Korean J. Food & Nutr. Vol. 27. No. 2, 280~286 (2014)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.2.280

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

# 훈연 처리한 콩으로 제조한 청국장의 관능특성 변화

최선정[*] · 고형민[*,**] · 최원석[*] · 이난희 · [†]최웅규[*]

[*]한국교통대학교 식품공학과, [**](주)새아침 연구개발팀, 대구과학대학교 식품영양조리과

# Changes in Sensory Characteristics of *Cheonggukjang* Made with Smoked Soybeans

Seon-Jeong Choi[*], Hyeong-Min Ko[*,**], Won-Seok Choi[*], Nan-Hee Lee and [†]Ung-Kyu Choi[*]

[*]*Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea*

[**]*Saeahchim Co., Ltd, 157, Sejong 399-812, Korea*

*Dept. of Food Nutrition and Cook, Daegu Science University, Daegu 702-723, Korea*

## Abstract

This study investigated to changes in the sensory characteristics of *cheonggukjang* made with smoked soybean. The total organic acid content of *cheonggukjang* made with smoked soybeans (CSS) increased to about two times in comparison with *cheonggukjang* made with non-smoked soybeans (CNS). Among the organic acids, the amount of succinic acid was highest for both CSS and CNS. The total free sugar content of CSS (228.6±8.8 ㎎%) was significantly reduced compared to that of CNS (350.1±13.7 ㎎%). Further, the total free amino acid content of CSS (10,123.3±301.4 ㎎%) was significantly increased compared to that of CNS (8,912.5±286.5 ㎎%). The contents of sweet, savory and bitter taste compounds were significantly elevated in CSS when compared to that of CNS. However, there were no significant differences in the total content of fatty acids in CNS and CSS. The sensory evaluation of aroma, taste and overall quality of CSS were significantly increased compared to that of CNS. Taken together, it was expected that a smoking process is useful for the development of new fermented foods.

Key words: *cheonggukjang*, smoking, free amino acid, free sugar, organic acid

## 서 론

우리나라 전통 발효식품 중 하나인 청국장은 증자된 대두에 *Bacillus* sp.균을 접종하여 제조하며, 발효숙성과정 중 대두단백질을 분해하여 특유한 맛과 향을 내는 제품이다(Lee 등 1991a; Lee 등 1991b). 청국장은 다른 전통장류들과는 달리 유일하게 소금을 첨가하지 않고 고온에서 속성으로 발효시킨 식품이며(Lee 등 2005), 여러 가지 필수아미노산, 필수지방산 및 유기산을 많이 함유하고 있다. 청국장의 생리적 활성으로는 섬유질의 변비 예방, 항산화, 발암물질과 혈중 콜레스테롤의 저하, 골다공증 예방에 우수한 것으로 밝혀져, 기능성 식품으로 관심이 증가하고 있다(Hosoi T 1996; Hong 등 1998; Kim 등 2001; Iwai 등 2002). 이처럼 청국장은 다양한 생리기능을 가진 훌륭한 발효식품이지만, 발효균주로부터 발효과정에서 발생되는 함황화합물 또는 암모니아 화합물에 인한 특유의 냄새로 인해 젊은 층과 외국인들은 청국장을 기피하고 있는 실정이다(Choi & Ji 1989; Allagheny 등 1996; Choe 등 1996). 따라서, 청국장 특유의 냄새를 완화하고 질적 품질을 개선하여 소비자들의 기호도를 높여 청국장 소비를 늘리는 것이 필요하다.

훈연은 식품에 독특한 훈연 향과 색택을 부여하고, 저장성을 증진시키기 위한 목적으로 이용되고 있다. 특히, ham이나 dry sausage 등과 같은 육제품에 이용되는 것이 보편적이다(Kang 등 1998). 훈연과정에서 발생되는 약 1,000여 종의 유기

[†] Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea. Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

화합물 중에서 약 500여 종이 식품의 향미에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(Tilgner DJ 1977), 훈연 성분은 주로 phenol류, organic acids, alcohols, carbonyls, hydrocarbons 등과 같은 화합물로 이루어져 있다(Lyon 1979).

최근 청국장의 영양 및 기능성이 널리 알려짐에 따라 다양한 형태의 제품 개발에 대한 연구와 쑥 추출물(Park 등 2001), 녹차(Kim 등 2006), 유카 추출물(In 등 2002; In & Lee 2004), 알로에(Yun 등 2004) 등을 첨가하여 청국장의 향을 개선하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있으나, 청국장 및 발효식품에 훈연 공정을 도입한 연구는 아직 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 훈연 처리한 콩으로 청국장을 제조함으로써 맛과 향이 우수한 고부가 훈연 청국장을 개발하고자 하였고, 원료 콩의 증자 후 훈연한 대두에 *Bacillus licheniformis*를 접종한 후 48시간 동안 발효시켜 훈연 청국장을 제조하여 유리당, 유기산, 유리아미노산 함량 등의 맛 성분을 분석하였고, 관능평가를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

실험에 사용된 콩은 2012년 경상북도에서 생산된 태광 콩(*Glycine max* L.)을 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였다.

