

## 콩 품종에 따른 발효물의 아미노산과 향기성분 특성

신동선 · 최인덕\* · 이석기\* · 박지영\* · 김남걸\* · 박장환\*\* · †최혜선\*

농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 전문연구원, \*농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연구사,  
\*\*농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 농업연구관

### Properties of Amino Acid and Volatile Flavor Compounds of Fermented Soybean Products by Soybean Cultivar

Dong Sun Shin, In Duck Choi\*, Seuk Ki Lee\*, Ji Young Park\*, Nam Geol Kim\*,  
Chang Hwan Park\*\* and †Hye Sun Choi\*

Post-Doctor, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

\*Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

\*\*Senior Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

#### Abstract

In this study, we analyzed the nutritional composition properties of soybeans and the organic acids, amino acids and volatile flavor compounds of fermented soybean products. We used five soybean cultivars including Pyeongwon, Jinpung, Saedanbaek, Saeolkong and Cheonga for this experiment. Physicochemical analysis of soybeans, showed that the cured protein and fat contents were 35.12~45.12 and 14.26~20.14%, respectively. The rank order of major organic acids was lactic acid > acetic acid > fumaric acid, with Saedanbaek being the highest. Total amino acid content of the samples was 358.12~657.28 mg/100 g, and glutamic acid, alanine, cysteine, valine, leucine, histidine and arginine were the major amino acids. We identified a total of 34 volatile aroma-compounds, including 7 alcohols, 7 acids, 7 ketones, 5 phenols, 2 esters, 1 furan, 4 pyrazines, and 1 miscellaneous compounds. As a result of this, could be applied to determine the suitability of cultivars and the quality for the process of the fermented soybean products.

Key words: soybean, cultivars, fermentation, amino acids, volatile compounds

#### 서 론

콩(*Glycine max* L.)은 중요한 식량작물로서 용도에 따라 두부, 비지, 두유, 나물 형태로 이용하거나 장류 등 전통 발효식품 원료소재로서 다양하게 이용되어 왔다(Eom 등 2009). 콩에는 식물유래 단백질과 지방이 풍부하고 필수아미노산과 필수지방산 함량이 높으며, phytic acid, lecithin, saponin, isoflavone, oligo saccharides, phenol 화합물 등 다양한 기능성 물질이 알려지면서 그 소비시장도 다변화되고 있다(Ha 등 2013; Jung 등 2016). 이에 따라 산업체에서는 원료의 국산화,

제품의 간편성 및 다양화, 기능성 강화 등을 고려한 제품개발이 이루어지고 있으며, 국내 콩 육종 부서에서도 우수한 품종을 개발하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Baek 등 2006; Ha 등 2013; Kim 등 2017).

한편, 콩을 이용한 발효식품은 발효하는 과정에서 미생물의 효소에 의해 분해되어 amide, polypeptide, peptone, polyglutamate 등과 같은 생리활성물질을 생성하거나 증가시키는 등 제품의 품질에 중요한 요소가 된다(Kim 등 2011). 이러한 생리활성물질은 항암(Cassileth & Vickers 2003), 혈압(Cho 등 2000), 심혈관 질환(Moon 등 2011), 혈전용해(Kim 등 2002) 등의 효

† Corresponding author: Hye Sun Choi, Researcher, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea. Tel: +82-31-695-0623, Fax: +82-31-695-0609, E-mail: choih9587@korea.kr

과가 있고, 체내 소화율과 이용률을 향상시키기도 한다고 알려져 있다(Zheng 등 2011). 그러나, 발효과정에서 alcohol, pyrazine, phenol, aldehyde, 함황화합물, 암모니아 화합물 등 휘발성 물질이 생성되어 특유의 냄새를 유발하여 일부 소비계층은 기피현상으로 작용하고 있으며(Allagheny 등 1996; Kim 등 1999), 이 냄새에 대한 저감화 연구도 보고된 바 있다(Youn 등 2002). 그 외에도 콩 발효에 관한 연구로는 발효 미생물의 특성(Lee 등 2014; Sirilun 2017), 항산화성(Akitha 등 2009; Park 등 2016; Yang 등 2019)과 기능성 생리활성 물질(Son & Lee 2011; Choi 등 2017; Kim 등 2017; Cao 등 2019), 향기성분 특성(Park 등 2007; Park 등 2017) 등이 보고되고 있으며, 장류용 콩 품종의 특성과 발효물의 특성에 연구가 보고(Shin 등 2019)되었지만 아직 부족한 실정이다.

