0.0272	0.0173	0.0388	0.1317	0.0437	0.0111	0.0296	0.0319	0.0312
57	decanoic acid	22.762	0.0073	-	0.0133	0.0062	-	0.0215	0.0357	-	0.0050	0.0052	0.0058	0.0072
58	octanal	22.996	0.0653	0.0185	0.0135	0.0207	-	0.0535	0.0140	0.0621	0.0318	0.0578	0.0503	0.0443
59	β -3-carene	23.392	0.0342	0.0121	0.0089	-	-	0.0791	0.0128	-	0.0918	0.0290	0.0140	-
60	heptylacetate	23.934	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0047	0.0096	0.0057
61	1-methyl-3-(1- methylethyl)-benzene	24.551	0.0422	0.0257	0.0236	0.0079	0.0160	0.0941	0.0269	-	0.0737	0.0529	0.0278	0.0345
62	β -pinene	24.846	-	-	-	-	-	-	-	0.0153	-	0.1006	-	-
63	1-limonene	24.872	0.0771	0.0427	0.0357	0.0236	0.0259	0.1903	0.0516	0.0141	0.2013	0.0050	0.0516	0.0409
64	2,6,7-trimethyl-decane	26.873	-	-	-	-	0.0359	-	0.0415	-	-	-	-	-
65	r-terpinene	27.261	-	-	-	-	-	0.0104	-	-	0.0097	0.0121	0.0065	-
66	ethyl-octadecanoate	28.265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0053	0.0079	0.0091
67	di-2-propenyl-trisulfide	28.706	0.0039	-	-	-	-	-	-	-	0.0073	0.0318	0.0053	-
68	4-methoxyphenol	29.603	0.0150	0.0141	0.0180	0.0126	0.0092	0.0191	0.0183	-	0.0103	0.0225	0.0179	0.0238
69	isopentyl-isopentanoate	30.637	0.0055	0.0066	0.0078	-	-	-	0.0145	-	0.0479	0.0924	0.0256	0.0134
70	nonanal	30.784	0.0185	0.0108	0.0124	0.0089	0.0178	0.0317	0.0152	-	0.0202	0.0437	0.0212	0.0189
71	3,5-dimethyl- benzenamine	32.790	0.0072	-	0.0156	0.0069	0.0100	-	0.0182	-	0.0051	0.0332	0.0085	-
72	2-methoxyphenol	35.850	0.0359	0.0418	0.0315	0.0139	0.0288	0.0481	0.0576	0.0360	0.0390	0.0813	0.0616	0.0537
73	3-cyclohexen-1-ol	36.407	0.0272	0.0331	0.0406	0.0217	0.0206	0.0122	0.0258	0.0102	0.0264	-	0.0638	0.0483
74	1,4-terpineol	36.426	-	0.0107	0.0071	-	-	0.0200	0.0304	-	0.0100	0.2324	0.0638	0.0060
75	3,5-dimethyl-1H- pyrazole	36.948	-	-	-	-	0.0109	0.0167	0.0203	-	-	0.0072	-	-
76	1- α -terpineol	37.634	-	-	0.0110	-	-	-	0.0197	-	-	0.0091	0.0049	0.0093
77	10-methyl-eicosane	38.350	0.0133	0.0088	0.0098	-	-	-	-	-	0.0055	0.0104	0.0059	-
78	2,4-cycloheptadien-1- one	38.882	-	-	-	-	0.0127	0.0097	0.0116	-	-	0.0098	-	-

tene, 2-methyl-1-butanol, ethyl-2-methylbutanoate, dimethyl-benzene, 2-pentylfuran, 1-limonene, 2-methoxyphenol, 3-cyclohexen-1-ol 등 13개 화합물이었다. Relative peak area로 보아 담금 직후에는 2-propanol이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 숙성 30일 이후는 ethanol이 가장 많은 비율을 차지하였다. Relative peak area를 기준으로 하면, ethanol은 담금 직후 0.351에서 숙성 90일에 139.462로 약400배정도 증가하였으며, 타 된장에 비해 검출량이 높았다. Ethanol 이외에 숙성이 진행됨에 따라 2-methyl-1-butanol, 1,1,1-trichloroethane 등의 생성이 증가되어, 전통식 된장과는 다른 경향을 나타내었다. Alcohol류에서는 특히 ethanol과 2-methyl-1-butanol은 계속하여 증가하였으며, 타 된장에 비해 검출량이 높아 이 화합물들이 특징적인 풍미를 부여하는 것으로 판단된다. Aldehyde류는 숙성 30일 이후부터 급격히 증가하였다. 2-methyl-butanal, 3-methyl-propanal, 3-methyl-butanal은 계속하여 증가하였는데, 이 중 3-methyl-butanal은 과일 향 과 땅콩 향 같은 냄새를 내는 것으로 알려져 있는 물질이며, 적은 강도에서도 강한 향을 내기 때문에 일본식된장에 특징적인 향기를 부여할 것으로 판단된다. Ester류는 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히, pentylacetate의 증가가 두드러졌다.