### 2. 훈연 청국장 제조

훈연 청국장의 제조를 위하여 침지된 콩은 1시간 동안 물빼기를 한 후, 121℃에서 40분 동안 가압 증자하여 50℃ 내외로 냉각한 후 훈연을 실시하였다. 훈연은 훈연기(Smoke oven, Jeil Corp., Korea) 아랫부분에 톱밥을 넣고 불을 붙인 다음, 증자된 콩을 윗부분에 넣어서 2시간 동안 훈연하였다. 훈연된 콩에 *Bacillus licheniformis* B1(Lee 등 1999)을 대두 1 g 당 $10^6$ cfu가 되게 접종하고, 40℃의 항온실에서 발효시켰다. 본 연구에서는 청국장의 제조 중 품질의 오차를 최소화하기 위하여 1회 10 ㎏ 이상의 콩을 사용하였다.

### 3. 휘발성 유기산 함량 측정

시료를 초순수로 3배 희석한 후 membrane filter(0.45 ㎛)로 여과한 시료 5.7 ㎖에 2% $H_2SO_4$ 0.3 ㎖를 첨가하여 이 용액 3 ㎕를 GC(DS 6200, Donam Systems Inc., Korea)에 주입하였다. 표준물질은 acetic acid, propionic acid 및 butyric acid를 사용하고 0.1%로 조제한 후, 이 용액 5.7 ㎖와 2% $H_2SO_4$ 0.3 ㎖를 첨가하여 이 용액 3 ㎕를 GC에 주사했다. 이 때 칼럼 충전제는 10% PEG 6,000 60/80, 주입부 온도는 200℃, 검출기(FID) 온도는 220℃, 운반 기체는 질소(20 ㎖/min), 칼럼온도는 150℃로 분석하였다.

### 4. 비휘발성 유기산 함량 측정

시료 200 g을 800 ㎖의 ethanol로 85℃에서 환류 추출한 후 여과액을 감압건조시킨 후, 초순수를 첨가하여 100 ㎖로 정용한 시료 1 ㎖를 5 ㎖ test tube형 수기에 넣고 다시 감압건조(Rotary evaporator, N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)시켰다. 여기에 14% $BF_3$ 2 ㎖를 넣고 밀봉하여 80℃에서 30분간 반응시킨 후 냉각하고, $(NH_4)_2SO_4$ 4 ㎖를 첨가, 여기에 $CHCl_3$ 용액 2 ㎖를 첨가하였다. 하층에 메틸화된 유기산이 녹아 나온 $CHCl_3$ 층을 주사기로 채취한 액을 Pasteur pipette에 비등석으로 입구를 막고 $Na_2SO_3$로 2/3 채운 다음, 이 pipette에 채취한 액을 흘려보내 수분을 제거하고, 통과한 액을 받아서 GC(DS 6200, Donam Systems Inc., Korea)로 분석하였다. 칼럼은 DB-FFAP (0.53 ㎜×30 m), 칼럼 온도는 100℃(5 min) - 4℃/min - 220℃(5 min), 주입부 온도 230℃, 검출기(FID) 온도 250℃, 운반 기체는 질소(2 ㎖/min)로 분석하였다.

### 5. 유리당 함량 분석

시료 2 g에 80% ethanol 용액 80 ㎖를 가하여 15분간 균질화 시킨 후 이형 플라스크에 넣어 80℃에서 2시간 환류냉각 추출(Rotary evaporator, N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)한 다음, 냉각시킨 후 8,000 rpm에서 30분간 원심분리(Centrifuge cooled, Combi 514R, Hanil Corp., Korea)하였다. 잔사에 80% ethanol 용액 20 ㎖를 가하여 상기와 같이 2회 반복 추출한 후, 상층액을 모두 모아 40℃에서 evaporator(Rotary evaporator, N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 3차 증류수를 이용해 10 ㎖로 정용한 다음, 0.22 ㎛ membrane filter 및 $C_{18}$ Sep-pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 분석용 시료로 사용하였다.

