

부재료 첨가에 따른 별미장의 향기특성

우관식¹ · 한서영² · 윤향식³ · 이준수¹ · 정현상¹ · 김행란^{2†}

¹충북대학교 식품공학과

²농업과학기술원 농촌자원개발연구소

³충청북도 농업기술원

Aroma Characteristics of *Byeolmijang* with Optional Ingredients

Koan Sik Woo¹, Seo Young Han², Hyang-Sik Yoon³, Junsoo Lee¹,
Heon-Sang Jeong¹ and Haeng-Ran Kim^{2†}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

²National Institute of Agricultural Science and Technology,

Rural Resources Development Institute, Suwon 441-853, Korea

³Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Service, Cheongwon 363-883, Korea

Abstract

Aroma compounds in four different *Byeolmijang* made from optional ingredient addition were extracted by SDE (simultaneous steam distillation extraction) and analyzed with GC (gas chromatography) and GC/MS (mass-spectrometry). The major aroma compounds in the four different *Byeolmijang* during aging were 1-octene-3-ol, hexanal, benzeneacetaldehyde, benzaldehyde, furfural, pyrazine, furan and phenol type compounds. Generally, benzeneacetaldehyde, benzaldehyde, furfural and phenol type compounds were increased during aging. On the other hand, 1-octen-3-ol, hexanal and furan were decreased during aging. Furfural, 2-furanmethanol and benzeneacetaldehyde in *Sanghwangjang*, 3-methyl-1-butanol, phenol and 1H-indole in *Mujang*, hexanal, 1-octen-3-ol and 2,4-decadienal in *Bizijang* and hexanal, tetramethylpyrazine and 2-methoxy-4-vinylphenol in *Jigeumjang* were identified as major aroma compounds, respectively. Generally, the major aroma compound in four different *Byeolmijang* with optional ingredient was similar with control and pyrazine, furan and phenol type compounds were decreased to addition with optional ingredient. The major aroma compound in *Sanghwangjang* with optional ingredient (onion) were 1-hexanol and 2,5-dimethylthiophene and the major aroma compounds were 1,2,4-trithiolane and 2-buthyl-2-octenal in *Mujang* with optional ingredient (*Letinus edodes*). Furfural, benzaldehyde, benzeneacetaldehyde, 1,2,4-trithiolane and lenthionine were detected in *Bizijang* due to the addition of powdered *Letinus edodes*. Linaool and β-lonone were detected in *Jigeumjang* due to the addition of powdered red pepper.

Key words: *Byeolmijang*, aroma characteristics, *Sanghwangjang*, *Mujang*, *Bizijang*, *Jigeumjang*

서 론

최근 식생활의 형태가 변화되면서 전통식품과 기능성식품에 대한 새로운 인식과 관심이 고조되고 있다. 또한 조리가 간편하면서 영양도 고려한 식품이 각광받고 있다. 장류는 예로부터 한국 사람에게 이용되어 온 발효식품으로 그 수요가 광범위하고 한국식품에서 국이나 찌개, 찬류, 소스류 등 많은 부분에 이용되고 있다(1). 우리나라에 있어서 발효식품은 전형적인 고유 식품으로서, 간장, 된장, 고추장, 청국장 등으로 식단에 있어서 감미료일 뿐만 아니라, 영양소의 공급 원으로서도 그 의의는 대단히 크다(2). 우리나라는 곡류위주의 식생활로 부족한 단백질의 급원으로 대두발효식품을 섭

취해 왔고, 특히 청국장은 삶은 콩을 벗침에 이용하여 재래식 방법으로 발효시키거나, *Bacillus natto* 등에 의하여 단기간 발효·숙성시킨 대두발효식품으로 콩을 수확하는 가을부터 겨울철에 주로 상용되어 왔다(2-5).

우리나라의 청국장과 된장 등의 발효식품은 대두 단백질의 소화와 흡수가 우수한 고단백식품이나 제조기간이 계절적인 제한을 받으며, 발효·조리시 발생하는 심한 불쾌취로 인하여 소비량은 감소추세이며 특히 어린이와 젊은 세대들이 기피하고 있는 실정이다(5). 보통 대두발효식품의 불쾌취는 butyric acid류, tetramethylpyrazine과 같은 휘발성 물질과 암모니아 성분에 기인하는 것으로 알려져 있다(5). 이러한 장류의 불쾌취를 제거하여 기호도를 향상시키기 위한

[†]Corresponding author. E-mail: kimhr@rda.go.kr
Phone: 82-31-299-0590, Fax: 82-31-299-0553

연구로는 Joo(6)와 Park 등(7)이 청국장을 발효시킨 후 쑥을 첨가하거나 Kim 등(8)이 증자시킨 콩에 마늘 및 고추 oleoresin을 첨가하여 청국장을 제조하여 향기성분을 연구한 보고 등이 있을 뿐 지역별 별미장에 관한 연구는 몇몇 전래 별미장의 제조법과 품질특성 등에 관한 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 생황장, 무장, 비지장, 찌금장 등의 별미장에 표고버섯이나 양파, 다시마 등의 부재료를 첨가하여 별미장을 제조하고 첨가하지 않은 별미장과의 향기특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

생활장 제조

메주용 콩을 24시간 수침시킨 다음 121°C 고압솥에서 40분간 증자한 후 마쇄하고 마쇄된 콩, 메밀가루 및 물을 각각 1.6 kg, 2.5 kg 및 2 L씩 혼합하여 주먹크기로 동그랗게 성형한 다음 그늘에서 3일 동안 걸말림하고 35°C의 발효기에서 5일 동안 발효시켰다. 이를 건조하여 마쇄한 메주가루 2.7 kg에 소금 675 g과 물 2.25 L를 넣고 잘 섞은 후 분쇄된 양파를 전체 양에 대해 5%(w/w)를 첨가하고 온도 25°C, 습도 50~60%로 조절된 제국실에서 숙성시키면서 4일 후와 10일 후에 시료를 채취하여 분석용 시료로 사용하였다. 대조구는 양파를 첨가하지 않은 생황장으로 설정하였다.

무장 제조

무장은 생황장과 마찬가지로 마쇄된 콩, 메밀가루 및 물을 혼합하여 작고 단단하게 메주를 만든 후 그늘에서 3일 동안 걸말림하고 35°C의 발효기에서 5일 동안 발효시켰다. 이것을 잘게 조각내어 항아리에 담고 메주 양의 2배에 해당하는 물을 섞고 분쇄된 표고버섯을 전체 양에 대해 5%(w/w)를 첨가하고 숙성시킨 후 6일 후에 시료를 채취하여 분석하였다. 대조구는 표고버섯을 첨가하지 않은 무장으로 설정하였다.