본 연구에서는 장류용 콩으로 재배되고 있는 품종별 콩 발효물의 특성을 조사하여 장류용으로 우수한 콩 품종 선발하는데 기초 자료로 활용하고자 콩 품종별 일반성분 및 발효물의 유기산, 아미노산 및 향기성분 조성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 콩 발효물 제조

콩 발효물 제조는 품종별 콩을 각각 수세하여 상온( $22 \pm 1^\circ\text{C}$ )에서 15시간 수침한 다음 30분 동안 물 빼기를 하였으며, 이를 고압증기멸균기(BF-60AC autoclave, Biofree CO. LTD, Seoul, Korea)를 이용하여  $121^\circ\text{C}$ 에서 30분 동안 증자하였다. 증자된 콩은  $40^\circ\text{C}$  이하가 되도록 냉각한 다음 배양된 균주(OD: 0.5,  $10^8$  CFU/g, CFU: colony forming unit)를 각각 1% (v/w)씩 접종하여 잘 섞었다. 이를 멸균된 스티로폼 상자( $21 \times 27 \times 1.8$  cm)에 담아 온도가  $38^\circ\text{C}$ 이고, 습도가 70%인 발효실에서 24시간 발효시켜 콩 발효물을 제조하였다(Lee 등 2014; Shin 등 2019). 사용된 균주는 장류 유래 균주로서 단백질 분해능이 우수한 것으로 알려진 *Bacillus amyloliquefaciens* HJ5-2를 사용하였다. 콩은 2017년에 재배 및 수확한 장류용으로 콩으로 평원(Pyeongwon, Miryang, Korea), 진풍(Jinpung, Miryang, Korea), 새단백(Saedanbaek, Miryang, Korea), 새올콩(Saeolkong, Miryang, Korea), 청아(Cheonga, Miryang, Korea) 등 5품종을 사용하였다.

### 2. 품종별 원료콩의 일반성분 분석

장류용 콩 품종별 수분함량은 적외선수분측정기(AND MX-50 moisture analyzer, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 조단백질은 Micro-Kjeldahl 방법을 참고로 하여 분해기(Tecator Digestor auto, Foss, Denmark)와 자동 단백질 분석기(2300 Kjeltec Analyzer Unit, Foss Tecator, Laurel, MD, USA)로

정량 분석하였다. 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec<sup>TM</sup> 2050 Analyzer Unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 이용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였으며, 조회분은  $600^\circ\text{C}$  직접 회화법으로 전기회화로(전기회화로 DS-84E, Dasol scientific Co., Ltd, Hwaseong, Korea)를 이용하였다. 탄수화물은 100 중량부에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분을 뺀 값을 표시하였다(Woo 등 2018).

### 3. 품종별 콩 발효물의 유기산 분석

품종별 콩 발효물의 유기산 함량은 동결 건조된 시료 1 g을 증류수 10 mL를 첨가한 후 한 시간 동안 초음파(Sonicator, BKUP-600N, Biokonvision)를 처리하여  $0.2 \mu\text{m}$  membrane filter(Merck Millipore)로 여과한 다음 시험용액으로 하였다. 유기산 분석은 HLB Sep-pak C18 cartridge(Waters Co., USA)에 통과시켜 HPLC(Dionex Ultimate 3000, pump, autosampler, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석에 사용된 column은 Aminex 87H( $300 \text{ mm} \times 6.5 \text{ mm}$ , Waters Co., USA), mobile phase는 0.01N sulfuric acid를 사용하였다. Flow rate는  $0.5 \text{ mL/min}$ 으로 하였고, injection volume은  $10 \mu\text{L}$ 로 하여 UV detector(Shodex RI-101, RefractoMAX520, Japan)에서 검출하였다. 표준품은 citric acid, lactic acid, fumaric acid, succinic acid 및 malic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하였다(Lee 등 2014).

### 4. 품종별 콩 발효물의 유리아미노산 분석

품종별 콩 발효물의 유리 아미노산 함량은 아미노산 자동 분석기(HITACH L-8900, Post-reaction type)를 이용하여 분석하였다. 동결 건조 시료 0.2 g을 취하여 ethanol 5 mL를 가하고, 1시간 동안 균질화한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min, Haniil; ULTRA 4.0, Seoul South Korea) 하였다. 상등액을 rotary evaporator(EYELA A-3S, Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 이 농축물을 0.02 N HCl 20 mL에 녹이고, 10배 희석하여  $0.22 \mu\text{m}$  membrane filter(Merck Millipore, Darmstadt, Germany)로 여과하여 위 조건으로 분석하였다(Lee 등 2014).