### 6. 유리아미노산 함량 측정

시료 200 g을 800 ㎖의 ethanol로 85℃에서 2시간 동안 환류추출한 후 여과한 여액을 감압 건조시킨 다음, 초순수를 첨가하여 100 ㎖로 정용하여 Amberlite IR-118H와 Amberlite IRA-400이 각각 충진된 칼럼에 연속 통과시켰다. 양이온 교환수지에 흡착된 아미노산은 5% $NH_4OH$ 용액 300 ㎖로 용출시켜 감압농축한 후 0.2N sodium citrate(pH 2.2)로 5배 희석한 다음, membrane filter(0.2 ㎛)로 여과한 액 20 ㎕를 아미노산 자동 분석기(Bio chrom 30 amino acid analyzer, Amersham bioscience, England)로 분석하였다. Sodium citrate buffer의 flow rate은 35 ㎖/h, ninhydrin의 flow rate은 25 ㎖/h, 온도 기울기는 46, 50, 95와 46℃, 분석파장은 440 nm와 570 nm, 칼럼은 Cation exchange resin을 사용하여 분석하였다.

### 7. 지방산 함량 분석

지방산 함량 분석을 위해서는 시료 10 g에 혼합 유기용매 [chloroform:methanol, 2:1(v/v)] 150 ㎖를 넣고, 균질기로 3분간 2,500 rpm에서 마쇄하여 Whatman No.1 여과지를 이용하여 여과한 후 그 잔사에 다시 혼합 유기용매 100 ㎖를 이용하여 재차 마쇄, 용출시켰다. 이 여액에 물을 총 여액에 대하여 1/3 정도 가하여 균형을 맞추고, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 하층액(lipid layer)을 사용하였다. 이때 하층액을 여과하되 sodium sulfate를 이용하여 남은 수분을 흡착 여과하였다. 얻어진 여액을 560~565℃에서 evaporator(Rotary evaporator, N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)를 이용하여 농축하고 농축지질은 질소가스를 주입한 후 파라필름으로 밀봉하고 methylation까지 −20℃에서 냉동 보관하였다. 지질시료 4~10 ㎎을 0.5 N NaOH(2 g NaOH/100 ㎖ methanol) 용액 1 ㎖를 가하여 밀봉한 다음 90℃에서 30분간 가열하여 냉각한 후 다시 2 ㎖ $BF_3$-methanol을 넣고, 90℃에서 30분 동안 가열한 후 0.5 ㎖을 취하여 여기에 1 ㎖의 heptane을 가하고 흔든 후 2 ㎖의 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합한 다음 30분간 방치하였다. 얻어진 상층액을 0.5 ㎕ 취하여 불꽃이온화 검출기(FID)가 장착된 GC(Agilent 7890, Agilent, USA)로 분석하였다. 칼럼은 HP-INNOWAX(30 m× 0.25 nm ID, 0.25 ㎛ film), 검출기 온도는 260℃, 주입기 온도는 260℃, 오븐의 온도는 100℃/2 min-3℃/min-230℃/20 min, 운반기체는 $N_2$를 사용하였다.

### 8. 관능 검사

훈연 처리한 콩으로 제조한 청국장의 관능검사는 원료 콩의 증자 후 훈연한 대두에 *Bacillus licheniformis*를 접종한 후 48시간 동안 발효시킨 다음, 관능검사 훈련을 받은 15명의 식품공학과 관능요원을 대상으로 외관(appearance), 냄새(aroma), 맛(taste) 및 종합적 기호도(overall preference)의 항목에 대해 좋아하는 정도를 7점 채점법으로 평가하였다. 그 기준은 아주 싫다 또는 전혀 없다(1점), 보통 싫다 또는 보통 약하다(2점), 약간 싫다 또는 약간 약하다(3점), 약하지도 강하지도 않다 또는 좋지도 싫지도 않다(4점), 약간 좋다 또는 약간 강하다(5점), 보통 좋다 또는 보통 강하다(6점), 아주 좋다(7점)로 평가하였다.

### 9. 통계 처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능요원 15명의 평균치로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 12)를 이용하여, student *t*-test 또는 $p<0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test(Lee 등 1998)로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 유기산 함량

원료 콩의 증자 후 훈연처리를 하여 제조한 청국장의 유기산 함량을 확인한 결과는 Table 1에 나타내었다. 훈연하지 않은 콩으로 제조한 청국장(이하: 미훈연 청국장)과 훈연시킨 콩으로 제조한 청국장(이하: 훈연 청국장)의 유기산은 총 8종 중 5종이 검출되었으며, 훈연 청국장의 총 유기산 함량은 326.5±8.7 ㎎%로 미훈연 청국장의 171.5±3.4 ㎎%에 비해 두 배 가량 증가하는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 원료 콩의 훈연 시 흡수되는 다양한 훈연 성분 중에서 유기산 성분의 흡착으로 인한 증가로 사료된다. 분석된 유기산 중 훈연 청국장과 미훈연 청국장 모두 succinic acid의 함량이 가장 많았으며, 전체 유기산 함량의 각각 87.0%와 85.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 그 외 malic acid, lactic acid, citric acid 및 fumaric acid가 함유되어 있는 것으로 확인되었다. 전통 청국장의 유기산 조성에서는 citric acid 함량이 782.0 ㎎%으로 가장 높고, 그 다음으로는 acetic acid, lactic acid, malonic acid, succinic acid, formic acid 및 tartaric acid의 순이라 보고하였으며(Chang CM 1998), Kim 등(1995)은 24시간 발효 후 4종의 Natto에서 유기산을 분석한 결과, acetic acid (50.0~73.3 ㎎%)의 함량이 가장 높고, 다음 순으로 citric acid (28.2~30.6)이라 보고하여 본 실험의 유기산 조성분포와 상이한 결과를 나타내었다. 마찬가지로, Shon 등(2002)의 연구에서도 대두와 검정콩으로 제조한 청국장의 유기산 함량을 분석한 결과, citric acid(87.5~105.2 ㎎%) 함량이 가장 높고, 그 다음 순으로 acetic

