

## 냄새저감형 울무청국장 제조에 관한 연구

박주현<sup>1</sup> · 한찬규<sup>1</sup> · 최숙현<sup>1</sup> · 이복희<sup>2</sup> · 이해정<sup>3</sup> · 김성수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국식품연구원

<sup>2</sup>중앙대학교 식품영양학과

<sup>3</sup>가천의과학대학교 식품영양학과

## Development of Odor-Reduced Korean Traditional *Cheonggukjang* Added with Job's Tears

Ju-Hun Park<sup>1</sup>, Chan-Kyu Han<sup>1</sup>, Sook-Hyun Choi<sup>1</sup>, Bog-Hieu Lee<sup>2</sup>,  
Hye-Jeong Lee<sup>3</sup>, and Sung-Soo Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food & Nutrition, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food & Nutrition, Gachon University of Medicine and Science, Incheon 406-799, Korea

### Abstract

This study was performed to develop an odor-reduced Korean traditional *Cheonggukjang* (fermented soybean paste) by adding Job's tears to *Cheonggukjang* made with soybean (control) only. The study included the determination of best addition percentage of Job's tears versus soybean, sensory evaluation, and aroma patterns and its components as well as proximate composition analyses of *Cheonggukjang*. Job's tears *Cheonggukjang* (CAJT) was prepared by inoculating *Bacillus subtilis* and fermented at 40°C for 48 hours. Ratios of soybean : Job's tears for Job's tears *Cheonggukjang* were 1:1, 2:1, 3:1, and 4:1, respectively. In comparison of proximal composition, Job's tears *Cheonggukjang* was high in moisture and carbohydrates, but low in calorie, fat, protein, ash and amino nitrogen. The pH of CAJT was lower than those of control and conventional *Cheonggukjang* (CC) sold in the market, and the acidity was the lowest in CC. The color of Job's tears *Cheonggukjang* appeared the whiter and more yellowish, but less reddish in proportion to contents of Job's tears. The contents of viscous substances were higher in CAJT compared with those of control and CC. The contents of glutamic acid, the major components of viscous substances were lower in CAJT than in control and CC, and the contents of fructose higher in CAJT. The scores of sensory evaluation were the highest in Job's tears *Cheonggukjang* mixed with soybean : Job's tears=4:1. The aroma pattern of CC analyzed was conspicuously dissimilar to the control and CAJT and also discriminated by electronic nose examination. The pyrazines, volatile compounds peculiar to *Cheonggukjang*, were found to be lower in CAJT by SPME-GC/MS assay. Additionally, the acetic acid, butanoic acid, and naphthalene causing off-flavor were identified in CC, but not in Job's tears *Cheonggukjang*. The strength of odor through sensory evaluation was by far the lowest in CAJT among the groups. From the findings, it had shown that Job's tears *Cheonggukjang* would be produced successfully when the ratio of 4:1 (soybean : Job's tears) is employed. Also, it was proved that appropriate ratio of Job's tears addition makes *Cheonggukjang* odor-reduced and well accepted by people.

**Key words:** Job's tears, *Cheonggukjang*, odor-reducing, sensory evaluation, electronic nose, volatile compounds

### 서 론

대두를 이용한 전통발효식품인 청국장은 과거 육류의 섭취량이 부족했던 우리나라를 비롯한 동양에서 중요한 단백질과 지방질의 급원으로 오랫동안 섭취되어 온 중요한 식품 원료로서(1), 고초균(*Bacillus subtilis*)이 생산하는 효소에 의해 단백질과 당질이 분해되어 끈끈한 점질물이 형성되면서 특유의 맛과 냄새를 가지게 된다(2). 청국장의 발효과정

에서 생성된 끈적끈적한 점질물은 polyglutamate와 fructan의 혼합물이고, 점질물에 포함된 혈전용해 효소는 nattokinase로 알려져 있다(3). 최근 청국장은 혈전형성 억제능(4), 체중감소 및 혈압강하 효과(5), 항암효과, 혈청의 콜레스테롤 저하 효과(6) 등 다양한 기능이 알려지면서 새로운 건강식품으로써 관심이 모아지고 있다. 하지만 청국장 발효 과정에서 생산되는 독특한 향을 선호하는 소비자들이 많지 않기 때문에 다양한 생리활성에도 불구하고 수요가 한정되

\*Corresponding author. E-mail: sung@kfri.re.kr  
Phone: 82-31-780-9067, Fax: 82-31-709-9876

어 있는 실정이다(7). 청국장의 독특한 냄새는 주로 *Bacillus*에 의하여 생성되는 alkylpyrazine류나 함황화합물, 암모니아 화합물 등에서 유래하는 것으로 알려져 있다(8-11).

울무는 포아풀과에 속하는 1년초로서 벼과에 속하며 열대, 아열대, 온대남부에서 재배된다(12). 우리나라에서 울무 생산량의 85%가 경기도 연천군에서 재배 생산되고 있으며, 생산량 대부분이 울무쌀로 이용되고 있다(13). 울무는 다른 곡류에 비하여 고단백, 고지방의 곡류이고 전분의 대부분이 amylopectin으로 되어 있으며 섬유소뿐만 아니라 Ca, Fe, Vit B<sub>1</sub>, Vit B<sub>2</sub> 등이 풍부하게 함유되어 있어 건강식품으로 각광받고 있다(14). 또한 혈장 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 저하시키고 조직과 혈장간의 콜레스테롤 재분배를 담당하는 HDL-콜레스테롤 함량을 증가시켜 전체적인 지질대사에 관여한다(15,16). 울무는 우리나라에서 약용으로 자양강장제, 이노제, 건위제, 진통제, 소염제 및 폐결핵, 관절통 등에 효력이 있다고 알려져 있다(17).