### 5. 품종별 콩 발효물의 휘발성 향기성분 분석

품종별 콩 발효물의 향기성분 분석은 GC(TRACE1310, Thermo, USA)/MS(TSQ8000, Thermo, USA)를 이용하여 분석하였다(Park 등 2017). 분석에 사용된 컬럼은 DB-WAX 컬럼(Agilent  $60 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm}$ , 필름 두께  $0.5 \mu\text{m}$ )으로 오븐 온도를  $50^\circ\text{C}$ 에서  $240^\circ\text{C}$ 로 올렸으며, injector의 온도는  $240^\circ\text{C}$  이었고, 질량 선택적 검출기의 계면온도는  $250^\circ\text{C}$ 로 하였다. 향기성분 포집은 SPME(solid phase micro extraction) 방법을 사용하였고, fiber는 carboxen/polydimethylsiloxane fiber(CAR/PDMS,  $75 \text{ mL}$ , Supelco, Bellefonte, PA, USA)이 코팅된 것을 이용하였

다. 향을 포집 후 injector에 5분 동안 정치시켜 NIST library (Mass spectral program, version 4.5, USA)를 함께 이용하였다. 휘발성 화합물의 동정은 GC/MS로 얻은 mass spectrum 을 Wiley 275 data base로 library search한 결과를 이용하여 동정 하였다.

## 6. 통계처리

본 연구의 결과에 대한 데이터는 SPSS package program (version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였다. 이에 대한 평균값은 one-way analysis of variance(ANOVA)로 비교하였고, Duncan's multiple range test를 실시하여 5%( $p < 0.05$ ) 유의 수준에서 평균 간 다중비교를 실시하였으며(유리아미노산과 향기성분 결과 제외), 각 분석항목 간의 상관관계를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 품종별 원료콩의 일반성분

콩 5품종에 대한 일반성분으로 수분, 조단백질, 조지방, 조회분을 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분 함량은 6.55~7.86% 수준으로 시료간의 차이가 있었다. 조단백질 함량은 새단백과 새올콩이 각각 45.12% 및 42.14%로 가장 높게 나타났으며, 평원이 35.12%로 가장 낮게 나타났다. 조지방 함량은 평원이 20.14%로 가장 높았고, 단백질 함량이 높았던 새단백이 14.26%로 가장 낮게 나타났다. 조회분 함량은 5.25~4.66%이었으며, 탄수화물은 28.37~33.43%로 조사되었다. Kim 등(2014)에 의하면 새단백 콩은 고단백질 품종으로 단백질 함량의 변이가 적고, 지방 함량이 낮은 특성을 가졌다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 또한, Medic 등(2014)의 보고에서 단백질 함량은 평균 40~41%으로 glycinin 및  $\beta$ -conglycinin 등의 저장단백질이 함유하고 있다고 하였는데,

이는 본 연구의 5품종의 단백질 함량이 평균 39.38%로 나타나 거의 유사한 결과로서 단백질 함량이 높을수록 지방 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 성분의 차이는 품종에 따라 다르지만 같은 품종이라도 재배지역, 재배방법, 재배시기, 재배환경 및 토양 등에 따라 차이가 있다고 보고된 바 있다(Woo 등 2018).

### 2. 품종별 콩 발효물의 유기산

품종별 콩 발효물의 유기산 함량을 측정한 결과, lactic acid, fumaric acid 및 acetic acid 3종의 유기산이 검출되었으며, citric acid와 malic acid는 불검출되었다(Table 2). 유기산 함량은 lactic acid가 가장 높은 함량을 나타내었고, 콩 품종으로는 새단백과 새올콩이 가장 높았으며, 그 다음으로 청아, 평원, 진풍 순으로 나타났다. 이러한 결과는 Youn 등(2002)의 연구에서 청국장의 발효에 lactic acid와 acetic acid가 특이적으로 많이 검출되었다는 보고와 Gil 등 (2016)이 연구에서 콩을 발효한 청국장의 경우 starter의 종류와 상관없이 lactic acid가 가장 높은 함량을 나타내었다는 보고와 유사하였다. 또한, Oh 등(2003)의 연구에서 citric acid의 경우 원료 콩에는 많이 함유되어 있지만, 콩 발효과정에서 미생물의 에너지원으로 이용되면서 급격히 감소되고, lactic acid는 내염성 젖산균에 의해 생성되며, acetic acid는 *Bacillus* sp.의 작용으로 증가되는 것으로 보고되었다. 따라서 콩 발효물의 유기산 함량의 차이는 미생물 및 발효조건 뿐만 아니라 콩 품종의 차이에서 기인되는 것으로 생각된다.