**Table 1. Composition of organic acids in *cheonggukjnag* fermented with smoked soybeans**

| Organic acids | Smoking condition of soybeans (㎎%) | |
|---|---|---|
| | CNS[1)] | CSS[2)] |
| Acetic acid | -[3)] | - |
| Propionic acid | - | - |
| Butyric acid | - | - |
| Fumaric acid | 2.0±0.1 | 5.0±0.2** |
| Lactic acid | 3.5±0.1 | 13.2±0.2** |
| Succinic acid | 149.2±2.9 | 278.2±7.7** |
| Malic acid | 9.7±0.3 | 21.5±0.6** |
| Citric acid | 7.1±0.2 | 8.6±0.3** |
| Total | 171.5±3.4 | 326.5±8.7** |

Values are means with standard deviations of triplicate determinations. [1)] CNS: *Cheonggukjang* made with non-smoked soybean, [2)] CSS: *Cheonggukjang* made with smoked soybean, [3)] -: Not detected, *$p<0.05$ and **$p<0.01$

acid(68.8~84.7 ㎎%), lactic acid(12.5~19.9 ㎎%)의 순이었다고 보고하였는데, 이는 본 실험 결과에 비하여 높은 함량이었으며, acetic acid의 경우는 본 실험결과에서는 검출되지 않았으나, 다른 청국장의 유기산 연구에서는 검출되었다. 이러한 결과는 콩의 종류에 따른 유기산 함량 차이와 청국장의 발효 시 발효 균주와 발효환경 및 기간에 따라 다양한 발효 양상이 전개된다. 또한, 원료 콩의 훈연에 따른 수분 함량의 감소, 원료 콩의 훈연 시 콩에 흡수되는 훈연 관련 성분 등 다양한 원인에 의한 것으로 사료된다.

### 2. 유리당 함량

원료 콩의 증자 후 훈연처리를 하여 제조한 청국장의 유리당 함량을 확인한 결과는 Table 2에 나타내었다. 청국장에 존재하는 유리당은 원료의 전분질이 미생물이 분비하는 효소에 의해 가수분해되면서 생성되며, 청국장의 맛에 관여하는 성분 중 하나이다. 훈연 청국장의 총 유리당 함량은 228.6±8.8 ㎎%로 미훈연 청국장(350.1±13.7 ㎎%)에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 확인되었다. 분석된 유리당은 maltose, fructose 및 glucose였으며, 이 중 미훈연 청국장과 훈연 청국장의 glucose 함량이 각각 265.7±10.1 ㎎%와 143.0±5.3 ㎎%로 가장 많은 함량을 차지하였다. Kim 등(2007)은 발아된 콩으로 제조한 청국장의 발효과정 중 유리당 함량을 본 결과, sucrose와 fructose는 발아 초기에 급격하게 감소되고, raffinose는 12시간 발효 시 약간 증가하였다가 이후 서서히 감소한다고 보고하였으며, glucose의 경우에는 24시간 발효 시 다소 증가한 후 36시간까지 유의적인 변화가 없다가 48시간 발효 후에는 다소 증가된다고 보고하였다. 이러한 연구결과로 인해 본 실험결과에서 glucose의 함량이 가장 높게 나타난 것으로 사료된다. Choi 등(1998)이 *Bacillus subtilis* DC-2균을 이용하여 제조한 청국장의 발효 중 유리당의 함량 변화를 측정한 결과, sucrose 함량이 가장 높았으며, stachyose, raffinose, fructose, glucose의 순이었다고 보고하여 본 실험과는 조금 차이를 보였는데, 이는 사용한 균주가 다르고, 청국장의 제조법이 상이하기 때문이라고 사료된다. 훈연 처리를 이용한 청국장의 유리당 함량에 관한 연구는 아직 보고된 바 없으며, 이에 대한 후속 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