이상의 여러 연구들에 의하여 청국장 및 울무의 유용한 기능성이 알려지고 있으나 이들 식품의 수요를 증대시키기 위해서는 특히 청국장의 냄새 저감화를 위한 연구의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 한편 현재 울무를 콩과 배합하여 제조한 울무청국장의 제조와 관련된 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 최근 우수한 기능성식품으로 각광받고 있는 울무를 청국장에 혼합하여 기능성 증진 및 냄새 저감 효과를 얻고자 청국장을 제조할 때 대두와 울무의 혼합 비율별 가공 적성 조사 및 적정 배합비 설정, 그리고 이에 따른 관능적 특성을 평가하고, 향기 패턴 및 성분 등을 분석하여 울무 청국장의 냄새 저감 효과를 규명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

청국장 제조에 사용된 대두(*Glycine max* L.)와 울무(*Coix lacryma-jobi* L.)는 경기도 연천군에서 재배한 2010년산 제품으로 (주)연천농협에서 구입하여 사용하였고 청국장 발효에 사용된 균주는 (주)엔유씨전자에서 2010년 5월에 구입한 청국장용 *Bacillus subtilis* 종균을 사용하였다. 재래식 방법으로 제조한 청국장은 서울시 천호동 소재 재래시장에서 2010년 5월에 구입하였다. 각 청국장 시료는 -70°C deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 울무청국장의 제조

울무청국장의 제조를 위하여 양질의 콩만을 선별하여 5~6회 문질러 깨끗이 씻은 후 4의 물에서 24시간 침지하고 물을 뺀 다음 121°C에서 40분간 증자하였다. 울무는 같은 방법으로 깨끗이 수세하여 4°C의 물에서 24시간 침지한 후 솥에서 끓는 물에 약 1시간 증자하였다. 50°C 정도로 식힌 대두와 울무를 각각 1:1, 2:1, 3:1, 4:1의 비율로 혼합한 처리구와 울무를 혼합하지 않은 대조구에 각 처리구별 총 중량의 0.5%의

*Bacillus subtilis* 종균을 접종하고 40°C에서 48시간 발효시켜 울무청국장을 제조하였다.

### 일반성분 및 이화학적 특성 조사

청국장의 일반성분 및 아미노태질소는 AOAC 방법(18)에 준하여 측정하였으며, pH는 시료 5 g을 취하여 증류수 25 mL를 첨가하여 희석한 뒤 pH meter(Hanna Instruments, Padova, Italy)로 측정하였다. 산도는 시료 5 g을 취하여 증류수 25 mL를 첨가하여 희석한 뒤 교반하면서 여기에 0.1 N NaOH로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여, 이때 이용된 0.1 N NaOH 용액의 양을 lactic acid의 양으로 환산하여 계산하였다. 표면색도는 표준백판(L=97.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 표면색도 값인 L(lightness), a(redness/greenness), b(yellowness/blueness)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 표기하였다.

### 점질물 함량 측정 및 주요 성분 분석

점질물의 분리는 Lee 등(19)의 방법에 준하여 청국장 300 g을 증류수 2 L와 혼합하여 20°C에서 220 rpm으로 30분간 진탕하고, 여과 및 원심분리(10,000×g, 20 min)하여 상등액을 동결건조 시킨 후 중량을 측정하여 시료 무게에 대한 비율로 나타내었다.

점질물의 glutamic acid는 식품공전(20)의 방법에 준하여 동결건조 된 점질물 시료 1 g을 취하여 0.02 N-HCl로 용해하여 50 mL로 정용하고 0.45 μm membrane filter로 여과하여 아미노산 자동분석기(AAA L-8900, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였으며(21), fructose는 동결건조 된 점질물 시료 1 g을 증류수 100 mL에 용해하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 분석용 column으로는 Supelcosil™LC-NH<sub>2</sub>(25 cm×3.0 mm)를 사용하여 Jasco RI-930 detector를 이용하여 분석하였다. Oven의 온도는 35°C였으며, 사용된 용매는 85% acetonitrile, flow rate는 0.43 mL/min이었다.

### Metal oxide sensor로 구성된 전자코에 의한 향기 패턴 분석

청국장의 향기 패턴 분석에 이용된 전자코(α-Fox 3000 Electronic Nose System, Alpha M.O.S., France)는 12개의 metal oxide sensor(MOS), 즉 LY2/LG, LY2/G, LY2/AA, LY2/GH, LY2/gCTI, LY2/gCT, T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2, PA/2로 구성되어 있다. 분석조건은 dry/humid air의 비율이 20%가 되도록 온도는 36°C, 압력은 5 psi, air 흐름은 150 mL/min으로 air conditioning unit를 활용하여 설정하였다. 향기성분은 20 mL vial에 각 청국장 시료 0.5 g씩을 취한 것(first group)과 이 시료에 water 5 mL씩을 첨가한 것(second group)을 각각 5회 반복으로 incubation 시간은 10분, 온도는 40°C, 진탕은 500 rpm으로 하여 headspace로부터 포집하였다. 여기서 얻은 향기성분 1 mL의 volume을 50

°C 유지되는 주사기에 취해서 0.5 mL/sec의 속도로 injection port에 주입하였고 자동 injector와 sampler가 이용되었다. 분석 간격은 18분으로 센서가 충분히 안정화를 이룬 다음에 분석을 실행하였다. 향기 패턴 분석 결과 얻은 각 센서의 감응도( $\Delta R_{gas}/R_{air}$ ) 즉, 공기 저항값( $R_{air}$ )에 대한 시료 휘발성 성분의 저항값( $R_{gas}$ )의 변화율로 주성분 분석(principal component analysis: PCA)을 실행하여 제1주성분 값 및 제2주성분 값을 구하였다.

SPME-GC/MS를 이용한 휘발 성분 분석

시료는 마쇄한 후 3 g을 20 mL vial에 담아 사용하였으며 각 처리구를 40°C, 60°C, 80°C에서 20분간 평형시킨 후 각각의 온도에서 30분 동안 100  $\mu$ m polydimethylsiloxane fiber (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)에 포집하여 SPME (Solid Phase Microextraction)를 이용하여 향기성분을 흡착시킨 후 GC/MS에서 5분간 열탈착 분석하였다(22). GC/MS는 Hewlett Packard 7890A GC/Hewlett Packard 5975C mass selective detector(MSD)(Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. Column은 Stabilwax®-DA (30 m length×0.25 mm I.d×0.25  $\mu$ m film thickness: Restek Corp., Bellefonte, PA, USA)를 사용하였고 oven 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 3°C/min의 속도로 220°C까지 상승시키고 이 온도에서 20분간 유지하였다. Injector 온도는 250°C, carrier gas는 helium을 사용하였고 flow rate는 0.8 mL/min로 하였다. 화합물의 동정은 GC/MS로 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L data base로 검색하여 동정하였다.

관능평가

훈련된 관능요원 10명을 대상으로 각 시료에 대하여 청국장의 색깔, 향, 맛, 종합적 기호도 및 냄새의 강도를 9점 척도 법으로 실시하였다. 청국장 기호도에 대한 평가 기준은 매우 나쁘다(1점)~나쁘다(3점)~보통(5점)~좋다(7점)~매우 좋다(9점)로 하였으며, 냄새의 강도에 대한 평가 기준은 매우 약하다(1점)~약하다(3점)~보통(5점)~강하다(7점)~매우 강하다(9점)로 하였다.