비지장 제조

콩 5 kg을 24시간 수침시킨 후 분쇄하여 3배량의 물을 넣고 15분간 끓인 다음 체로 여과하여 두유와 비지를 분리한 다음 비지를 5분간 볶음 처리하였다. 볶음 처리된 콩비지 9 kg과 소금 675 g을 혼합한 후 분쇄된 표고버섯을 전체 양에 대해 5%(w/w)를 첨가한 후 35°C에서 발효시키면서 24시간 후와 48시간 후에 시료를 채취하여 분석하였다. 대조구는 표고버섯을 첨가하지 않은 비지장으로 설정하였다.

찌금장 제조

찌금장은 찹쌀 1 kg에 동량의 물을 넣고 밥을 지은 후 여기에 엿기름 4.5 kg, 황설탕 100 g, 메주가루 700 g, 고춧가루 700 g, 소금 120 g을 넣고 혼합하고 분쇄된 다시마를 전체 양에 대해 5%(w/w)를 첨가한 후 이를 동안 66°C에서 발효숙성하면서 24시간 후와 48시간 후에 시료를 채취하여

분석하였다. 대조구는 다시마를 첨가하지 않은 찌금장으로 설정하였다.

향기성분의 추출

별미장의 휘발성 향기성분의 추출은 연속증류추출장치 (Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)(9)를 사용하여 상압 하에서 추출하였다. 시료 50 g과 증류수 1 L를 2 L 증류용 플라스크에 넣고 50 mL diethyl ether를 추출용 플라스크에 넣은 후 2시간 동안 향기성분을 추출하였다. 여기서 얻은 추출액을 무수황산나트륨으로 탈수한 후 진공농축기(rotary evaporator, EYELA N-1,000, Tokyo, Japan)로 30°C에서 농축한 후 질소 가스 하에서 1 mL까지 농축하였다.

GC 및 GC/MS 분석

GC(gas chromatography)는 HP 6890N(Agilent Technologies, Wilmington, Delaware, USA)을 이용하였으며 컬럼은 HP-5MS(crosslinked 5% PH ME Siloxane, 30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)를 사용하였고, 오븐온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 220°C까지 상승시켰으며 220°C에서 20분간 유지하였다. 검출기는 FID(flame ionization detector), 주입구와 검출기 온도는 각각 250°C, carrier gas는 질소를 사용하였다. GC-MS(gas chromatography mass spectroscopy)는 HP 5973N MSD(Agilent Technologies, Wilmington, Delaware, USA)를 사용하였으며 컬럼과 오븐온도는 GC와 동일하게 설정하였으며, carrier gas는 헬륨을 사용하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L data base로 검색하여 동정하였으며, 내부표준물질로 α-pinene(Sigma Co., St. Louis, MI, USA)을 이용하여 정량하였다. GC결과와 GC-MS에서 동정된 화합물의 상호관계는 Sigma Aldrich사로부터 구입한 n-alkane류(C₈~C₂₄)에서 얻은 RI(retention index)를 비교하여 구하였다. RI는 다음과 같은 식에 의해 구하였다.

$$RI = [n + \frac{(\log X - \log Y)}{(\log Z - \log Y)}] \times 100$$

여기서, n은 n-alkane류의 탄소수이고 X는 미지 peak의 retention time, Y는 C_n peak의 retention time, Z는 C_{n+1} peak의 retention time이다.

결과 및 고찰

부재료 첨가에 따른 별미장의 향기 특성

생활장, 무장, 비지장, 찌금장 등 4종의 별미장에 공통적으로 포함된 성분으로 다른 성분에 비해 비교적 높은 함량을 포함하고 있는 성분으로는 Fig. 1과 같이 hexanal, furfural, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, benzeneacetaldehyde, 2-methoxy-4-vinylphenol 등으로 나타났다. 4종류의 별미장 중

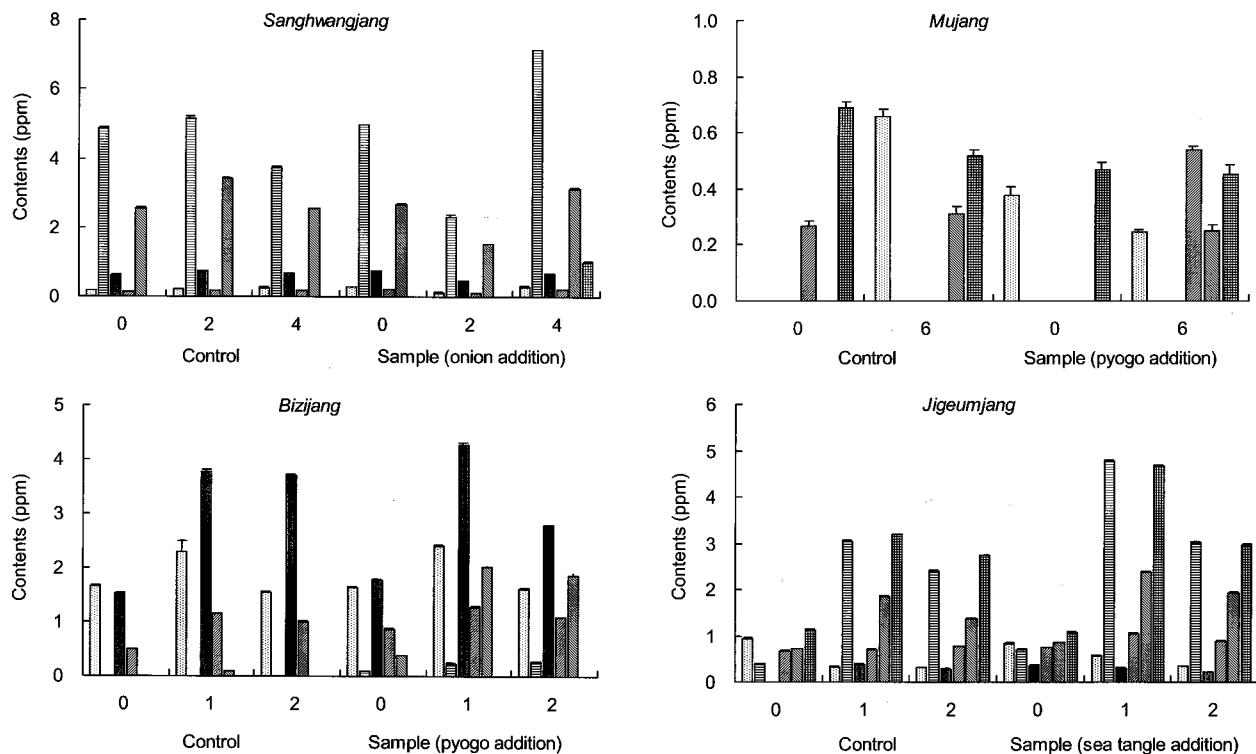


Fig. 1. Aroma characteristics of *Byeolmijang* during aging.