**Table 2. Free sugar contents of *cheonggukjang* fermented with smoked soybeans**

| Free sugars | Smoking condition of soybeans (㎎%) | |
|---|---|---|
| | CNS[1)] | CSS[2)] |
| Maltose | 21.3±1.9 | 19.5±2.7 |
| Fructose | 63.1±2.4 | 66.1±1.5 |
| Glucose | 265.7±10.1 | 143.0±5.3** |
| Total | 350.1±13.7 | 228.6±8.8** |

Values are means with standard deviations of triplicate determinations. [1)] CNS: *Cheonggukjang* made with non-smoked soybean, [2)] CSS: *Cheonggukjang* made with smoked soybean, *$p$<0.05 and **$p$<0.01

### 3. 유리아미노산 함량

원료 콩의 증자 후 훈연 처리를 하여 제조한 청국장의 유리아미노산 함량을 확인한 결과를 Table 3에 나타내었다. 아미노산은 총 18종이 분석되었으며, sweet taste(threonine, serine, glycine, alanine 및 lycine), savory taste(aspartic acid, glutamic acid, cystein), bitter taste(methionine, isoleucine, leucine) 및 others(proline, valine, tyrosine, phenylalanine, histidine, arginine 및 tryptophan)로 구분하여 함량을 비교하였다. 미훈연 청국장과 훈연 청국장의 총 유리아미노산 함량은 각각 8,912.5±286.5 ㎎%와 10,123.3±301.4 ㎎%로 원료의 훈연 처리에 의해서 유의적으로 증가하는 것으로 확인되었다. Sweet taste를 내는 아미노산의 함량은 미훈연 청국장과 훈연 청국장에서 각각 2,120.1±75.9 ㎎%와 2,410.4±71.5 ㎎%로 원료의 훈연 시 유의적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Savory taste를 내는 아미노산의 함량은 미훈연 청국장과 훈연 청국장에서 각각 2,804.4±99.7 ㎎%와 3,119.3±133.8 ㎎%로 나타났으며, bitter taste를 내는 아미노산의 함량은 미훈연 청국장과 훈연 청국장에서 각각 1,219.8±39.1 ㎎%와 1,417.9±53.5 ㎎%로 나타났으며, 모두 훈연 청국장에서 유의적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 기타의 맛을 내는 아미노산 함량은 미훈연 청국장과 훈연 청국장에서 각각 2,768.2±103.5 ㎎%와 3,175.7±102.1 ㎎%로 원료의 훈연 시 증가하는 것으로 나타났다. 유리아미노산 중 필수 아미노산의 함량은 미훈연 청국장에서 3,223.4±115.1 ㎎%를 나타내었으며, 훈연 청국장에서 3,666.8±136.9 ㎎%를 나타내어 훈연 시 총 아미노산 함량의 증가와 유사한 정도의 증가를 나타내었다. 총 유리아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 미훈연 청국장과 훈연 청국장 모두에서 36.2%를 나타내었다. 함량별로 보면 두 종류의 청국장 모두에서 glutamic acid의 함량이 가장 많았으며, aspartic acid, arginine 및 lysine의 순으로 나타났다. 분석된 아미노산 18종 중 tryptophan과 cystein를 제외한 16종이 훈연 청국장에서 유의적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 발효가 진행되면서 급격히 번식한 미생물들은 유리아미노산을 생육의 일부로 이용을 하는데, 훈연 청국장의 경우는 원료의 훈연처리에 의해 세균 수가 감소되어 유리아미노산의 이용률이 낮아지므로 발효 시 유리아미노산의 함량이 높은 것으로 사료된다. 청국장 감칠맛의 주요 물질인 glutamic acid의 총 아미노산에 대한 비율은 미훈연 청국장에서 19.5%를 나타내었으며,

**Table 3. Amino acid contents of *cheonggukjang* fermented with smoked soybeans**

| Free amino acids | | Smoking condition of soybeans (㎎%) | |
|---|---|---|---|
| | | CNS[1)] | CSS[2)] |
| Sweet taste | Thr | 315.2±22.1 | 351.2±16.5* |
| | Ser | 481.8±20.1 | 541.5±23.7** |
| | Gly | 355.8±15.3 | 412.8±16.8** |
| | Ala | 397.1±19.6 | 462.7±21.1** |
| | Lys | 570.2±15.7 | 642.1±19.5** |
| | Subtotal | 2,120.1±75.9 | 2,410.4±71.5** |
| Savory taste | Asp | 989.5±32.2 | 1,128.7±69.2** |
| | Glu | 1,738.0±62.6 | 1,919.7±87.3** |
| | Cys | 76.9±11.3 | 70.9±3.2 |
| | Subtotal | 2,804.4±99.7 | 3,119.3±33.8** |
| Bitter taste | Met | 136.6±9.7 | 165.5±10.4** |
| | Ile | 389.4±16.1 | 455.9±21.2** |
| | Leu | 693.8±22.5 | 796.5±28.7** |
| | Subtotal | 1,219.8±39.1 | 1,417.9±53.5** |
| Others | Pro | 450.1±19.0 | 560.8±23.6** |
| | Val | 452.2±21.6 | 515.9±21.2** |
| | Tyr | 325.8±15.4 | 363.5±16.6* |
| | Phe | 455.5±16.9 | 517.2±28.3** |
| | His | 231.0±8.8 | 267.8±15.5** |
| | Arg | 643.1±23.5 | 728.0±20.7** |
| | Try | 210.5±13.2 | 222.5±19.0 |
| | Subtotal | 2,768.2±103.5 | 3,175.7±102.1** |
| Glu/TA (%) | | 19.5 | 19.0 |
| EAA | | 3,223.4±115.1 | 3,666.8±136.9** |
| EAA/TA (%) | | 36.2 | 36.2 |
| Total | | 8,912.5±286.5 | 10,123.3±301.4** |