통계처리

실험결과에 대한 각 처리군 간의 유의성 검증은 SPSS

(statistical package for social sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 15.0)를 이용하여 ANOVA 분석 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결 과

일반성분 및 이화학적 특성

청국장의 대두와 울무의 혼합비에 따른 열량, 일반성분 및 아미노태질소 함량은 Table 1과 같다. 열량은 169.2~222.4 kcal/100 g, 수분은 56.0~64.3 g/100 g, 조지방은 6.4~11.2 g/100 g, 조단백질은 11.6~19.1 g/100 g, 조회분은 1.4~2.4 g/100 g, 탄수화물은 11.3~16.3 g/100 g의 범위를 나타내었으며, 아미노태질소 함량은 234.6~464.0 mg/100 g의 범위를 나타내었다.

청국장의 pH, 산도, 표면색도 측정 결과는 Table 2와 같다. pH는 대조구가 6.01로 가장 높았고 대두와 울무 혼합비 1:1의 처리구가 5.31로 가장 낮았다. 산도는 대조구 및 울무 청국장군이 0.19~0.22%로 비슷하였고 재래식 청국장 0.11%로 다른 처리구에 비해 유의하게 낮았다. 표면색도 중 백색도는 50.98~62.05, 적색도는 4.78~7.22, 황색도는 15.92~21.59의 범위를 나타내었다.

점질물 함량

대두와 울무의 혼합비를 달리한 청국장 및 재래식 청국장의 점질물 함량은 Table 2와 같다. 대조구가 7.3%를 나타내었으며 울무청국장은 9.1~11.8%의 범위로 울무의 함량이 높을수록 점질물 함량이 높은 결과를 보였다. 재래식 청국장은 5.4%로 가장 낮은 함량을 나타내었다.

적정 배합비 결정을 위한 관능평가

울무청국장의 대두와 울무의 적정 배합비를 결정하기 위하여 대조구를 포함하여 대두와 울무의 혼합비율별 청국장의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 3과 같다. 색깔의 기호도는 대조구가 3.2점으로 가장 낮았고 대두와 울무 혼합비 4:1 처리구가 7.0점으로 가장 높았다. 향의 기호도는 대두와 울무 혼합비 4:1 처리구가 다른 처리구와 유의적 차이는 없었지만 6.1점으로 가장 높았으며, 맛의 기호도 역시 4:1 처리

Table 1. Proximate compositions, calorie and the content of amino nitrogen of *Cheonggukjang* according to ratio of soybean to Job's tears

Sample <sup>1)</sup>	Calorie (kcal/100 g)	Moisture (g/100 g)	Crude fat (g/100 g)	Crude protein (g/100 g)	Crude ash (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)	Amino nitrogen (mg/100 g)
Control	222.4±0.5 <sup>a2)</sup>	56.0±0.2 <sup>d</sup>	11.2±0.3 <sup>a</sup>	19.1±1.0 <sup>a</sup>	2.4±0.0 <sup>a</sup>	11.3±0.4 <sup>c</sup>	464.0±21.8 <sup>a</sup>
CAJT 1	169.2±0.5 <sup>e</sup>	64.3±0.4 <sup>a</sup>	6.4±0.6 <sup>c</sup>	11.6±0.5 <sup>d</sup>	1.4±0.1 <sup>e</sup>	16.3±0.4 <sup>a</sup>	289.5±5.6 <sup>c</sup>
CAJT 2	178.0±0.2 <sup>d</sup>	63.8±0.6 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>b</sup>	14.2±0.4 <sup>c</sup>	1.7±0.0 <sup>d</sup>	12.3±0.3 <sup>bc</sup>	234.6±0.1 <sup>d</sup>
CAJT 3	188.8±0.1 <sup>b</sup>	61.4±0.2 <sup>c</sup>	8.4±0.0 <sup>b</sup>	15.2±0.3 <sup>b</sup>	1.9±0.0 <sup>b</sup>	13.1±0.1 <sup>b</sup>	339.2±14.4 <sup>b</sup>
CAJT 4	183.0±0.0 <sup>c</sup>	62.2±0.1 <sup>b</sup>	7.8±0.0 <sup>b</sup>	14.5±0.0 <sup>c</sup>	1.8±0.0 <sup>c</sup>	13.7±0.0 <sup>b</sup>	279.3±1.7 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Control: Ratio of soybean to Job's tears is 1:0, CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 1, 2, 3, 4: Ratios of soybean to Job's tears is 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, respectively.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD. Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 2. The pH, acidity, color value, the contents of viscous substances of *Cheonggukjang* according to ratio of soybean to Job's tears

Sample <sup>1)</sup>	pH	Acidity (%)	Color			The contents of viscous substances (%)
			L	a	b	
Control	6.01±0.08 <sup>a2)</sup>	0.22±0.03 <sup>a</sup>	50.98±1.32 <sup>d</sup>	7.18±0.43 <sup>a</sup>	15.92±1.64 <sup>b</sup>	7.3±0.0 <sup>d</sup>
CAJT 1	5.31±0.03 <sup>c</sup>	0.19±0.01 <sup>b</sup>	61.84±1.15 <sup>a</sup>	4.78±0.53 <sup>b</sup>	21.55±1.18 <sup>a</sup>	11.8±0.2 <sup>a</sup>
CAJT 2	5.36±0.04 <sup>bc</sup>	0.19±0.00 <sup>b</sup>	57.44±0.33 <sup>b</sup>	6.09±0.20 <sup>ab</sup>	20.64±0.53 <sup>a</sup>	10.4±0.4 <sup>b</sup>
CAJT 3	5.42±0.01 <sup>b</sup>	0.20±0.01 <sup>ab</sup>	56.35±0.37 <sup>b</sup>	7.22±0.20 <sup>a</sup>	20.07±0.89 <sup>a</sup>	9.6±0.7 <sup>c</sup>
CAJT 4	5.44±0.01 <sup>b</sup>	0.20±0.00 <sup>ab</sup>	54.46±1.27 <sup>c</sup>	7.22±1.54 <sup>a</sup>	17.24±0.35 <sup>b</sup>	9.1±0.7 <sup>c</sup>
CC	5.98±0.02 <sup>a</sup>	0.11±0.00 <sup>c</sup>	62.05±1.23 <sup>a</sup>	5.41±0.36 <sup>b</sup>	21.59±0.42 <sup>a</sup>	5.4±0.2 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Control: Ratio of soybean to Job's tears is 1:0. CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 1, 2, 3, 4: Ratios of soybean to Job's tears is 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, respectively. CC: conventional *Cheonggukjang* (Job's tears is not added.).