### 3. 품종별 콩 발효물의 유리아미노산

콩의 아미노산은 영양뿐만 아니라, 맛을 내거나 소화흡수율을 높이고, 근육 단백질 강화, 항산화 활성 등 건강상의 잇점을 제공한다(Zheng 등 2011). 품종별 콩 발효물의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 아

Table 1. Proximate composition of moisture, crude protein, crude fat, and crude ash according to cultivars

Cultivar <sup>1)</sup>	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)	Carbohydrate (%)
PW	6.68±0.15 <sup>c2)</sup>	35.12±0.38 <sup>a2)</sup>	20.14±0.56 <sup>a</sup>	5.04±0.22 <sup>b</sup>	33.02±0.33 <sup>c</sup>
JP	6.56±0.09 <sup>c</sup>	37.24±0.27 <sup>a</sup>	18.21±0.83 <sup>b</sup>	4.66±0.09 <sup>b</sup>	33.33±0.32 <sup>b</sup>
SDB	7.01±0.24 <sup>b</sup>	45.12±0.55 <sup>ab</sup>	14.26±0.43 <sup>c</sup>	5.24±0.31 <sup>c</sup>	28.37±0.30 <sup>c</sup>
SOK	6.55±0.21 <sup>c</sup>	42.14±0.42 <sup>ab</sup>	16.76±0.67 <sup>c</sup>	5.25±0.18 <sup>b</sup>	29.30±0.37 <sup>d</sup>
CA	7.86±0.35 <sup>a</sup>	37.27±0.62 <sup>b</sup>	16.43±0.78 <sup>d</sup>	5.01±0.38 <sup>a</sup>	33.43±0.54 <sup>a</sup>
F-value	161.16 <sup>***3)</sup>	5,839.21 <sup>***</sup>	2,803.18 <sup>***</sup>	234.43 <sup>***</sup>	7,803.89 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> PW: *Glycine max* L. Pyeongwon, JP: Jimpung, SDB: Saedanbaek, SOK: Saeolkong, CA: Cheonga.

<sup>2)</sup> Means with different letters within the same column are significantly different from each other at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> Significant at <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

**Table 2. Organic acid contents of fermented soybean products according to cultivars**

Cultivar <sup>1)</sup>	Organic acid (mg/kg)				
	Citric acid	Lactic acid	Fumaric acid	Acetic acid	Malic acid
PW	ND <sup>2)</sup>	4,125.20±285.62 <sup>d3)</sup>	1.66±0.08 <sup>d</sup>	2,999.10±89.36 <sup>a</sup>	ND
JP	ND	4,254.05±426.41 <sup>cd</sup>	2.10±0.05 <sup>c</sup>	1,084.49±57.62 <sup>d</sup>	ND
SDB	ND	6,290.90±557.38 <sup>a</sup>	7.13±0.10 <sup>a</sup>	2,237.93±34.56 <sup>b</sup>	ND
SOK	ND	5,367.52±557.24 <sup>b</sup>	4.52±0.16 <sup>b</sup>	2,166.35±26.54 <sup>c</sup>	ND
CA	ND	4,554.18±624.38 <sup>c</sup>	1.56± 0.22 <sup>d</sup>	3,011.72±29.35 <sup>a</sup>	ND
<i>F</i> -value	-	56.79 <sup>***4)</sup>	2,628.43 <sup>***</sup>	1,404.24 <sup>***</sup>	-

<sup>1)</sup> PW: *Glycine max* L. Pyeongwon, JP: Jinpung, SDB: Saedanbaek, SOK: Saeolkong, CA: Cheonga.

<sup>2)</sup> ND: not detected.

<sup>3)</sup> Means with different letters within the same column are significantly different from each other at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup> Significant at  $*** p < 0.001$ .

**Table 3. Free amino acid contents of fermented soybean products according to cultivars**

(Unit: mg/100g, dry basis)

Composition	Cultivars <sup>1)</sup>				
	PW	JP	SDB	SOK	CA
Aspartic acid	2.16	4.25	12.22	5.76	3.08
Threonine	7.46	4.03	9.27	11.02	12.25
Serine	1.11	0.36	1.71	1.86	1.92
Glutamic acid	56.04	44.52	67.09	61.54	52.74
Proline	6.47	3.15	9.58	10.11	15.76
Glycine	5.19	3.34	8.73	8.31	8.98
Alanine	22.61	11.65	51.08	35.55	32.54
Cysteine	19.20	25.58	44.98	49.56	51.87
Valine	7.49	5.03	15.07	34.85	30.81
Methionine	0.41	0.30	1.23	3.65	5.46
Isoleucine	0.99	0.74	2.09	4.53	6.19
Leucine	9.04	4.21	10.77	21.26	26.35
Tyrosine	2.23	2.87	8.39	22.35	21.31
Phenylalanine	ND <sup>2)</sup>	0.48	2.28	5.17	3.78
Histidine	11.22	4.69	30.40	34.81	26.42
Lysine	7.58	5.37	12.20	10.11	13.47
Arginine	0.95	10.38	174.00	66.75	45.19
TAA <sup>3)</sup>	386.7	467.16	657.28	387.19	358.12
EAA <sup>4)</sup>	44.19	24.85	83.31	125.40	124.73

<sup>1)</sup> PW: *Glycine max* L. Pyeongwon, JP: Jinpung, SDB: Saedanbaek, SOK: Saeolkong, CA: Cheonga.