■: hexanal, ▨: furfural, ▢: 1-octen-3-ol, □: 2-pentylfuran, ▲: benzeneacetaldehyde, ▪: 2-methoxy-4-vinylphenol.

에서 대표적으로 생황장의 크로마토그램은 Fig. 2와 같다. 생황장은 대조구와 양파 첨가구 모두 furfural, 2-furanmethanol, 1-octen-3-ol, limonene, benzeneacetaldehyde 등

이 많이 함유되어 있었으며, 발효가 진행되면서 증가하는 경향을 나타내었다. 무장은 대조구와 표고버섯 첨가구 모두 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1H-pyrrole, phenol, 3-oc-

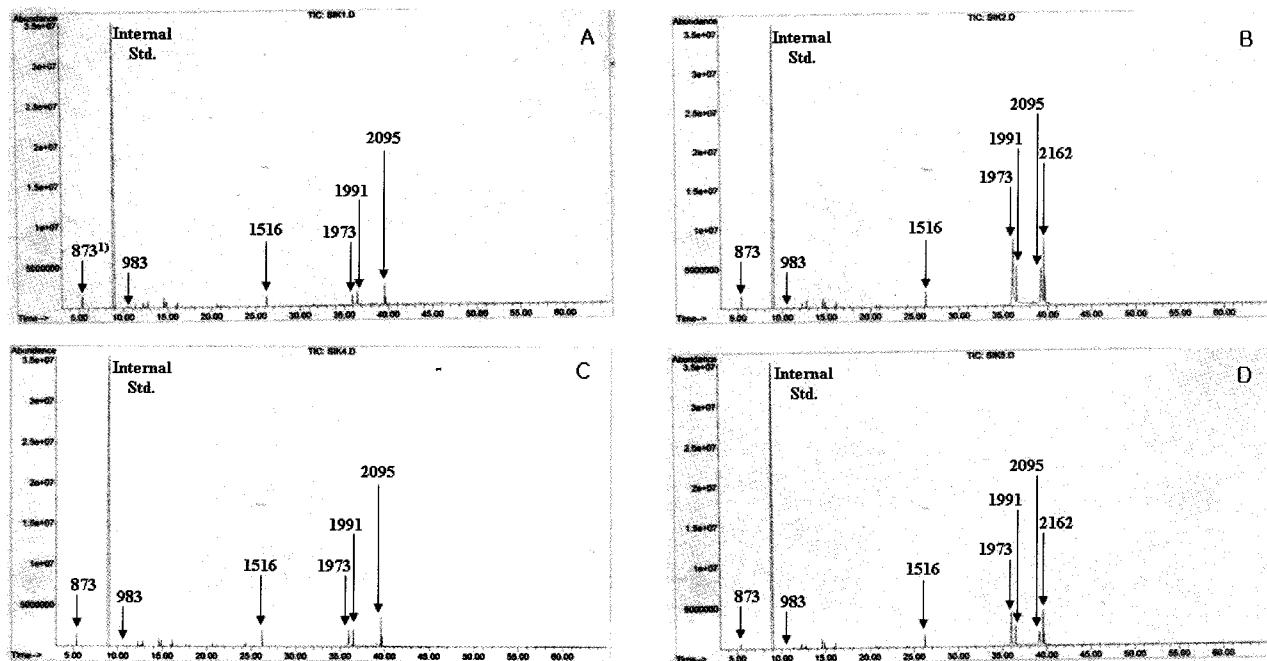


Fig. 2. Total ion chromatogram (TIC) of *Sanghwangjang* during aging.

A: untreated (0 day), B: untreated (4 day), C: onion addition (0 day), D: onion addition (4 day)

¹⁾Retention index; see Table 1.

tanone, limonene, 2-nonenone, benzeneethanol, 1H-indole 등이 검출되었으며, 1H-indole은 발효기간 동안 변화가 거의 없었으나 대부분의 다른 화합물들은 발효가 진행되면서 증가하는 경향을 나타내었다. 비지장은 대조구와 표고버섯 첨가구 모두 다른 장류에 비해 검출된 화합물의 수가 적었으며, hexanal, 1-hexanol, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, limonene, 2,4-decadienal 등이 검출되었고 발효가 진행되면서 증가하는 경향을 보였다. 짜금장은 대조구와 다시마 첨가구 모두 furfural, 2-pentylfuran, 1-phellandrene, limonene, benzeneacetaldehyde, tetramethylpyrazine, linalool, β -lonone 등이 검출되었고 발효가 진행되면서 증가하는 경향을 보였

다. 대두의 향기성분으로는 1-octen-3-ol, hexanal, hexanol, 2-pentylfuran 등으로 알려져 있는데(10-12), 4종의 별미장의 부재료 첨가시 숙성과정 중 향기성분은 주로 대두 향기성분인 furfural, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, limonene 등이 많이 검출되어 대두의 향기성분들이 이행된 것으로 보이며, 발효가 진행되면서 이들 향기성분은 증가하는 경향을 보였다. 또한 Ji 등(13)과 Park 등(14)은 된장에는 ethanol이 다량 함유되어 있다고 보고하였는데 본 실험에 사용된 4종의 별미장에서는 ethanol이 검출이 되지 않았다.