<sup>2)</sup>Values are mean±SD. Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 3. Sensory evaluation of *Cheonggukjang* according to ratio of soybean to Job's tears

Sample <sup>1)</sup>	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control	3.2±1.6 <sup>c2)</sup>	5.0±1.9 <sup>a</sup>	4.2±1.4 <sup>b</sup>	4.4±1.2 <sup>b</sup>
CAJT 1	4.6±1.9 <sup>bc</sup>	5.3±2.2 <sup>a</sup>	4.1±1.6 <sup>b</sup>	4.1±1.8 <sup>b</sup>
CAJT 2	5.3±1.9 <sup>ab</sup>	5.1±2.1 <sup>a</sup>	5.6±1.6 <sup>ab</sup>	5.2±1.7 <sup>ab</sup>
CAJT 3	6.0±1.7 <sup>ab</sup>	5.7±1.1 <sup>a</sup>	5.9±1.5 <sup>a</sup>	6.0±1.3 <sup>a</sup>
CAJT 4	7.0±1.0 <sup>a</sup>	6.1±1.5 <sup>a</sup>	6.1±1.2 <sup>a</sup>	6.7±1.3 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10). Sensory scores is 1~9 (1: very bad~5: moderate~9: very fine). Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

구가 6.1점으로 가장 높았고 1:1 처리구는 4.1점으로 가장 낮았다. 종합적 기호도는 대두와 울무 혼합비 4:1 처리구가 6.7점으로 가장 높았으며 1:1 처리구가 4.1점으로 가장 낮았다. 전반적으로 대조구에 비해 울무청국장의 기호도가 다소 높았으며 이중 울무의 함량이 너무 높을 경우 청국장 본연의 특성이 약해져 기호도가 오히려 떨어지는 경향이었으며, 대두와 울무의 혼합비 4:1 처리구(울무 함량 20%)의 기호도가 가장 높아 울무청국장의 적정 배합비가 될 수 있을 것으로 판단하였다.

#### 점질물의 주요 성분 분석

적정 배합비의 울무청국장으로 결정된 대두와 울무 혼합비 4:1 처리구와 대조구, 그리고 재래식 청국장의 점질물의 주요 구성 성분인 glutamic acid와 fructose의 함량은 Table 4와 같다. Glutamic acid는 대조구에서 904.7 mg%로 가장

Table 4. The contents of glutamic acid and fructose in viscous substances of *Cheonggukjang* prepared by different methods

Sample <sup>1)</sup>	Glutamic acid (mg%)	Fructose (mg%)
Control	904.7	855.0
CAJT 4	413.0	942.9
CC	738.1	781.3

<sup>1)</sup>Control: Ratio of soybean to Job's tears is 1:0. CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 4: Ratio of soybean to Job's tears is 4:1. CC: conventional *Cheonggukjang* (Job's tears is not added.).

높았고 재래식 청국장이 738.1 mg%, 그리고 울무청국장은 413.0 mg%로 상대적으로 낮은 함량을 나타내었다. Fructose는 대조구에서 855.0 mg%의 함량을 나타내었고 울무청국장은 942.9 mg%로 대조구보다 높았으며, 재래식 청국장은 781.3 mg%로 상대적으로 낮았다.

#### 전자코에 의한 향기 패턴 분석

본 실험에 활용된 전자코의 12개의 MOS 센서별 감응도로써 대조구와 울무청국장(대두와 울무 혼합비 4:1)과 재래식 청국장(first group), 그리고 이 청국장들을 찌개로 끓여 먹을 경우를 가정하여 각각의 시료에 10배의 물을 첨가한 시료(second group)의 향기 패턴에 대한 기여율(proportion)을 구하여 주성분 분석을 하였다. PCA 결과 제1주성분 값의 기여율은 96.139%였고, 제2주성분 값의 기여율은 3.735%였다. 따라서 제1주성분의 값으로도 향기 패턴 구분에 필요한 충분한 정보가 될 수 있었다. 두 그룹간의 비교를 하여 확인한 결과 Fig. 1에 나타난 바와 같이 각 시료 간 비슷한 패턴을 나타내었으며, 청국장에 물을 첨가함으로써 제1주성분 값이 negative에서 positive로 이동하는 것을 확인하였다. 또한 재래식 청국장의 향기 패턴과 대조구 및 울무청국장의 향기 패턴은 확연하게 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 대조구와 울무청국장은 비슷한 패턴을 나타내지만 두 시료를 구별할 수 있었다. 따라서 재래식 방법으로 제조한 청국장과 *Bacillus subtilis* 균주를 사용하여 제조한 청국장의 향기 패턴이 확연하게 다르며, *Bacillus subtilis* 균주를 사용한 청국장의 경우 울무를 혼합하였을 때 약간 다른 향기 패턴을 보여 주었다.

#### SPME-GC/MS를 이용한 휘발성 향기 성분 구별

울무청국장(대두와 울무 혼합비 4:1)의 향기 성분이 대조구 및 재래식 청국장에 비해 어떠한 차이를 나타내는지를 조사하기 위해 SPME법을 사용하여 각각 40°C, 60°C, 80°C의 조건에서 향기성분을 포집한 후 GC/MS로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 동정된 성분을 화학적 특성에 따라 분류하면 pyrazine류 5종, acid류 4종, ester류 3종, ketone류 2종, aldehyde류 1종, alcohol류 1종, volatile phenol류 1종, 기타 1종으로 18종이 동정되었다. 청국장 냄새성분으로 알려진