혼합식 된장에서 검출된 향기성분은 모두 72종으로 가장 많은 화합물이 검출되었다. 담금 직후에는 47개의 화합물만이 분석되었으나, 숙성 30일에 62개, 숙성 60일에 58개의 화합물이 분석되었고, 숙성 90일에는 53개의 화합물이 검출되었다. 숙성 전체 과정을 거쳐 검출된 향기성분은 ethanol, fluoropropene, 2,3-butanedione, 2-methyl-propanal, 2-butanol, pentylacetate, 2-methyl-1-propanol, 3-methylbutanal, 2-methyl-butanol, methyl-2-methyl-propanoate, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-2-pentanone, ethyl-2-methylpropanoate, hexanal, ethyl-3-methylbutanoate, ethyl-2-methylbutanoate, di(1-propenyl) sulfide, dimethylbenzene, 2,5-dimethyl pyrazine, α -pinene, benzaldehyde, 2-pentylfuran, decanoicacid, octanal, propylacetate, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-benzene, 1-limonene, 4-methoxy phenol, isopentyl-isopentanoate, nonanal, 2-methoxyphenol, 1,4-terpineol 등 33개 화합물이었다. Relative peak area로 보아 담금 초기에는 ethanol이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 숙성 30

일 이후는 ethyl-2-methyl-butanoate가 가장 많은 비율을 차지 하였다. 숙성이 진행됨에 따라, ethyl-3-methyl-butanoate, ethyl-2-methyl propanoate, pentylacetate, ethyl-2-methyl-butanoate등 ester류 등의 증가가 두드러졌으며, ethanol은 타 된장과 달리 숙성 60일 이후 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 혼합식 된장은 타 된장에 비해 검출된 화합물의 수가 많은데, 이것이 고유한 향기 특성을 나타내는 것으로 사료된다. Alcohol류의 relative peak area의 종류는 타 된장과 큰 차이가 없었으나 양적인 차이는 뚜렷하였다. Aldehyde류는 숙성 초기부터 증가하였다. 3-methyl-butanal, 2-methyl-butanal, 2-methyl-propanal이 주요성분 이었으며, 전통식 된장에서의 relative peak area와 비슷한 수치를 나타내었다. 3-methyl-butanal은 앞에서도 언급한바와 같이 과일 향 과 땅콩 향 같은 냄새를 내는 것으로 알려져 있는 물질이며, 적은 강도에서도 강한 향을 내는데, 3종류의 된장에서 모두 검출되어 된장의 특징적인 향기를 부여할 것으로 판단된다. Ester류는 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 일본식 된장과는 달리 pentylacetate외에 ethyl-3-methyl-butanoate의 증가가 두드러졌다.

3종류의 된장에서, 숙성 전체 기간 동안 검출된 성분은 ethanol, 2,3-butanedione, pentylacetate, 3-methyl-butanal, 2-methyl-1-butanol, 2-pentylfuran, 1-limonene, 2-methoxyphenol 등 8종이었다. 검출 성분 중 3-methyl-1-butanol 은 아미노산인 leucine의 분해생성물로 치즈의 알콜화합물 중 주된 성분으로 알려져 있는데, 박정숙 등(1994)은 고오지-나토 된장에서 가장 높았다고 하였으며, 본 실험에서는 전통식 된장에서 담금 직후 0.0053에서 숙성 90일에 0.1057로 증가하였으며, 혼합식 된장에서는 담금 직후 0.0885에서 숙성 90일에 0.2193으로 증가하였다. 3-methyl-butanal은 leucine의 Strecker 분해 생성물로 유제품의 주된 향기 성분이며, 풀내음과 맥아 냄새를 나타내는데, 본 실험에서는 모든 시료 된장에서 검출되었으며, 일본식 된장에서는 타 된장에 비해 비교적 적은 양이 검출되었다. 케톤화합물 중 2,3-butandione은 치즈향기의 특징적인 성분의 하나로 향의 강도가 높은 화합물인데, 이것은 박정숙 등(1994)의 나토된장 및 고오지-나토 된장에서도 검출되었다. 본 실험에서 검출된 화합물의 수가 숙성 초기에 많다가 다시 감소하는 것은 숙성초기 존재하던 몇몇 물질이 숙성기간이 경과하면서, 점차 줄어

들고 새로운 물질이 생성되기 때문에, 그들이 교차되는 숙성 중기에 상대적으로 많은 수의 향기물질이 존재하는 것으로 사료된다. 표준물질에 의한 relative peak area 측정 결과 모든 시료 된장에서 숙성기간이 진행됨에 따라, 대부분의 화합물의 relative peak area가 증가하여, 이것이 향기의 강도 증가와 직접적인 연관이 있을 것으로 사료되며, 본 실험에서는 alcohol류 및 ester류의 증가가 두드러져 이들이 숙성 된장의 특징적인 향기를 나타내는 것으로 판단된다.