<sup>2)</sup> ND: not detected.

<sup>3)</sup> Total amino acid.

<sup>4)</sup> Total essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

미노산 함량은 glutamic acid가 가장 많이 검출되었고, 총 아미노산은 새단백이 657.28 mg/100 g으로 가장 높았으며, 그

다음으로 진풍이 467.16 mg/100 g, 새올콩이 387.19 mg/100 g, 평원이 386.70 mg/100 g, 청아가 358.12 mg/100 g 순이었다.

필수아미노산의 경우, 새울콩으로 제조한 발효물이 가장 높았으며, 평원이 가장 낮은 함량을 보였다. 콩 발효물의 아미노산 중 맛에 영향을 주는 구수한 맛은 glutamic acid와 aspartic acid로 새단백이 가장 높았고, 쓴맛은 valine, methionine, isoleucine, leucine 및 phenylalanine으로 새울콩이 높았으며, 단맛은 alanine, glycine 및 lysine으로 새단백이 가장 높은 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 Gil 등(2016)의 보고에서 발효된 콩의 유리아미노산을 측정할 결과, 품종마다 차이는 있었지만, glutamic acid가 가장 많았다는 보고와 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 콩은 품종의 성분 특성에 따라서도 발효과정에서 생성되는 특유의 맛이 다르게 나타나는데, 이는 다양한 효소에 의해 단백질이 각종 아미노산으로 분해되면서 특유의 맛을 형성하는 것으로 protease의 활성과도 연관이 있는 것으로 보고하였다(Shin 등 2019). 따라서 콩 품종별 발효 후에 아미노산 종류에 따른 함량은 맛과 향, 기능성 등이 제품의 품질을 결정짓는데 중요한 요소로서 검토되어야 할 것이다.

#### 4. 품종별 콩의 성분과 콩 발효물의 발효특성 간의 상관관계

품종별 원료콩의 성분과 콩 발효물의 발효특성 중 유기산과 아미노산 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같았다. 조단백질은 조지방에 대해 음의 상관( $r=-0.856$ ,  $p<0.01$ )을 lactic acid( $r=0.959$ ,  $p<0.01$ ), fumaric acid( $r=0.954$ ,  $p<0.01$ ) 및 총 아미노산( $r=0.798$ ,  $p<0.01$ )에 대해 높은 양의 상관관을 보였다. 조지방은 lactic acid( $r=-0.836$ ,  $p<0.01$ ), fumaric acid( $r=-0.782$ ,  $p<0.01$ ), 필수아미노산( $r=-0.584$ ,  $p<0.05$ ), 총

아미노산( $r=-0.606$ ,  $p<0.05$ )에 대해 음의 상관관계를 나타내었다. 조회분은 lactic acid, fumaric acid, acetic acid, 필수아미노산 및 총 아미노산에 대해 상관성이 없는 것으로 나타났다. 유기산 중 lactic acid는 fumaric acid( $r=0.977$ ,  $p<0.01$ )와 총 아미노산( $r=-0.737$ ,  $p<0.01$ )에 대해 양의 상관관계를 나타내었으며, fumaric acid도 총 아미노산( $r=-0.799$ ,  $p<0.01$ )에 대해 양의 상관관을 보였다. 따라서 장류용 콩 발효물의 pH, 산도, 아미노태 질소, 효소활성 및 색 등과 같은 발효특성이 높은 상관성이 있다고 보고한 것(Shin 등 2019)과 본 연구의 결과와 함께 고려되어야 하며, 차후 발효대사물질에 대한 연구가 더 깊게 이루어진다면 장류용 콩 품종 선정과 제품의 우수한 품질을 결정짓는데 도움이 될 것으로 생각된다.