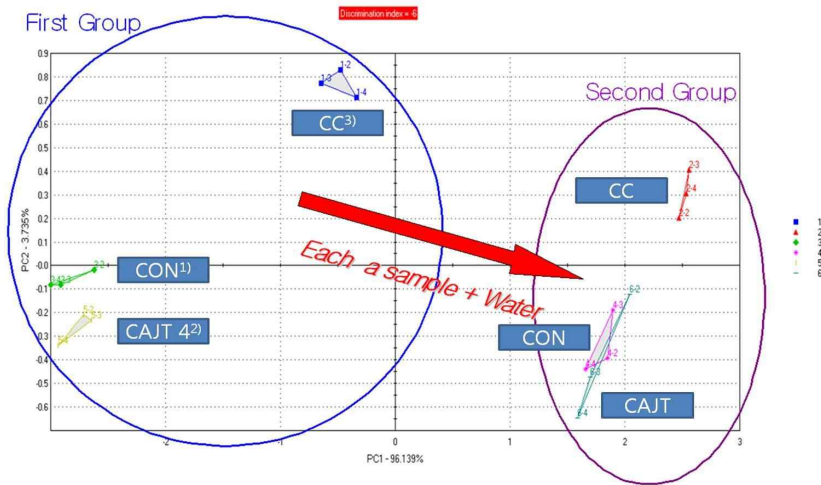


Fig. 1. Principal component analysis (PCA) plot from the electronic nose on *Cheonggukjang* prepared by different methods. <sup>1</sup>CON (Control): Ratio of soybean to Job's tears is 1:0. <sup>2</sup>CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 4: Ratio of soybean to Job's tears is 4:1. <sup>3</sup>CC: conventional *Cheonggukjang* (Job's tears is not added).

Table 5. Volatile compounds of *Cheonggukjang* prepared by different methods and heating temperature (unit: peak area%)

No.	RT <sup>1)</sup>	Compounds	Control <sup>2)</sup>			CAJT 4 <sup>3)</sup>			CC <sup>4)</sup>		
			40°C	60°C	80°C	40°C	60°C	80°C	40°C	60°C	80°C
1	17.20	2,5-Dimethyl pyrazine	31.68	20.21	19.24	11.84	7.38	5.52	nd <sup>5)</sup>	nd	nd
2	19.82	Methyl 2,4-dimethyl pentanoate	nd	9.43	nd	6.14	9.97	6.37	nd	nd	nd
3	20.75	2,3,5-Trimethyl pyrazine	16.73	12.87	17.98	10.93	7.73	7.19	nd	nd	nd
4	22.51	2-Ethyl-3,5-dimethyl pyrazine	16.83	10.27	10.21	5.52	3.66	nd	nd	nd	nd
5	22.94	Acetic acid	nd	19.75	8.28	17.88	17.01	17.48	49.86	35.53	nd
6	23.73	2,3,5,6-Tetramethyl pyrazine	6.20	4.95	10.61	5.88	4.51	5.22	nd	nd	nd
7	25.39	2-Ethyl-3,5,6-trimethyl pyrazine	nd	nd	5.26	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	25.89	Benzaldehyde	nd	nd	nd	nd	nd	3.31	nd	nd	nd
9	26.51	2,3-Butanediol	nd	nd	nd	5.46	nd	nd	nd	nd	nd
10	27.74	Isobutyric acid	nd	nd	nd	3.27	3.49	3.96	nd	12.34	17.15
11	31.67	2-Methyl butanoic acid	14.27	22.52	24.05	33.08	35.96	38.51	34.18	37.53	62.23
12	34.19	Naphthalene	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15.96	14.60	20.62
13	34.97	2-Tridecanone	nd	nd	nd	nd	4.59	3.44	nd	nd	nd
14	38.60	2-Methoxyphenol	nd	nd	4.37	nd	2.19	2.25	nd	nd	nd
15	39.20	2-Undecanone	nd	nd	nd	nd	3.51	nd	nd	nd	nd
16	51.14	Ethyl hexadecanoate	6.84	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
17	63.27	Butyl isobutyl phthalate	7.45	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
18	71.09	Hexadecanoic acid	nd	nd	nd	nd	nd	6.75	nd	nd	nd
Total			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

<sup>1)</sup>RT: retention time (min). <sup>2)</sup>Control: Ratio of soybean to Job's tears is 1:0.

<sup>3)</sup>CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 4: Ratio of soybean to Job's tears is 4:1.

<sup>4)</sup>CC: conventional *Cheonggukjang* (Job's tears is not added). <sup>5)</sup>nd: not detected.

pyrazine류 화합물의 면적비율(peak area%)은 대조구가 포집온도 40°C, 60°C, 80°C일 때 각각 71.44%, 48.30%, 63.30% 이었고, 울무청국장은 같은 조건에서 각각 34.17%, 23.28%, 17.93%가 나타나 전반적으로 대조구에 비해 낮은 경향을 보였으며, 재래식 청국장에서는 pyrazine류 화합물은 동정되지 않았고 주로 acid류와 naphthalene이 동정되었는데 acid류는 포집온도 40°C, 60°C, 80°C일 때 각각 84.04%, 85.40%, 79.38%이었고 naphthalene은 각각 15.96%, 14.60%, 20.62%였다.

냄새의 강도 관능평가

대조구와 울무청국장(대두와 울무 혼합비 4:1), 그리고 재래식 청국장의 냄새의 강도를 비교한 관능평가 결과는 Table 6과 같다. 본 평가의 냄새 강도는 청국장 특유의 이취의 정도

Table 6. Sensory evaluation about strength of odor on *Cheonggukjang* prepared by different methods

Sample <sup>1)</sup>	Strength of odor
Control	5.4±1.1 <sup>b2)</sup>
CAJT 4	3.6±1.4 <sup>c</sup>
CC	7.3±2.5 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control: Ratio of soybean to Job's tears is 1:0. CAJT: *Cheonggukjang* added with Job's tears, CAJT 4: Ratio of soybean to Job's tears is 4:1. CC: conventional *Cheonggukjang* (Job's tears is not added).

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10). Sensory scores is 1~9 (1: very weak~5: moderate~9: very strong). Values within a column with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

를 기준으로 평가하였다. 대조구의 냄새 강도는 5.4점으로 보통 정도의 결과를 나타내었고, 울무청국장은 3.6점으로 대

조구에 비해 유의적으로 낮은 결과로서 냄새가 약한 편으로 나타났으며, 재래식 청국장은 7.3점으로 다른 두 처리구에 비해 유의적으로 높은 결과로서 냄새가 강한 편으로 나타났다. 결국 재래식 청국장에 비해 *Bacillus subtilis* 균주를 사용한 청국장의 냄새 강도가 약하다는 것을 확인하였고, 이중 울무청국장은 울무를 혼합하지 않았을 때보다 냄새가 더 약해지는 것을 확인할 수 있었다.

## 고 찰

본 연구에서는 청국장을 제조할 때 대두에 울무를 혼합한 울무청국장을 제조하여 청국장 특유의 냄새를 저감시키고자 대두와 울무의 혼합 비율별 가공 적성 조사 및 적정 배합비 설정, 그리고 이에 따른 관능적 특성을 평가하고, 청국장의 향기 패턴 및 향기성분 등을 분석하여 울무청국장의 냄새 저감 효과를 규명하고자 하였다.