생활장

생활장의 양파 첨가에 따른 향기특성은 Table 1과 같아

Table 1. Aroma characteristics of *Sanghwangjang* during aging

(unit: ppm)

RI ¹⁾	Compounds	Control (days)			Onion addition (days)		
		0	4	10	0	4	10
3.67 ²⁾	toluene	0.14	ND ³⁾	ND	0.15	0.11	0.12
801	hexanal	0.17	0.20	0.27	0.29	0.12	0.30
837	furfural	4.87	5.15	3.76	4.97	2.32	7.15
861	2-furanmethanol	1.82	0.52	0.22	0.23	0.18	0.41
874	1-hexanol	ND	ND	ND	0.12	0.07	ND
904	2,5-dimethylthiophene	ND	ND	ND	0.23	0.11	0.20
908	3-(methylthio)-propanal	0.16	0.23	0.16	0.15	0.08	0.18
925	tricyclene	0.15	0.22	0.09	ND	0.14	0.09
953	camphene	0.16	0.16	0.15	0.15	0.17	0.15
959	verbenene	0.09	0.11	0.09	0.15	0.12	0.16
962	2-heptenal	0.06	0.07	0.07	0.08	ND	ND
964	benzaldehyde	0.26	0.40	0.57	0.30	0.25	0.48
983	1-octen-3-ol	0.62	0.74	0.66	0.75	0.45	0.68
993	2-pentylfuran	0.14	0.18	0.16	0.20	0.11	0.22
1000	decane	0.18	0.21	0.21	0.19	0.18	0.22
1003	1-phellandrene	ND	ND	0.64	0.65	0.63	0.66
1031	limonene	1.70	1.73	1.71	1.70	1.68	1.76
1037	benzenemethanol	0.16	0.38	0.21	0.26	0.19	0.31
1047	benzeneacetaldehyde	2.55	3.42	2.55	2.68	1.54	3.12
1082	4-methylbenzaldehyde	0.11	0.16	0.22	0.17	0.21	0.28
1115	benzeneethanol	0.16	0.34	0.13	0.16	0.11	0.22
1125	2-ethylhexanoic acid	0.10	ND	0.20	0.23	0.15	ND
1142	trans-pinocarveol	0.58	0.65	0.66	0.66	0.65	0.71
1197	myrtenol	0.61	0.70	0.29	0.72	0.71	0.78
1199	dodecane	0.15	0.22	0.26	0.19	0.17	0.21
1294	1H-indole	ND	ND	0.37	ND	ND	ND
1315	2-methoxy-4-vinylphenol	ND	ND	ND	ND	ND	1.00
1399	tetradecane	0.09	0.12	0.15	0.13	0.10	0.17
1516	butylated hydroxy toluene	3.92	5.55	5.53	5.90	4.66	5.87
1659	t-cadinol	ND	ND	ND	0.10	0.09	0.16
1712	hexadecanal	0.06	0.11	ND	ND	ND	ND
1758	tetradecanoic acid	0.05	0.44	ND	0.13	0.29	1.56
1920	methylhexadecanoic acid	0.32	0.31	0.12	ND	0.15	0.34
1973	n-hexadecanoic acid	7.54	96.49	1.95	13.52	34.32	55.55
1991	ethylhexadecanoic acid	4.59	13.87	5.23	6.32	6.73	13.63
2095	9,12-octadecadienoic acid	7.71	32.21	0.25	12.90	10.50	17.49
2162	linoleic acid ethyl ester	ND	26.84	7.66	ND	12.77	24.65
2167	ethyl oleate	3.16	11.84	3.18	4.71	5.56	10.87
42.15	ferruginol	ND	ND	ND	0.20	0.15	0.25

¹⁾RI (retention index), $RI = [n + \frac{(\log X - \log Y)}{(\log Z - \log Y)}] \times 100$.

(n: number of carbon of hydrocarbon, X: unknown peak's retention time, Y: C_n peak's retention time, Z: C_{n+1} peak's retention time).

²⁾Retention time. ³⁾Not detected.

furfural, furanmethanol, benzaldehyde, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, limonene, benzeneacetaldehyde, limonene, trans-pinocarveol, myrtenol 등의 화합물 함량이 많았으며, n-hexadecanoic acid, octadecadienoic acid, linoleic acid, ethyl oleate 등의 지방산이 많이 검출되었다. 일반적으로 대조구는 발효 4일에, 양파첨가구는 10일에 향기성분 함량이 높게 나타났으며, furfural의 경우 대조구에서 발효 4일에 5.15 ppm으로 발효초기의 4.87 ppm과 발효 10일의 3.76 ppm 보다 높은 함량을 나타내었고 양파 첨가구에서는 발효 10일에 7.15 ppm으로 발효초기의 4.97 ppm과 발효 4일의 2.32 ppm보다 높은 함량을 나타내었다. Benzeneacetaldehyde 또한 furfural과 마찬가지로 대조구는 발효 4일에 3.42 ppm, 양파 첨가구는 발효 10일에 3.12 ppm으로 대체적으로 높게 나타났다. Benzaldehyde, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran, limonene 등의 화합물은 두 처리구 모두에서 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, hexadecanoic acid, octadecadienoic acid, linoleic acid, ethyl oleate 등의 지방산의 함량은 benzeneacetaldehyde나 furfural과 마찬가지로 대조구는 발효 4일에, 양파 첨가구는 10일에 높게 나타났다. 특히 n-hexadecanoic acid의 경우 대조구에서 발효 4일된 시료는 발효초기 7.54 ppm에서 10배 이상 높은 96.49 ppm으로 검출되었으며, 양파 첨가구는 발효초기 13.25 ppm으로 대조구보다 발효초기에는 높은 함량을 보였으나 발효 4일에는 34.32 ppm으로 대조구보다 적게 검출되었고 발효 10일에는 대조구는 1.95 ppm, 양파 첨가구는 55.55 ppm으로 나타났다. 1H-indole의 경우 양파 처리구에서는 검출되지 않았으나 대조구의 경우 발효 10일에 0.37 ppm이 검출되었으며, 양파를 첨가한 시료의 경우 대조구와 향기성분의 패턴은 비슷한 경향을 보였다. 1-Hexanol, 2,5-dimethylthiophene, 2-methoxy-4-vinylphenol, t-cadinol, ferruginol 등의 성분은 양파를 첨가한 시료에서만 검출되었으며, 이들의 성분들은 양파로부터 이행된 것으로 보인다(15). 2-Methoxy-4-vinylphenol은 대조구에서는 검출되지 않았으나 양파 처리구의 경우 발효 10일에 1.00 ppm이 검출되었다. 2,5-Dimethylthiophene 화합물은 발효초기 0.23 ppm, 발효 4일에 0.11 ppm, 10일에는 0.20 ppm으로 검출되었다. Woo 등(1)과 Choe 등(5)의 연구에서 청국장이나 된장의 특유의 향기성분은 pyrazine류나 hexadecanoic acid 등이라 보고하였는데 이들 함량은 양파 첨가에 따라 감소한 것으로 나타났으며, 장류의 불쾌취로 알려진 butyric acid, valeric acid 등의 성분은 검출되지 않았다.