#### 5. 품종별 콩 발효물의 휘발성 향기성분

품종별 콩 발효물의 휘발성 향기성분을 SPME를 이용하여 GC/MS로 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. 데이터를 큰 피크 순으로 library research한 결과, 총 34종의 향기성분이 검출되었다. Alcohol 7종(2,3-butanediol-S-, 2,3-butanediol-R-, 3-octanol, benzeneethanol, 2-furanmethanol, benzyl alcohol, oxirane), acid 7종(acetic acid, butanoic acid, propanoic acid, dimethyl-propionedioic acid, 2-mehtylbutanoic acid, 3-mehtylbutanoic acid, 2-ethyl butanoic acid), ketone 7종(acetoin, 3-acetyloxy-2-butanone, 2-nonanone, 2-tridecanone, 2-tetradecanone, maltol, acetophenone), phenol 5종(phenol, 2-methoxy-phenol, 2-methoxy-4-vinylphenol, butyl hydroxy toluene, geraniol), ester 2종(2-mehtylpropanoic acid-ethyl ester, ethylester butanoic acid), furan 1종(2,3-dihydro benzofuran), pyrazine 4종(2,5-dimethyl pyrazine, 2,6-dimethyl

**Table 4. Correlation coefficients among raw soybean and fermentation characteristics of fermented soybean products by cultivars**

Factor	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Lactic acid	Fumaric acid	Acetic acid	EAA <sup>1)</sup>	TAA <sup>2)</sup>
Crude protein	1.000	-0.856**	0.218	0.959**	0.954**	-0.192	0.420	0.789**
Crude fat		1.000	-0.90	-0.836**	-0.782**	0.029	-0.584*	-0.606*
Crude ash			1.000	0.378	0.293	0.273	0.361	0.219
Lactic acid				1.000	0.977**	-0.45	0.431	0.737**
Fumaric acid					1.000	-0.175	0.259	0.799**
Acetic acid						1.000	0.468	-0.336
EAA							1.000	-0.209
TAA								1.000

<sup>1)</sup> Total amino acid.

<sup>2)</sup> Total essential amino acid.

Significant at \*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$ .

Table 5. Volatile compound of fermented soybean products according to cultivars

Possible compound	RT <sup>1)</sup> (min)	Relative peak area (%)				
		PW <sup>2)</sup>	JP	SDB	SOK	CA
Alcohols						
2,3-Butanediol-(S-(R*,R*))	41.81	1.54	0.79	0.69	1.23	4.32
2,3-Butanediol-(R-(R*,R*))	60.02	26.71	12.33	16.36	22.48	38.08
3-Octanol	12.95	0.09	0.11	0.06	0.18	0.21
Benzeneethanol	59.66	0.47	0.42	0.40	0.56	0.52
2-Furanmethanol	15.08	0.36	0.33	0.25	0.22	0.24
Benzyl alcohol	41.81	0.22	0.33	0.22	0.37	ND
Oxirane	51.73	0.38	0.34	0.39	0.54	0.73
Acids						
Acetic acid	52.28	0.69	1.54	2.09	1.21	3.06
Butanoic acid	46.77	0.33	1.01	0.92	0.49	0.07
Propanoic acid	38.02	0.32	0.18	0.23	0.30	0.82
Dimethyl-propanedioic acid	53.78	0.83	1.06	0.88	0.67	1.42
2-Mehtylbutanoic acid	60.10	1.40	1.14	0.96	1.30	2.96
3-Mehtylbutanoic acid	60.02	1.25	0.67	0.58	1.70	2.89
2-Ethyl-butanoic acid	35.68	1.04	0.81	0.79	0.68	0.83
Ketones						
Acetoin	52.30	26.69	37.01	40.30	30.83	5.57
3-(Acetyloxy)-2-butanone	59.46	0.09	0.17	0.18	0.13	0.05
2-Nonanone	74.19	0.33	0.29	0.17	0.28	0.48
2-Tridecanone	48.79	0.33	0.04	0.05	0.17	1.04
2-Tetradecanone	79.46	0.08	ND <sup>3)</sup>	0.01	0.07	0.23
Maltol	88.68	12.30	14.55	7.09	5.97	7.40
Acetophenone	93.60	0.19	1.19	0.66	0.28	0.26
Phenols						
Phenol	35.71	0.29	0.63	0.61	0.63	0.56
2-Methoxy-phenol	26.60	3.37	6.29	5.89	7.13	2.60
2-Methoxy-4-vinylphenol	32.62	2.26	3.06	4.68	3.52	1.54
Butyl hydroxy toluene	77.55	0.23	3.54	2.45	0.18	1.30
Geraniol	74.19	0.17	0.13	0.15	0.17	0.34
Esters						
2-Mehtylpropanoic acid-ethyl ester	53.79	0.12	0.14	0.13	0.12	0.56
Ethylester-butanoic acid	67.33	3.24	2.69	2.63	2.17	2.19
Furan						
2,3-Dihydro-benzofuran	90.45	1.46	2.12	1.33	0.69	1.90
Pyrazines						
2,5-Dimethyl-pyrazine	38.70	0.59	0.96	0.58	0.88	1.60
2,6-Dimethyl-pyrazine	38.50	0.12	0.15	0.19	0.22	0.30
Tetramethyl-pyrazine	49.14	0.31	0.54	1.67	1.00	1.37
Trimethyl-pyrazine	44.40	0.69	1.54	2.09	1.21	3.06
Miscellaneous						
Styrene	34.03	11.51	3.89	4.35	12.43	11.52

1) Retention time.