청국장의 열량 및 일반성분 분석결과 열량은 울무가 혼합되지 않은 청국장(대조구)이 가장 높았으며 울무청국장 중 대두의 비율이 높을수록 열량이 높은 경향을 보였다. 이는 대두의 높은 단백질과 지방 함량의 영향으로 사료되며, 조지방과 조단백질이 대두의 함량이 높을수록 높은 경향을 보인 것에서 확인할 수 있었다. 수분함량은 울무의 함량이 높을수록 높은 경향을 나타내어 증자된 울무는 증자 대두에 비해 수분함량이 높은 것을 확인하였으며, 조회분은 대두의 함량이 높을수록 높은 경향을 나타내었다. 탄수화물의 경우 대두와 울무 비율 1:1 처리구가 가장 높았고 대조구가 가장 낮아 울무의 주요 성분이 탄수화물이라는 사실을 확인하였다. 대두 발효식품의 아미노태 질소 청국장의 발효숙성 중 단백질이 분해되어 생성되는 맛과 관련한 물질로서 제품의 품질 지표로서 중요하며 식품공전에도 그 규격기준을 설정하고 있으며 청국장의 경우 0.28% 이상으로 규정하고 있다. 본 연구에서는 대조구의 아미노태 질소 함량이 가장 높았으며 울무청국장의 경우 혼합비별 일정한 경향을 보이지 않았으나 대부분의 처리구에서 청국장의 규격기준을 충족하였다. 청국장의 pH는 대조구와 재래식 청국장이 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았으며 울무청국장의 경우 전반적으로 대조구에 비해 감소한 경향을 보인 가운데 대두의 함량이 높을수록 다소 증가하는 경향을 보였다. 청국장이 발효될 때 울무는 발효가 진행됨에 따라 유산균 증식에 의한 pH 감소 경향이 일어난 것으로 생각되며, 대두는 발효과정 중에 pH가 증가하여 알칼리성화 되는데 Kim 등(23)은 그 원인을 미생물의 증식에 의해 대두 단백질이 가용화 될 때 일부가 암모니아로 변화되기 때문이라고 보고하였다. 산도는 재래식 청국장이 유의하게 낮은 결과를 보였고 다른 처리구들은 비슷한 값을 나타내었다. 표면색도는 울무의 함량이 높을수록 울무의 밝은 빛깔로 인해 백색도는 높고 적색도는 낮으며 황색도는 높은 경향을 보였고, 재래식 청국장은 대두와 울무

혼합비 1:1 처리구와 비슷한 값을 보였다. Kim 등(24)에 의하면 청국장의 외적 품질의 척도가 되는 색도의 지역별 제품 평균치는 L값 49.1, a값 6.7, b값 19.2로 본 연구의 대조구와 비슷한 결과를 보였다.

점질물 함량은 대조구에 비해 울무청국장이 높았으며, 울무의 함량이 높을수록 많이 생성됨을 확인하였다. 재래식 청국장의 경우 상대적으로 낮은 점질물 생성량을 보였다. 청국장의 점질물은 콩 탄수화물 분해물인 levan form fructan과 단백질 분해물 중합체인 polyglutamate의 혼합물로 알려져 있으며(22) 일반 청국장에는 2.65~6.03%가 함유되어 있다(25). 본 연구의 재래식 청국장이 이 범위 내에 있었으며, *Bacillus subtilis* 균주를 사용한 대조구 및 울무청국장에는 이보다 높은 점질물이 함유되어 있어 재래식 방법보다 발효가 더 잘 일어난다는 것을 확인할 수 있었다. 울무의 경우 아밀로펙틴(amylopectin)의 함량이 높아 점조성을 나타내는데 이 성분의 영향으로 대두 발효에 의한 점질물 외에 울무청국장의 점질물 생성량을 높인 것으로 추정된다.

울무청국장의 적정 배합비를 결정하기 위한 관능평가 결과 울무가 첨가되지 않은 대조구에 비해 울무 첨가구의 기호도가 전반적으로 높은 경향을 보였다. Park(26)은 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛이 감소한다고 보고하였는데, 울무청국장의 점질물 함량이 대조구에 비해 높은 경향이었으므로, 쓴맛의 다소간 감소로 인한 기호도 증진 현상이 일어난 것으로 보이며, 울무의 적정 첨가량을 결정하기 위해 각각 50%, 33%, 25%, 20%의 첨가비율로 제조하였을 때 모든 관능항목에서 울무 함량이 낮을수록 높은 기호도를 나타내었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 청국장 특유의 색깔, 향, 맛 등을 나타내면서도 울무 첨가로 인한 기호도 증진을 최대화하기 위해서는 울무의 함량을 20%로 설정하는 것이 가장 적합하다는 결론을 내렸다.

Park 등(27)은 청국장이 발효될 때 고초균에 의해서 fructose와 glutamic acid가 중합된 끈적끈적한 점질물이 생성된다고 보고하였으며, Lee 등(28)은 점질물의 구성 성분을 HPLC와 GC로 분석한 결과 주로 fructose와 glutamic acid가 검출되었다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서 울무청국장의 적정 배합비로 결정한 울무 20% 첨가구를 비롯하여 대조구와 재래식 청국장의 점질물 내 주요 구성 물질인 glutamic acid와 fructose의 함량을 분석하였다. Glutamic acid의 경우 울무청국장이 대조구 및 재래식 청국장에 비해 낮은 함량을 보였는데 이는 콩의 함량이 상대적으로 낮으므로 점질물 속에 콩 아미노산이 그만큼 적게 함유되어 있는 것으로 보이며, fructose는 울무청국장에서 다른 두 처리구보다 높은 함량을 나타내었는데 울무 전분의 호화로 인해 유리당이 침출하여 점질물 내 유리당 함량을 높인 것으로 사료된다. 한편 재래식 청국장에 비해 대조구 즉 *Bacillus subtilis* 균주를 이용한 청국장의 점질물 내 glutamic acid와 fructose의 함량이 높아 청국장의 맛을 증진시키는 데 도움

을 줄 것으로 판단된다.