무장

무장에 표고버섯을 첨가할 경우 향기특성의 변화는 Table 2와 같이 두 처리구 모두에서 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1H-pyrrole, phenol, 3-octanone, limonene, 2-nonenone, benzenethanol, 1H-indole 등의 화합물이 높은 함량을 보였으며, 지방산의 함량은 발효초기에는 소량 검출되었

으나 발효 6일째에는 두 처리구 모두에서 거의 검출이 되지 않았다. 대조구의 경우 1H-indole이 발효초기 130.02 ppm, 발효 6일에는 129.68 ppm의 함량을 보였으며, 표고버섯 첨가구는 발효초기 121.90 ppm에서 발효 6일에는 114.44 ppm이 검출되어 발효기간 중에 함량의 변화가 적게 나타났다. 또한 phenol은 대조구의 경우 발효초기 85.38 ppm, 발효 6일에는 95.99 ppm으로 나타났고 표고버섯 첨가구는 발효초기 87.48 ppm에서 발효 6일에 75.64 ppm으로 감소하였다. 2-Pentylfuran은 대조구에서 발효초기에 0.27 ppm이 검출되었으나 발효 6일에는 검출되지 않았고, 표고버섯 첨가구에서는 발효초기에 검출되지 않았으나 발효 6일에 0.54 ppm이 검출되었다. 또한 n-hexadecanoic acid는 대조구에서는 발효초기 7.17 ppm에서 발효 6일에는 1.22 ppm으로 감소하였으나, 표고버섯 첨가구는 발효초기 2.54 ppm에서 발효 6일에 5.12 ppm으로 증가하였다. 3-Allyl-6-methoxyphenol과 γ -dodecalactone 등은 대조구에서만 검출되었고 1,2,4-trithiolane과 2-buthyl-2-octenal은 표고버섯 첨가구에서만 검출되었다. 무장의 또 하나의 특징으로는 표고버섯을 첨가하지 않은 시료에서만 3-allyl-6-methoxyphenol은 발효초기 0.17 ppm에서 발효 6일에 0.19 ppm으로 소량 증가하였고 γ -dodecalactone은 발효초기 0.22 ppm에서 발효 6일에 0.33 ppm으로 증가하였으며, 표고버섯 첨가구에서는 1,2,4-trithiolane은 발효초기 3.74 ppm에서 발효 6일에 4.54 ppm으로 증가하였고 2-buthyl-2-octenal은 0.18 ppm에서 0.23 ppm로 증가하였다. Woo 등(1)은 furfural, benzaldehyde, 4-ethylphenol, 1H-indole, benzeneacetaldehyde 등이 별미장의 주요 화합물이라 한 결과와 유사하였으며, 약간의 차이는 원료나 제조시 첨가되는 부재료 등의 차이로 생각되어진다. 무장에 표고버섯을 첨가할 경우 furan 화합물이나 phenol류 등의 특유의 냄새를 내는 성분은 검출되지 않거나 감소하는 경향을 보였으며, 지방산의 함량이 다량 감소하는 결과를 얻었다.

비지장

비지장에서는 Table 3과 같이 다른 별미장에 비해 비교적은 화합물이 동정되었고 hexanal, 1-hexanol, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran 등의 대두 특유의 향기성분이 검출되었으며, 그 외 limonene, myrtenol, 2,4-decadienal 등의 성분이 다량 검출되었다. Hexanal, 1-hexanol, 1-octen-3-ol, 2-pentylfuran 등의 성분은 발효 1일에 가장 높은 함량을 보였으며, 발효 2일에는 감소하는 경향을 보였다. 또한 표고버섯 등의 버섯류의 향기성분으로 알려진 C₈성분(16)은 1-octen-3-ol 외에 다른 성분은 검출되지 않았고 함량은 대조구에서는 발효초기 1.52 ppm에서 1일에는 3.78 ppm, 2일에는 3.71 ppm이 검출되었으며 표고버섯 첨가구는 초기 1.78 ppm에서 1일에는 4.28 ppm, 2일에는 2.79 ppm이 검출되었다. 2,4-Decadienal은 대조구에서 발효초기 2.76 ppm, 발효 1일에는 6.46 ppm, 2일에는 5.02 ppm으로 동정되었고, 표고버섯

Table 2. Aroma characteristics of *Mujang* during aging¹⁾

RI	Compounds	Control (days)		(unit: ppm)	
		0	6	0	6
3.10	3-methyl-1-butanol	5.29	11.23	3.82	17.69
3.30	dimethyldisulfide	0.62	0.87	0.52	0.37
3.67	toluene	0.16	0.13	0.19	ND ³⁾
801	hexanal	ND	0.66	0.38	0.24
845	2-methyl-1H-pyrrole	0.29	0.37	0.18	0.25
894	2-heptanone	0.15	0.18	ND	0.18
903	n-heptanal	0.27	0.64	ND	0.32
925	tricyclene	0.17	0.17	0.20	ND
953	camphene	0.17	ND	0.23	ND
965	benzaldehyde	0.18	1.29	ND	0.21
972	dimethyltrisulfide	0.68	0.55	0.43	0.79
989	phenol	85.38	95.99	87.48	75.64
990	3-octanone	0.99	1.07	1.04	0.67
993	2-pentylfuran	0.27	ND	ND	0.54
998	3-octanol	0.54	ND	0.50	0.36
1000	decane	0.18	0.23	0.22	0.23
1003	1-phellandrene	0.64	0.62	0.69	0.57
1020	2-acetylthiazole	ND	0.27	0.20	0.40
1031	D-limonene	1.86	1.93	2.06	1.82
1033	2-ethyl-1-hexanol	1.37	ND	1.12	0.85
1047	benzenecetaldehyde	ND	0.31	ND	0.25
1079	4-methylphenol	0.23	0.23	0.13	ND
1082	3-methylbenzaldehyde	ND	0.34	ND	0.24
1090	1,2,4-trithiolane	ND	ND	3.74	4.54
1094	2-nonenone	1.37	1.51	1.20	1.06
1101	2-nonal	0.83	0.83	ND	0.54
1115	benzeneethanol	2.47	5.35	2.77	4.80
1142	trans-pinocarveol	0.76	0.88	0.88	1.00
1169	4-ethyl-phenol	0.71	0.65	0.49	0.41
1197	myrtenol	0.89	0.84	0.95	0.95
1199	dodecane	0.19	ND	0.23	0.24
1294	1H-indole	130.02	129.68	121.90	114.44
1315	2-methoxy-4-vinylphenol	0.69	0.52	0.47	0.45
1361	3-allyl-6-methoxyphenol	0.17	0.19	ND	ND
1376	2-buthyl-2-octenal	ND	ND	0.18	0.23
1492	5-methyl-2-phenyl-2-hexenal	ND	0.32	ND	ND
1496	2-tridecanone	0.50	0.45	0.43	0.42
1517	butylated hydroxy toluene	5.64	4.62	5.54	5.56
1564	dodecanoic acid	ND	ND	0.68	ND
1675	cyclotetradecane	0.31	0.20	0.27	ND
1679	γ -dodecalactone	0.22	0.33	ND	ND
1790	tetradecanoic acid	0.80	ND	1.94	ND
1888	pentadecanoic acid	ND	ND	2.59	ND
1921	methylhexadecanoic acid	1.39	ND	2.77	1.62
1960	n-hexadecanoic acid	7.17	1.22	2.54	5.12
1991	ethylhexadecanoic acid	0.31	ND	3.48	0.88
2096	methyloctadecadienoic acid	3.36	ND	ND	2.77
2102	methyloctadecenoic acid	2.20	ND	1.98	ND
2134	ethyloctadecadienoic acid	3.69	ND	5.17	1.76
2160	linoleic acid ethyl ester	1.01	ND	ND	ND
2166	ethyl oleate	0.59	ND	ND	ND