2) PW: *Glycine max* L. Pyeongwon, JP: Jinpung, SDB: Saedanbaek, SOK: Saeolkong, CA: Cheonga.

3) ND: not detected.

pyrazine, tetramethyl-pyrazine, trimethyl-pyrazine), miscellaneous 1종(styrene) 이었다. 휘발성 향기성분 중 2,3-butanediol-R-와 acetoin이 가장 많이 검출되었고, 그 다음으로 styrene, maltol 순이었다. 발효된 콩의 휘발성 화합물은 발효과정에서 각종 효소와 아미노산, 유기산, 지방산, 당류 등의 성분으로 인하여 생성된다(Park 등 2017). 콩 발효물의 불쾌한 냄새의 특성을 가지고 있는 acid의 경우 청아로 제조한 콩 발효물이 다른 품종에 비해 2배 정도 많은 것으로 나타났다. Park 등(2007)은 청국장 발효 숙성 중 향기성분의 변화에서 acid는 발효 후반으로 갈수록 증가한다고 보고하기도 하였다. 또한, 콩 발효물의 pyrazine는 amino-sugar 반응에 의해 전형적으로 생성되는 것으로 식품의 가열과정에서 아미노산 열분해, 당과 단백질의 반응에서 생성되는 갈변 향기물질로 식품의 향에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Ito 등 1989; Park 등 2007). 본 실험의 결과에서는 tetramethyl pyrazine의 경우 새단백, 청아 순으로 높게 나타났다. 이것은 콩 발효물의 향기 성분은 특이적으로 피라진 화합물이 검출되었다는 이전의 연구와 본 연구 결과가 비슷하였다(Park 등 2017). 이러한 결과로 장류 제품의 향기성분은 발효조건, 분석방법 및 품종에 따라 휘발성 화합물의 조성량과 생성량의 차이가 있을 것으로 생각되며, 장류의 맛과 향기특성에 대한 연구가 더욱더 구체적으로 이루어진다면 장류의 품질향상 및 용도 다양화 측면에서 활용도가 높을 것으로 생각된다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 장류용 콩 5품종의 성분특성과 콩 발효물의 유기산, 아미노산 및 향기성분을 분석하였다. 원료콩의 조단백질 함량은 35.12~45.12%이었으며, 조지방 함량은 14.26~20.14%으로 품종간의 차이를 보였다. 품종별 콩 발효물의 유기산 함량은 lactic acid, fumaric acid 및 acetic acid 3종이 검출되었으며, 그 중 lactic acid가 가장 함량이 높았고, 품종으로는 새단백이 가장 높은 것을 확인하였다. 아미노산 함량은 glutamic acid가 가장 많이 검출되었으며, 품종간의 차이를 나타내었다. 총 아미노산 함량은 새단백, 진풍, 새올콩, 평원 및 청아 순으로 각각 358.12~657.28 mg/100 g 범위로 나타났다. 필수아미노산의 경우, 새올콩이 가장 높은 반면 평원이 가장 낮았다. 상관성 분석결과, 원료콩의 조단백질과 조지방은 유기산과 아미노산에 높은 상관계수를 나타내었다. 향기성분은 alcohol 7종, acid 7종, ketone 7종, phenol 5종, ester 2종, furan 1종, pyrazine 4종 및 miscellaneous 1종 등 총 34종이 검출되었다. 향기성분 중 2,3-butanediol-R-와 acetoin이 가장 많이 검출되었고, 그 다음으로 styrene, maltol 순이었다. 이러한 연구결과로부터 콩 발효물의 품종별 발효특성을

고려한 적합한 품종 선택과 전반적인 콩 발효산업에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호: PJ01350803)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