요 약

전통식 된장 및 *Aspergillus oryzae koji*와 *Bacillus subtilis*의 세균 *koji*를 이용한 된장을 제조하여 30°C에서 90일간 숙성하며, 숙성기간동안의 향미특성 차이를 측정하였다. 총 유리아미노산량은 471.71~1708.47 mg%로 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 일본식 된장은 arginine, proline, leucine 함량이 비교적 높아 타 된장과 다른 경향을 나타내었으나, 3종류 된장 시료 모두 glutamic acid, leucine이 공통적으로 많은 비율이 존재하였다. 유기산은 전통식 된장은 oxalic acid와 citric acid가 검출되었고, 일본식 된장은 담금 직후부터 숙성 90일까지 oxalic acid, citric acid, malic acid가 검출되었는데, malic acid는 담금 직후 23.52 mg%를 나타낸 후, 숙성 90일에는 202.18 mg%로 약 10배정도 급격히 증가하였다. 혼합식 된장은 oxalic acid, malic acid가 371.65~623.48 mg%에서 숙성 90일 이후 246.09~343.4 mg%로 감소하였으며, 모든 시료에서 glucose와 galactose의 함량이 가장 높았다. 지방산 분석 결과 myristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic acid가 확인되었다. 측정된 지방산 중 linoleic acid가 38.56~51.86%로서 가장 많은 비율을 나타내었고, oleic acid는 19.09~27.51%, palmitic acid는 7.37~10.89%, linolenic acid는 5.50~7.52%, myristic acid는 1% 미만이었다. 향기성분 분석 결과 alcohol류 10종, ester류 19종, acid류 5종, aldehydes류 9종, ketones류 5종, sulfur화합물 1종, hydrocarbon류 16종, 기타 13종 등 총 78개의 화합물이 검출되었다. 전통식 된장에서 검출된 성분은 모두 60종이었으며, 일본식 된장은 61종, 혼합식 된장은 72종이었다. 3종류의 된장에서, 숙성 전기간 동안 검출된 성분은 ethanol, 2,3-

butanedione, pentyl-acetate, 3-methyl-butanal, 2-methyl-1-butanol, 2-pentylfuran, 1-limonene, 2-methoxyphenol 등 8종이었다.

문 헌

- 권동진. 1994. 개량 미생물을 이용한 된장의 향미 및 보존성 개선. 동국대학교 박사학위논문
- 김경업, 김미혜, 최병대, 김태수, 이종호. 1992. 재래식 메주 및 된장의 향기성분, 한국식품영양과학회지 **21**(5): 557-565
- 김복관, 박창희, 함승시, 이상영. 1995. 향미성 Natto의 향기 성분, 지방산 및 유기산 함량 분석. 한국영양식량학회지 **24**(2): 219-227
- 김종생, 최성현, 이상덕, 이규희, 오만진. 1999. 살균 된장의 저장과정 중 품질변화. 한국식품영양과학회지 **28**(5): 1069-1075
- 김혜림, 이택수, 노봉수, 박정숙. 1998. 원료된장을 달리하여 제조한 찜장의 품질특성. 한국식품과학회지 **30**(1): 54-61
- 박정숙, 이명렬, 김경수, 이택수. 1994. 균주를 달리한 된장의 향기성분. 한국식품과학회지 **26**(3): 255-260
- 박정숙, 이명렬, 이택수. 1995. 제조 원료를 달리한 된장의 숙성중 당과 지방산 조성의 변화. 한국영양식량학회지 **24**(6): 917-924
- 박현경, 손경희, 박옥진. 1997. 한국전통간장의 맛과 향에 관여하는 주요 향미인자의 분석(III)-향기성분 분석. 한국식생활문화학회지 **12**(2): 173-182
- 정동효, 심상국. 1994. 대두발효식품. 지성의샘. 서울. 대한민국
- 지원대, 이은주, 김성영, 김종규. 1992. 한국 재래식 간장의 특징적 향기성분. 한국농화학회지 **35**(5): 346-350
- 최미경, 손경희, 전형주. 1997. 제조방법과 숙성기간에 따른 된장의 향기특성 변화. 한국식품영양과학회지 **12**(3): 265-274
- 최용규, 지원대, 정영진. 1998. *Bacillus subtilis* DC-2로 제조한 청국장 특성. 한국식품영양과학회지 **27**(5): 846-851
- 최진영, 이택수, 박성오, 노봉수. 1997a. 재래식고추장 숙성과정 중 휘발성 향기성분의 특성. 한국식품과학회지 **29**(4): 745-751
- 최진영, 이택수, 박성오. 1997b. 콩고오지를 사용한 개량식 고추장의 숙성과정 중 휘발성 향기성분의 특성. 한국식품과학회지 **29**(6): 1144-1150
- Etsuko, S., S. Suguru and K. Akio. 1994. Multiple Regression Analysis of Aroma Components and Sensory Evaluation of Miso. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **41**(11): 844-846
- Seo, J.S., H.G. Chang, W.D. Ji, E.J. Lee, M.R. Choi, H.J. Kim and J.K. Kim. 1996. Aroma Components of Traditional Korean Soy Sauce and Soybean Paste Fermented with the Same Meju. *J. Microbiol. Biotechnol.* **6**(4): 278-285
- Waters. 1993. Waters AccQ·Tag Amino Acid Analysis System Operator,s Manual. Massachusetts. USA