¹⁾See the legend of Table 1.

첨가구에서는 발효초기 2.92 ppm에서 1일에는 3.84 ppm, 2일에는 3.60 ppm이 검출되었다. Toluene, dibutyl phthalate 등은 대조구에만 검출되어 표고버섯 첨가시 감소하거나 검출이 되지 않는 것으로 나타났으며, furfural, benzaldehyde, benzenacetaldehyde, 1,2,4-trithiolane, lenthionine 등은 표

고버섯을 첨가한 처리구에서 검출되었다. 표고버섯 첨가구에서 furfural의 경우 발효초기에 0.09 ppm에서 1일에는 0.23 ppm, 2일에는 0.26 ppm으로 증가하였고, 1,2,4-trithiolane은 발효초기 0.92 ppm에서 발효 1일에 1.75 ppm, 발효 2일에 1.46 ppm으로 증가하는 경향을 보였으며, lenthionine은 발

Table 3. Aroma characteristics of *Bizijiang* during aging¹⁾

RI	Compounds	Control (days)			Pyogo addition (days)			RI	Compounds	Control (days)			Pyogo addition (days)		
		0	1	2	0	1	2			0	1	2	0	1	2
3.67	toluene	ND ³⁾	ND	0.40	ND	ND	1090	1,2,4-trithiolane	ND	ND	0.92	1.75	1.46		
801	hexanal	1.66	2.30	1.55	1.64	2.42	1.62	1142 trans-pinocarveol ¹⁾	0.00	0.67	0.10	0.64	0.72	0.73	
837	furfural	ND	ND	0.09	0.23	0.26	1197 myrtanol	0.73	0.68	0.70	0.65	0.83	0.79		
859	2-hexenal	0.08	0.14	0.10	0.08	0.13	0.09	1200 dodecane	0.27	0.29	0.33	0.25	0.27	0.29	
873	1-hexanol	0.55	1.11	1.08	0.79	1.35	0.75	1215 2,4-nonadienal	ND	0.27	0.20	ND	0.26	0.21	
953	camphene	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18	0.18	1318 2,4-decadienal	2.76	6.46	5.02	2.92	3.84	3.60	
962	2-heptenal	0.16	0.28	0.24	0.17	0.25	0.17	1400 tetradecane	0.15	0.18	0.19	0.13	0.17	0.16	
964	benzaldehyde	ND	ND	0.12	0.41	0.36	1516 butylated hydroxy toluene	3.42	5.03	4.93	4.55	4.04	4.04		
983	1-octen-3-ol	1.52	3.78	3.71	1.78	4.28	2.79	1600 hexadecane	ND	0.09	0.18	ND	ND	0.09	
993	2-pentylfuran	0.49	1.15	1.01	0.87	1.27	1.08	1630 lenthionine	ND	ND	ND	0.10	0.15	0.12	
1000	decane	0.26	0.28	0.33	0.19	0.27	0.26	1762 tetradecanoic acid	ND	ND	ND	0.09	7.03	ND	
1012	2,4-heptadienal	0.15	0.62	0.42	0.15	0.32	0.26	1959 hexadecanoic acid	ND	ND	0.26	3.38	46.20	4.33	
1031	limonene	1.79	1.82	1.29	1.71	1.93	1.85	1960 dibutyl phthalate	ND	0.21	0.20	ND	ND	ND	
1047	benzenecetaldehyde	ND	ND	0.38	2.02	1.87	2133 9,12-octadecadienoic acid	ND	ND	ND	0.09	1.37	0.22		
1082	4-methylbenzaldehyde	0.32	0.39	0.35	0.16	0.38	0.30	2161 ethyl linoleate	ND	ND	ND	0.11	0.41	0.26	

¹⁾ See the legend of Table 1.Table 4. Aroma characteristics of *Jigeumjang* during aging¹⁾