Values are means with standard deviations of triplicate determinations. [1)] CNS: *Cheonggukjang* made with non-smoked soybean, [2)] CSS: *Cheonggukjang* made with smoked soybean, *$p$<0.05 and **$p$<0.01

훈연 청국장에서 19.0%를 나타내었지만 유의적 차이는 확인할 수 없었다. Lee & Suh(1981)은 대두에 각각 *B. natto*와 *B. subtilis*를 접종하여 3일간 발효시킨 청국장의 유리아미노산 함량에 대한 glutamic acid의 비율이 각각 3.03% 및 1.90%로 보고하였는데, 이는 본 연구 결과보다 낮은 함량을 나타내었다. Suh 등(1982)은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장에는 glutamic acid, leucine, alanino의 함량이 가장 많았다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. 또한, Kim 등(1998)도 청국장의 유리아미노산 함량 변화에서 glutamic acid, aspartic acid, leucine의 함량이 특히 많았음을 보고하여 본 실험 결과와 유사하였다. 훈연 처리를 이용한 청국장의 유리아미노산 함량에 관한 연구는 아직 보고된 바 없으며, 이에 대한 후속 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

### 4. 지방산 함량

원료 콩의 증자 후 훈연처리를 하여 제조한 청국장의 지방산 함량을 확인한 결과는 Table 4에 나타내었다. 주요 구성 지방산은 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid로 나타났다. 미훈연 청국장과 훈연 청국장 포화지방산 함량은 각각 13.3±0.4%와 13.0±0.4%로 훈연에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 단일불포화지방산은 미훈연과 훈연 청국장에서 각각 23.4±0.5%와 23.5±0.3%로 나타났으며, 다가불포화지방산은 미훈연 청국장에서 62.0±1.8%, 훈연 청국장에서 62.0±2.2%로 각각 나타났다. 훈연에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 이는 24시간 발효시킨 natto의 지방산 분석 결과, 각 시험구 간에 유의적 차이를 나타내지 않았으며, linoleic acid의 조성 비율이 가장 많았다는 Kim 등(1995)의 보고와도 일치하는 결과이다. 미훈연 청국장과 훈연 청국장의 총 불포화지방산 함량은 각각 85.3±2.2%와 85.5±2.4%로 나타났으며, SFA:MUFA:PUFA의 비율은 훈연 청국장과 미훈연 청국장 모두에서 0.2:0.4:1.0으로 나타났다. Chung 등(1999)은 보리등겨로 제조한 메주 12종의 지방산 조성을 조사한 결과, SFA:MUFA:PUFA의 비율이 0.4:0.5:1.0이었다고 보고한 바 있으며, Choi 등(2001)은 보리등겨로 제조한 전통

**Table 4. Fatty acid composition of total lipid in *cheonggukjang* fermented with smoked soybeans**

| Fatty acids | | Smoking condition of soybeans (%) | |
|---|---|---|---|
| | | CNS[1)] | CSS[2)] |
| SFA | 16:0 | 10.0±0.3 | 9.9±0.3 |
| | 18:0 | 3.1±0.1 | 3.1±0.2 |
| | 20:0 | 0.2±0.1 | t[3)] |
| | Subtotal | 13.3±0.4 | 13.0±0.4 |
| MUFA | 16:1 | 0.1±0.1 | t |
| | 18:1 | 23.3±0.5 | 23.5±0.3 |
| | Subtotal | 23.4±0.5 | 23.5±0.3 |
| PUFA | 18:2 | 52.5±1.3 | 52.6±1.9 |
| | 18:3 | 9.5±0.7 | 9.4±0.4 |
| | Subtotal | 62.0±1.8 | 62.0±2.2 |
| Total (%) | | 98.7 | 98.5 |

Values are means with standard deviations of triplicate determinations. [1)] CNS: *Cheonggukjang* made with non-smoked soybean, [2)] CSS: *Cheonggukjang* made with smoked soybean, [3)] trace, *$p$<0.05 and **$p$<0.01

발효식품인 시금장의 지방산 함량 중 SFA:MUFA:PUFA의 비율이 0.4:0.4:1.0이라고 보고한 바 있다.