전자코에 의한 향기 패턴 분석에 이용된 MOS type은 multi-sensor array 기술을 이용하여 특정 휘발성분이 각각의 센서에서 전기 화학적 반응을 일으켜 전기적인 신호로 변환되는 원리를 이용한 것으로 사람의 후각인지 체제를 모방한 판별분석(discriminated analysis), 주성분분석(principal component analysis) 등의 패턴 인식 소프트웨어를 사용하여 휘발을 감별함으로써 시료간의 전체적인 향을 감지, 분별을 가능하게 한다. MOS의 12개 센서들 중 본 실험에 사용될 수 있도록 최적화된 센서들은 5종류로서, LY2/LG, P40/1 센서들은 주로 fluoride와 chloride 화합물을 감지하며, T30/1 센서는 organic solvent를 감지한다. P10/2 센서는 주로 non polar volatiles를 감지하며, T70/2 센서는 식품 향기와 휘발성 성분들을 감지한다(29). 본 연구 결과 각 시료에 물을 첨가한 group과 물을 첨가하지 않은 group 간에는 확연한 패턴의 변화가 이루어짐을 알 수 있었으며, 각 시료 간에는 두 group이 비슷한 패턴을 나타낸 것을 확인하였다. 또한 재래식 청국장의 향기 패턴과 *Bacillus subtilis* 균주를 사용한 대조구 및 울무청국장의 향기 패턴은 확연하게 다르게 나타나는 것을 확인하였는데, 이는 청국장을 벗짚을 이용하여 재래식 방법으로 제조할 경우 고초균 외에 다른 잡균이 증식하여 향기 성분에 큰 영향을 미치는 것으로 추정되며, 대조구와 울무청국장은 비슷한 패턴이지만 구별이 가능한 것으로 보아 울무의 향기 성분이 청국장의 향 패턴 경향을 조금 다르게 하는 것으로 판단된다.

SPME-GC/MS를 이용한 청국장의 향기성분 분석 결과 대조구와 울무청국장에서 청국장의 주요 냄새 성분으로 알려진 pyrazine류가 동정되었다. Pyrazine류는 주로 식품이나 원료의 가열조작에 의해 생성되는 갈변 flavor의 대표적 물질로 이 대부분은 단백질, 아미노산의 열분해, 당과 단백질 혹은 아미노산과의 반응에서 생성되는 것으로 알려졌다(30). Bock(31)은 청국장의 숙성 기간에 따른 alkylpyrazine류의 변화에 대한 조사에서 2,5-dimethyl pyrazine과 2,3,5-trimethyl pyrazine이 청국장의 특징적인 냄새 및 기호성에 미치는 영향이 가장 크다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 2,5-dimethyl pyrazine과 2,3,5-trimethyl pyrazine의 면적비율은 대조구에서 포집온도 40°C, 60°C, 80°C일 때 각각 48.41%, 33.08%, 37.22%로 나타났고, 울무청국장은 같은 조건에서 각각 22.77%, 15.11%, 12.71%로 나타나 대조구에 비해 전반적으로 낮은 경향을 보였다. 또한 포집온도가 높을수록 대체로 면적비율이 낮아지는 경향을 나타내었다. 이것으로 보아 pyrazine류의 함량이 대조구에 비해 낮은 울무청국장이 청국장 특유의 냄새 저감 효과가 있음을 알 수 있었고, 청국장의 온도가 높을수록 이들 냄새가 다소 감소한다는 사실을 확인하였다. 재래식 청국장에서는 주로 acid류와 naphthalene이 동정되었는데 acid류의 경우 대조구는 포집온도 40°C, 60°C, 80°C일 때 각각 14.27%, 42.27%, 32.33%로 나타

났고, 울무청국장은 같은 조건에서 각각 54.23%, 56.46%, 66.70%이었으며, 재래식 청국장은 각각 84.04%, 85.40%, 79.38%로 나타나 재래식 청국장의 acid류 함량이 가장 높은 것을 확인하였고, 울무청국장의 경우 울무의 발효로 인하여 acid류 화합물이 대조구에 비해 높아진 것으로 추정된다. 이 중 2-methyl butanoic acid의 경우 세 처리구 모두 포집온도가 높을수록 면적비율이 높게 나타났으며 전반적으로 재래식 청국장에서 가장 높게 나타났다. Kim 등(32)에 의하면 일반적으로 butanoic acid는 당질발효로 생성되며 관능적으로 산패취를 낸다고 하였는데, 이것이 재래식 청국장의 불쾌취를 높인 요인으로 생각되며, 울무청국장도 울무의 당질발효로 인하여 다소간의 산패취를 나타내지만 대조구에 비해 적은 pyrazine류의 함량으로 인하여 불쾌취는 오히려 대조구보다 적게 나타나는 것으로 생각된다. 또한 Kim 등(32)은 naphthalene계 화합물이 이취의 원인이 된다고 보고하였는데, 재래식 청국장에서 동정된 naphthalene이 청국장의 불쾌취를 더욱 높인 것으로 판단된다.

청국장 냄새의 강도를 관능평가를 통해 확인한 결과 재래식 청국장의 강도가 가장 높았고, 울무청국장은 대조구에 비해 낮은 강도를 나타내었다. 상기 언급한 바와 같이 2-methyl butanoic acid, naphthalene 등의 화합물이 재래식 청국장의 불쾌취를 높여 냄새의 강도가 높은 것으로 생각되며, 울무청국장은 청국장 특유의 향기를 내는 pyrazine류 화합물이 대조구보다 낮게 동정되었으므로 냄새의 강도 역시 낮게 평가된 것으로 추정된다. 결국 재래식 청국장에 비해, 일정한 온도에서 *Bacillus subtilis* 균주를 사용하여 발효시킨 청국장이 냄새가 적게 나며, 이중에서 울무청국장은 울무를 혼합하지 않은 청국장에 비해 냄새가 더 적게 난다는 것을 확인할 수 있었다.