RI	Compounds	Control (days)			Sea tangle addition (days)			RI	Compounds	Control (days)			Sea tangle addition (days)		
		0	1	2	0	1	2			0	1	2	0	1	2
801	hexanal	0.94	0.32	0.84	0.56	0.35	1197 myrtanol	0.85	0.83	0.90	0.89	0.90	0.90	0.97	
837	furfural	0.39	3.05	2.40	0.70	4.79	3.03	1200 dodecane	0.61	ND	ND	0.55	ND	ND	
860	2-furranmethanol	ND ³⁾	0.89	0.81	ND	1.46	0.96	1300 tridecane	ND	1.42	1.64	ND	1.89	1.42	
872	p-xylene	ND	0.29	0.33	0.24	0.48	0.46	1315 2-methoxy-4-vinylphenol	1.12	3.19	2.74	1.07	4.68	2.96	
953	camphene	0.19	ND	ND	0.15	ND	ND	1345 5-pentyl-1-(2(5H)-furanone	0.27	ND	ND	0.24	0.37	0.45	
964	benzaldehyde	0.35	0.57	0.61	0.43	0.77	0.60	1376 2-buty1-2 octenal	0.31	0.33	0.40	0.23	0.54	0.33	
983	1-octen-3-ol	ND	0.38	0.27	0.36	0.28	0.21	1400 tetradecane	0.85	0.82	1.02	0.51	1.34	0.96	
986	phenol	ND	0.26	0.19	0.25	0.30	0.23	1483 γ -humachalene	0.39	0.44	0.54	0.28	0.72	0.54	
993	2-pentylfuran	0.67	0.70	0.76	0.74	1.05	0.89	1490 β-lonone	1.33	1.73	1.66	1.20	2.39	1.68	
1000	decane	0.26	0.32	0.33	0.30	0.32	0.29	1500 pentadecane	0.22	0.46	0.23	0.25	0.29	0.57	
1003	1-phenyllandrene	1.01	1.22	1.16	1.12	1.63	1.15	1516 butylated hydroxy toluene	4.17	5.84	5.38	3.60	6.45	5.37	
1031	limonene	1.87	1.92	1.97	1.91	2.02	2.06	1566 dodecanoic acid	1.67	3.87	4.77	2.43	3.73	2.51	
1038	benzenemethanol	0.15	0.26	0.26	0.21	0.44	0.36	1583 megastigmatrienone	0.17	0.25	0.27	0.14	0.34	0.27	
1047	benzenecetaldehyde	0.71	1.85	1.37	0.85	2.38	1.92	1600 hexadecane	0.50	0.53	0.56	0.14	0.76	0.63	
1067	1-(1H-pyrro-2-yl)-ethanone	0.15	0.31	0.41	0.17	0.52	0.42	1711 hexadecanal	4.35	1.54	2.03	2.78	2.89	2.36	
1082	4-methylbenzaldehyde	0.32	0.36	0.41	0.37	0.66	0.48	1762 tetradecanoic acid methyl ester	4.79	10.98	8.63	9.21	7.77	23.84	
1089	tetramethylpyrazine	2.67	2.37	2.87	1.55	5.59	2.00	1818 pentadecanoic acid	0.28	0.35	0.71	0.41	0.54	0.56	
1100	linalool	0.36	0.85	0.95	0.36	1.29	0.97	1898 9-hexadecenoic acid methyl ester	0.60	0.48	0.64	0.43	0.71	0.86	
1142	trans-pinocarveol	0.74	0.75	0.77	0.76	0.86	0.79	1973 n-hexadecanoic acid	67.19	69.91	145.16	75.40	45.80	15.62	
1183	naphthalene(azulene)	0.23	0.27	0.28	0.21	0.35	0.29	2161 linoleic acid ethyl ester	68.37	59.08	15.05	24.11	14.67	21.34	
1192	α-terpineol	0.15	0.27	0.40	0.17	0.40	0.46								

¹⁾ See the legend of Table 1.

효초기 0.10 ppm에서 발효 1일에 0.15 ppm, 발효 2일에는 0.12 ppm으로 증가하는 경향을 보였다. 반면 toluene, dibutyl phthalate 등의 성분은 대조구에서만 발효 2일에 각각 0.40, 0.20 ppm이 검출되었다. Tetradecanoic acid, 9,12-octadecadienoic acid 등의 지방산은 대조구에서는 검출되지 않았으나 표고버섯 첨가구에서는 발효 2일에 각각 7.03, 1.37 ppm이 검출되었으며, hexadecanoic acid는 대조구에서는 거의 검출되지 않았으나 표고버섯 첨가구에서 발효 1일에 46.20 ppm으로 다량 검출되었다. Woo 등(1)의 연구에서와 유사하게 주요 성분이 검출되었으며, 표고버섯을 첨가할 경우 비지장 특유의 냄새를 내는 2,4-decadienal과 dibutyl phthalate는 소량 검출되거나 검출되지 않는 것으로 나타났다.

찌금장

찌금장은 Table 4와 같이 hexanal, furfural, 2-pentylfuran, 1-phellandrene, limonene, benzenacetaldehyde, tetramethylpyrazine, linalool, trans-pino-carveol, 2-methoxy-4-vinylphenol, β-lonone, hexadecanal 등의 화합물이 많이 검출되었다. 대조구와 다시마 첨가구 모두 발효기간이 경과할 수록 화합물 함량이 증감은 비슷하게 유지하였지만, linoleic acid는 발효기간이 지날수록 대조구의 경우 발효초기 68.37 ppm에서 1일에 59.08 ppm, 2일에 15.05 ppm으로 함량이 점차 감소하였으며, 다시마 첨가구는 발효초기 24.11 ppm에서 1일에는 14.67 ppm, 2일에는 21.34 ppm으로 감소하였고 대조구보다 다시마 첨가구가 적은 함량을 보였다. 두 처리구 모두 다른 별미장에 비해 tetradecanoic acid, hexadecanoic acid, linoleic acid 등의 지방산 함량이 높게 검출되었으며, 다시마 첨가구보다 대조구에서 더 높게 검출되었다. 2-Furanmethanol은 두 처리구 모두에서 발효초기에는 검출되지 않았으나, 발효 1일에 대조구와 다시마 첨가구에서 각각 0.89, 1.46 ppm이, 발효 2일에는 각각 0.81, 0.96 ppm이 검출되었다. 1-Octen-3-ol은 대조구에서 발효초기에는 검출되지 않았으나 발효 1일에는 0.38 ppm, 2일에는 0.27 ppm이 검출되었으며, 다시마 첨가구에서는 발효초기에는 0.36 ppm, 발효 1일에는 0.28 ppm, 2일에는 0.21 ppm이 검출되어 감소하는 경향을 보였다. Camphene은 발효 초기에 대조구와 다시마 첨가구에서 각각 0.19, 0.15 ppm이 검출되었으나 발효가 진행되면서 검출되지 않았다. 또한 5-pentyl-2(5H)-furanone은 대조구에서 발효초기에 0.27 ppm이 검출되었고 발효가 진행되면서 검출되지 않았으나, 다시마 첨가구의 경우 발효초기에 0.24 ppm, 1일에 0.37 ppm, 2일에 0.45 ppm으로 증가하는 경향을 보였다. Tetradecanoic acid, hexadecanoic acid, linoleic acid 등의 지방산의 함량은 다시마 첨가구에서 감소하는 경향을 보였으며, 특히 hexadecanoic acid는 대조구에서 발효초기에 67.19 ppm, 1일에 69.91 ppm, 2일에 145.16 ppm으로 증가하였으나 다시마 첨가구는 발효초기에 75.40 ppm, 1일에 45.80 ppm, 2일에 15.62 ppm으로 감

소하였다. Linoleic acid는 대조구에서 발효초기에 68.37 ppm, 1일에 59.08 ppm, 2일에 15.05 ppm으로 감소하였으며, 다시마 첨가구는 발효초기에 24.11 ppm, 1일에 14.67 ppm, 2일에 21.34 ppm으로 감소하는 경향을 보였다. Woo 등(1)의 연구에서와 같이 주요 화합물은 비슷하게 검출되었으며, 다시마를 첨가할 경우 hexadecanoic acid, linoleic acid 등의 지방산의 함량이 적게 검출되었다.