### 5. 관능검사

원료 콩의 훈연 여부에 따른 청국장의 관능적 특성을 15명의 패널을 대상으로 검사하여 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다. 외관을 제외한 시험된 모든 항목(냄새, 맛 및 종합적 기호도)에서 원료 콩의 훈연에 따른 유의적인 차이를 확인할 수 있었다. 즉, 원료 콩을 훈연할 경우, 청국장에 대한 기호도는 상승하는 것으로 확인되었다. 외관에서는 원료 콩을 훈연시킬 경우, 미훈연 청국장에 비해 1.0 정도의 높은 점수를 받았으나, 유의적이지는 않은 것으로 나타났다. 냄새의 경우, 훈연처리를 할 경우 미훈연 청국장에 비해 1% 유의수준에서 관능치가 상승하였으며, 맛과 종합적 기호도는 훈연처리에 따라 5% 유의수준에서 관능치가 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 유사 연구 결과로, 조피볼락의 훈연처리에 의한 관능검사의 모든 항목에서도 대조군보다 훈연 처리한 시료에서 유의적으로 가장 우수하게 평가되었다(Lee 등 2007). 이는 훈연 처리가 관능적 특성에 큰 비중을 차지하는 것을 보여주며, 청국장 특유의 이취가 완화되어 기호도가 상승됨을 나타낸다. 따라서 훈연공정은 새로운 청국장 제품의 개발에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

본 연구는 고부가 청국장을 개발하기 위해 원료 콩을 훈연처리하여 청국장을 제조하였고, 훈연 공정이 청국장의 관능특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 증자 후 훈연기에서 2시간 동안 훈연한 대두에 *B. licheniformis*를 접종한 후 48시간 동안 발효시킨 후 유기산, 유리당, 유리아미노산, 지방산 함량 측정 및 관능검사를 실시하였다. 훈연 청국장의 총 유기산 함량은 326.5±8.7 ㎎%로 미훈연 청국장의 171.5±3.4 ㎎%에 비해 두 배 가량 증가하는 것으로 확인되었으며, 분석된 유기산 중 훈연 청국장과 미훈연 청국장 모두 succinic acid의 함량이 가장 많았다. 훈연 청국장의 총 유리당 함량은 미훈연 청국장에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 확인되었으며, 미훈연 청국장과 훈연 청국장의 총 유리아미노산 함량은 훈연 공정에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 또한, Sweet taste, savory taste, bitter taste를 나타내는 아미노산 함량 역시 훈연 청국장에서 유의적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 아미노산 18종 중 tryptophan과 cysteine를 제외한 16종이 훈연 청국장에서 유의적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 청국장 감칠맛의 주요 물질인 glutamic acid의 총 아미노산에 대한 비율은 미훈연 청국장에서 19.5%를 나타내었으며, 훈연 청국장에서 19.0%를 나타내었다. 미훈연 청국장과 훈연 청국장의 포화지방산, 단일불포화지방산, 다가불포화지방산 함량에서는 훈연에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 관능검사에서는 외관을 제외한 시험된 모든 항목(냄새, 맛 및 종합적 기호도)에서 원료 콩의 훈연에 따른 유의적인 차이를 확인할 수 있었다.

**Table 5. Sensory evaluation of *cheonggukjang* fermented with smoked soybeans**

| Parameters | *Cheonggukjang* | |
|---|---|---|
| | CNS[1)] | CSS[2)] |
| Appearance | 4.7±0.6 | 5.7±1.0 |
| Aroma | 4.5±0.9 | 6.0±0.6** |
| Taste | 3.8±0.8 | 5.3±1.5* |
| Overall | 3.8±1.2 | 5.2±1.2* |

Each value indicates the average of sensory scores in the range from 1 (dislike extremely) to 7 (like extremely) that 15 panels recorded. [1)] CNS: *Cheonggukjang* made with non-smoked soybean, [2)] CSS: *Cheonggukjang* made with smoked soybean, *$p$<0.05 and **$p$<0.01

## References

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

Chang CM. 1998. Symposium and expo for soybean fermentation foods. The Research Institute of Soybean Fermentation Foods, Yeungnam University, pp.155-180

Choe JS, Kim JS, Yoo SM, Park HJ, Kim TY, Chang CM, Shin SY. 1996. Survey on preparation method and consumer response of *cheonggukjang*. *Korean J Soybean Res* 13:29-43

Choi SH, Ji YA. 1989. Changes in flavor of *cheonggukjang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21:229-234

Choi UK, Kwon OJ, Son DH, Cha WS, Cho YJ, Lee SI, Yang SH, Chung YG. 2001. Changes in quality attributes of *sigumjang* with fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 33:107-112