## 요 약

울무의 첨가가 청국장 냄새 저감에 영향을 미치는지 확인하기 위해 대두와 울무의 혼합 비율별 가공 적성 조사 및 적정 배합비 설정, 이에 따른 관능특성 평가, 향기 패턴 및 성분 분석을 실시하였다. 대두만 사용된 대조구와, 대두와 울무를 각각 1:1, 2:1, 3:1, 4:1의 비율로 혼합한 처리구에 *Bacillus subtilis* 종균을 접종하여 발효시킨 청국장과 재래식 청국장을 실험에 사용하였다. 울무청국장의 열량, 지방, 단백질, 회분, 아미노태 질소의 함량이 대조구보다 낮았으며, 수분과 탄수화물은 높았다. pH는 울무청국장이 상대적으로 낮았고, 색도는 울무의 함량이 높을수록 백색도와 황색도는 높고 적색도는 낮은 경향을 보였다. 점질물 함량은 울무청국장에서 높은 경향을 보였고, 점질물 중의 glutamic acid 함량은 울무청국장이 상대적으로 낮았고 fructose 함량은 상대적으로 높았다. 관능평가 결과 대두와 울무 4:1 처리구의 기호도가 가장 높았다. 대조구와 울무청국장의 향기패턴은 재래식 청국장과 확연하게 달랐으며, 두 처리구는 비슷



한 패턴이지만 구별이 가능하였다. 또한 대조구보다 울무청 국장에서 pyrazine류 화합물이 적게 동정되어 청국장 냄새가 적게 난다는 것을 확인하였고, 냄새의 강도 관능평가 결과도 울무청국장이 유의적으로 낮았다. 이상에서 울무청국장을 제조할 때 울무의 함량은 20%를 첨가하는 것이 가장 적합하며, 울무청국장은 일반 청국장에 비해 냄새 저감 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의한 결과로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Kim JS, Kim JG, Kim WJ. 2004. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J Food Sci Technol* 36: 294-198.
- Ko HS, Cho DO, Hwang SY, Kim YM. 1999. The effect of quality improvement by *Chungkookjang* processing methods. *Korean J Food Nutr* 12: 1-6.
- Sumi H, Hamada H, Tsushima H, Mihara H, Muraki H. 1987. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese natto: a typical and popular soybean food in the Japanese diet. *Experientia* 43: 1110-1111.
- Heo S, Lee SK, Joo HK. 1998. Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional cheonggukjang. *Agric Chem Biotechnol* 41: 119-124.
- Yang JL, Lee SH, Song YS. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and cheonggukjang on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 899-905.
- Byun MW, Son JH, Yook HS, Jo C, Kim DH. 2002. Effect of gamma irradiation on the physiological activity of Korean soybean, fermented foods, Chungkookjang and Doenjang. *Radiat Phys Chem* 64: 245-248.
- Lee HJ, Kim SI, Park JG, Park JN, Han IJ, Song BS, Kim JH, Byun MW, Lee JW. 2008. Effect of choi-cha on fermentation characteristics and sensory quality of chungkookjang (Korean fermented soybean). *Korean J Food Preserv* 15: 144-149.
- Allagheny N, Obanu ZA, Campbell-Platt G, Owens JD. 1996. Control of ammonia formation during *Bacillus subtilis* fermentation of legumes. *Int J Food Microbiol* 29: 321-333.
- Choi SH, Ji YA. 1989. Changes in flavor of chungkookjang during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 229-234.
- Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated four *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1006-1015.
- Larroche C, Besson I, Gros JB. 1999. High pyrazine production by *Bacillus subtilis* in solid substrate fermentation on ground soybeans. *Process Biochem* 34: 667-674.
- Lee SW. 1992. *Research on ancient Korea dietary life history in the East Asia*. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p 122.
- Yoon WB, Kim BY, Shin DH. 1997. Viscosity and dynamic rheological properties of Job's-tears as a function of moisture content. *Korean J Food Sci Technol* 29: 932-938.
- Jin KD. 1975. Studies on coix ma-yuen roman. *J Korean Pharm Sci* 5: 307-311.
- Chung BS, Suzuki H, Hayakawa S, Kim JH, Nishizaawa Y. 1988. Studied on the plasma cholesterol-lowering component in Coix. *J Japan Food Technol* 35: 618.
- Park YJ, Lee YS. 1988. Effect of coix on plasma cholesterol and lipid metabolism in rats. *Korean J Nutr* 21: 88-98.
- Lee JE, Suh MH, Lee HG, Yang CB. 2002. Characteristics of Job's tear gruel by various mixing ratio, particle size and soaking time of Job's tear and rice flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 193-199.
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 211-260.
- Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1991. Physico-chemical properties of viscous substance extracted from chungkookjang. *Korean J Food Sci Technol* 23: 599-604.
- Korean Food Standards Codex. 2009. *Official methods of analysis*. 85th ed. Korea Food and Drug Administration, Korea. p 324-325.
- Hacker LR, Steinkraus KH, Van Buren JP, Hand DB. 1964. Studies on the utilization of tempeh protein by weanling rats. *J Nutr* 82: 452-456.
- In JP, Lee SK. 2004. Effect of yucca (*Yucca shidigera*) extract on quality characteristics of Chungkookjang using *Bacillus subtilis* p01. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 176-181.
- Kim DH, Yook HS, Youn KC, Cha BS, Kim JO, Byun MW. 2000. Changes of microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated Chungkookjang. *Korean J Food Sci Technol* 32: 896-901.
- Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physicochemical properties of traditional chunggugjang produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol* 41: 377-383.
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD. 2005. Quality and functional characteristics of chunggukjang prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional chunggukjang. *J Food Sci* 70: 191-196.
- Park SI. 2006. Preparation of Natto (unripe Chungkookjang) using small soybeans and *Bacillus subtilis* KCCM 11315. *Korean J Culinary Res* 12: 225-235.
- Park MO, Choi WY, Lim JY. 1994. Isolation and characterization of polyglutamate-producing bacterium *Bacillus* sp. CLΠ62. Proceedings of '94 international symposium on agricultural biotechnology. The Korean Society for Applied Biological Chemistry, Suwon, Korea. p 149.
- Lee YL, Kim SH, Choung NH, Yim MH. 1992. A study on the production of viscous substance during the Chungkookjang fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 202-209.
- Shin JA, Lee KT. 2003. The identification of blended sesame oils by electronic nose. *Korean J Food Sci Technol* 35: 648-652.
- Fors S. 1983. Sensory properties of volatile Maillard reaction products and related compounds: A literature review. In *The Maillard Reaction in Foods and Nutrition*. Waller GR, Feather MS, eds. American Chemical Society, Washington, DC, USA. p 185-286.
- Bock JY. 1993. Changes in chemical composition of steamed soybean during fermentation and in alkylpyrazines during aging of chunggugjang. *PhD Dissertation*. Chung-Ang University, Seoul, Korea.
- Kim HW, Lee YK, Shim GS, Chang YK. 1998. Identification of off-flavor in sea mustard and rice syrup sold in the markets. *Korean J Food Sci Technol* 30: 728-732.

(2010년 11월 17일 접수; 2010년 12월 14일 채택)