요약

생활장에 양파를 첨가하였을 때와 무장과 비지장에 표고버섯을 첨가하였을 때, 그리고 짜금장에 다시마를 첨가하였을 때 휘발성 성분을 추출하여 분석·동정하였다. 생활장은 furfural, benzeneacetaldehyde, n-hexadecanoic acid 등이 많이 검출되었고 양파 첨가구에서 1-hexanol, 2,5-dimethylthiophene은 숙성 4일 후에 각각 0.07, 0.11 ppm이 검출되었다. 생활장은 발효 4일된 시료에서 향기성분의 함량이 비교적 높게 나타났으며, n-hexadecanoic acid의 경우 발효 4일된 시료는 발효초기 함량보다 10배 이상 높게 나타났다. 무장에서의 1H-indole과 phenol은 발효초기에는 대조구에서 각각 130.02, 85.38 ppm이었고, 6일째에는 각각 129.68, 95.99 ppm이었다. 표고버섯 첨가시 1H-indole은 각각 121.90 ppm에서 114.44 ppm으로, phenol은 각각 87.48 ppm에서 75.64 ppm으로 감소하였다. 3-Allyl-6-methoxyphenol, γ-dodecalactone 등은 대조구에서 검출이 되었으며, 1,2,4-trithiolane, 2-buthyl-2-octenal은 표고버섯 첨가구에서 검출되었다. 비지장에서는 2,4-decadienal이 대조구는 발효초기에는 2.76 ppm, 발효 1일에는 6.46 ppm, 2일에는 5.02 ppm이 검출되었고 표고버섯 첨가구는 발효초기에는 2.92 ppm, 발효 1일에는 3.84 ppm, 2일에는 3.60 ppm이 검출되어 표고버섯 첨가시 함량이 감소하는 것으로 나타났다. Furfural은 증가하는 경향을 보였고, 1,2,4-trithiolane과 lenthionine은 표고버섯 첨가한 시료에서만 검출되었다. 찌금장은 tetramethylpyrazine, hexadecanal, tetradecanoic acid methyl ester, n-hexadecanoic acid, linoleic acid ethyl ester 등이 검출되었고 발효가 진행되어도 이들 성분의 변화는 적었지만, linoleic acid ethyl ester는 감소하였다. 전제적으로 부재료를 첨가하였을 경우에 장 특유의 이취로 알려진 pyrazine류나 hexadecanoic acid 등의 지방산의 함량이 감소하는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 바이오그린21 사업 예산으로 추진된 연구의 일부로서 연구비를 지원하여 주신 농촌진흥청에 감사를 드립니다.

문 현

1. Woo KS, Yu SM, Im SK, Chun HK, Kwon OC, Lee J. 2004. Changes in aroma compounds of several *byeolmijang* during aging. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1689-1697.
2. Lee KI, Moon RJ, Lee SJ, Park KY. 2001. The quality assessment of Doenjang added with Japanese apricot, garlic and ginger, and *Samjang*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 472-477.
3. Kim H, Ahn JS, Sin YM, Lee YJ, Lee KH, Byun MW, Cha YJ. 2005. Identification of irradiation-induced volatile marker compounds in irradiated red pepper powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 236-242.
4. Choi JY, Lee TS. 2003. Characteristics of volatile flavor compounds in *Kochujang* prepared with commercial enzyme during fermentation. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 207-213.
5. Choe JS, Yoo SM, Kim HR, Kim JS, Chang CM. 1999. Volatile compounds of Chonggugjang prepared by different fermentation methods and soybean cultivars. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 111-115.
6. Joo HK. 1996. Studies on chemical composition of commercial Chung-kuk-jang and flavor compounds of Chung-kuk-jang by mugwort (*Artemisia asiatica*) or red pepper seed oil. *Korea Soybean Digest* 13: 44-56.
7. Park WJ, Park HY, Yoo JH, Rhee MS. 2001. Effect of *Artemisia asiatica* Nakai extract on the flavor of Chung-kuk-jang. *Korean Soc Food Engin* 5: 115-124.
8. Kim BN, Park CH, Ham SS, Lee SY. 1995. Flavor component, fatty acid and organic acid of natto with spice added. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 219-227.
9. Nikerson GB, Likens ST. 1996. Gas chromatographic evidence for occurrence of hop oil components in beer. *J Chromatography* 21: 1-5.
10. Choi MK, Sohn KH. 1997. Changes in odor characteristics of Doenjang with different preparing methods and ripening periods. *Korean J Diet Cul* 12: 265-274.
11. Sagawara E, Ito T, Odagiri S, Kubota K, Kobayashi A. 1985. Comparison of composition of odor components of natto and cooked soybeans. *Agric Biol Chem* 49: 311-317.
12. Hsieh OAL, Huang AS, Chang SS. 1981. Isolation and identification of objectionable volatile flavor compounds in defatted soybean flour. *J Food Sci* 47: 16-18.
13. Ji WD, Lee EJ, Kim JK. 1992. Volatile flavor components of soybean pastes manufactured with traditional Meju and improved Meju. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 248-253.
14. Park JS, Lee MY, Kim KS, Lee TS. 1994. Volatile flavor components of soybean paste (Doenjang) prepared from different types of strains. *Korean J Food Sci Technol* 26: 255-260.
15. Kim JH, Seo HY, No KM, Han SJ, Seo YS, Kim KS. 2005. Changes of volatile odor components in onion by freeze-drying. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 230-235.
16. Hong JS, Lee KR, Kim YH, Kim DH, Kim MK, Kim YS, Yeo KY. 1988. Volatile flavor compounds of Korean Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *J Korean Agric Chem Soc* 20: 606-612.

(2006년 3월 24일 접수; 2006년 6월 1일 채택)