Choi UK, Son DH, Ji WD, Im MH, Choi JD, Chung YG. 1998. Changes of taste components and palatability during *chunggugjnag* fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:840-845

Chung YG, Son DH, Ji WD, Choi UK, Kim YJ. 1999. Characteristics of commerical *sigumjang meju*. *Korean J Food Sci Technol* 31:231-237

Hong SP, Kime JS, Jang CM, Ryu SM, Choi JS, Park HI. 1998. Physicochemical properties of traditional *chunggukjang* produced in different regions. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 41:423-430

Hosoi T. 1996. Recent progress in treatment of osteoprosis. *Nippon Romen Igakkai Zasshi* 33:240-244

In JP, Lee SK, Ahn BK, Chung IM, Jang CH. 2002. Flavor improvement of *chungkookjang* by addition of yucca (*Yucca shidigera*) extract. *Korean J Food Sci Technol* 34:57-64

In JP, Lee SK. 2004. Effect of Yucca (*Yucca shidigera*) extract on quality characteristics of *chungkookjang* using *Bacillus subtilis* p01. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 47:176-181

Iwai K, Nakaya N, Kawasaki Y, Matsue H. 2002. Antioxidative functions of *natto*, a kind of fermented soybeans: Effect on LDL oxidation and lipid metabolism in cholesterol fed rats. *J Agr Food Chem* 50:3597-3601

Kang HG, Lee MS, Lee KH, Kim CH. 1998. Effect of smoking process on the contents of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke flavouring. *Korean J Food Sci Ani Resour* 18: 42-49

Kim BN, Park CH, Ham SS, Lee SY. 1995. Flavor component, fatty acid and organic acid of *natto* added with spice. *J Korean Soc Food & Nutr* 24:219-227

Kim HJ, Kim SI, Kim JG, Im DK, Park JG, Lee JW, Byun MW. 2006. Effect of green tea powder on the improvement of sensorial quality of *chungkookjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:482-486

Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physicochemical properties of traditional *chonggugjnag* produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol* 41:377-383

Kim MH, Kang WW, Lee NH, Kwon DJ, Kwon OJ, Chung YS, Hwang YH, Choi UK. 2007. Changes in quality characteristics of *cheonggukjang* made with germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 39:676-680

Kim SS, Kim KT, Hong HD. 2001. Development of *chunggukjang* adding the sword beans. *Korea Food Research Institute* 18:208-214

Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1991a. Studies on the change in rheological properties of *chunggukjang*. *Korean J Food Sci Technol* 23:478-484

Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1991b. Physico-chemical properties of viscous substance extracted from *chunggukjang*. *Korean J Food Sci Technol* 23:599-604

Lee HJ, Suh JS. 1981. Effect of *Bacillus* strains on the *chungkookjang* processing (1) changes of the components and enzyme activities during *chungkookjang-koji* preparation. *Korean J Nutr* 14:97-104

Lee IS, Kim IC, Chae MH, Chang HC. 2007. Storage and acceptability of a smoked *Sebastes schlegeli* product. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1458-1464

Lee JJ, Lee DS, Kim HB. 1999. Fermentation pattern of *cheonggukjang* and *ganjang* by *Bacillus licheniformis* B1. *Korean J Microbiol* 35:296-301

Lee JO, Ha SD, Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH. 2005. Industrial application and physiological functions of *cheonggukjang*. *Food Sci Ind* 38:69-78

Lee KH, Park HC, Her ES. 1998. Statistics and Data Analysis Method. pp.253-296. Hyoil Press, Seoul, Korea

Lyon. 1979. IARC: Environmental Carcinogens, Selected Methods of Analysis. Vol.3, PAHs : IARC publication 29, France

Park WJ, Park HY, Yoo JH, Rhee MS. 2001. Effect of *Artmisia asiatica* Nakaki extract on the flavor of *cheonggukjang*. *Food Eng Prog* 5:115-124

Shon MY, Kim MH, Park SK, Park JR, Sung NJ. 2002. Taste components and palatability of black bean *chungkugjang* added with kiwi and radish. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:39-44

Suh JS, Lee SG, Ryu MK. 1982. Effect of *Bacillus* strains on the *chungkookjang* processing Ⅱ. Changes of the components and enzyme activities during the storage of *chungkookjang*. *Korean J Food Sci Technol* 14:309-314

Tilgner DJ. 1977. Fortschritte in der raucher technologie. *Fleischwirtschaft* 57:42

Yun SH, Lee SS, Jang JE, Noh GW. 2004. Sensory evaluation of *chungkukjangs* with herbal extracts and clinical evaluation in atopy dermatitis patients. *Korean J Nutr* 37:669-674

접 수 : 2014년 1월 6일
최종수정 : 2014년 4월 8일
채 택 : 2014년 4월 14일