- Akitha MK, Gondi M, Sakthivelu G, Giridhar P, Rajasekaran T, Ravishankar GA. 2009. Functional attributes of soybean seeds and products with reference to isoflavone content and antioxidant activity. *Food Chem* 114:771-776
- 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
- Baek IY, Ko JM, Kang ST, Han WY, Shin DC, Oh SK, Chung MG, Kim HT, Kang NS, Oh KW, Shin SO, Park KY, Suh DY, Yun HT, Oh YJ, Lee YS, Son CK, Kim YD, Kim HY, Lee SH. 2006. A new vegetable soybean cultivar, 'Danmi 2' with free of lioxygenase 1 and 2. *Korean J Breed* 38:301-302
- Cao ZH, Green-Johnson JM, Buckley ND, Lin QY. 2019. Bio-activity of soy-based fermented foods: A review. *Biotechnol Adv* 37:223-238
- Cassileth BR, Vickers AJ. 2003. Soy: An anticancer agent in wide use despite some troubling data. *Cancer Invest* 21:817-818
- Cho YJ, Cha WS, Bok SK, Kim MU, Chun SS, Choi UK. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during chunggugjang fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43:247-252
- Choi JH, Lee M, Kim HJ, Kwon JI, Lee Y. 2017. Effects of black soybean and fermented black soybean extracts on proliferation of human follicle dermal papilla cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:671-680
- Eom SM, Jung BY, Oh HI. 2009. Changes in chemical components of cheonggukjang prepared with germinated soybeans during fermentation. *J Appl Biol Chem* 52:133-141
- Gil NY, Song J, Eom JS, Park SY, Choi HS. 2016. Changes of physicochemical properties of Cheonggukjang prepared with various soybean cultivars and *Bacillus subtilis* HJ18-9.

- Korean J Food Preserv* 23:811-818
- Ha KS, Choi JK, Heo NK, Kim SS, Lee AS, Jang JS, Yun HT. 2013. A new tofu and soy-paste soybean cultivar 'Hoban' with large seed and high yield. *Korean J Breed Sci* 45:158-162
- Ito T, Sugawara E, Mitano T, Sakuri Y, Odagiri S. 1989. Effect of amino acids as nitrogen sources on microbiological formation of pyrazines. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 36:762-764
- Jung TD, Shin GH, Kim JM, Oh JW, Choi SI, Lee JH, Lee SJ, Heo IY, Park SJ, Kim HT, Kang BK, Lee OH. 2016. Assessment of validation method for bioactive contents of fermented soybean extracts by bioconversion and their antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:680-689
- Kim HT, Ko JM, Baek IY, Jeon MK, Han WY, Park KY, Lee BW, Lee YH, Jung CS, Oh KW, Ha TJ, Moon JK, Yun HT, Lee JH, Choi JK, Jung JH, Lee SS, Jang YJ, Son CK, Kang DS. 2014. Soybean cultivar for tofu, 'Saedanbaek' with disease resistance, and high protein content. *Korean J Breed Sci* 46:295-301
- Kim IJ, Kim HK, Chung JH, Jeong YK, Ryu CH. 2002. Study of functional chungkukjang contain fibrinolytic enzyme. *Korean J Life Sci* 12:357-362
- Kim MY, Kim M, Hwang JH, Kim SH, Jeong YJ. 2017. Comparison of quality characteristics of doenjang reduced of sodium content. *Korean J Food Preserv* 24:771-777
- Kim SH, Yang JL, Song YS. 1999. Physiological functions of Chongkukjang. *Food Industry Nutr* 4:40-46
- Kim YS, Kim MC, Kwon SW, Kim SJ, Park IC, Ka JO, Weon HY. 2011. Analyses of bacterial communities in meju, a Korean traditional fermented soybean bricks, by cultivation-based and pyrosequencing methods. *J Microbiol* 49:340-348
- Lee SY, Eom JS, Choi HS. 2014. Quality characteristics of fermented soybean products by *Bacillus* sp. isolated from traditional soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:756-762
- Medic J, Atkinson C, Hurburgh CR. 2014. Current knowledge in soybean composition. *J Am Oil Chem Soc* 91:363-384
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim DH, Yoon WJ, Kim GY. 2011. Quality characteristics of various beans in distribution. *J East Asian Soc Diet Life* 21:215-221
- Oh GS, Kang KJ, Hong YP, An YS, Lee HM. 2003. Distribution of organic acids in traditional and modified fermented foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:1177-1185
- Park HM, Gu YR, Hong JH. 2016. Physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides from Cheonggukjang and *Pueraria thunbergiana*-Cheonggukjang. *J Chitin Chitosan* 21:26-31
- Park MK, Choi HK, Kwon DY, Kim YS. 2007. Study of volatile organic acids in freeze-dried Cheonggukjang formed during fermentation using SPME and stable-isotope dilution assay (SIDA). *Food Chem* 105:1276-1280
- Park MK, Choi HS, Kim YS, Cho IH. 2017. Change in profiles of volatile compounds from two types of *Fagopyrum esculentum* (buckwheat) soksungjang during fermentation. *Food Sci Biotechnol* 26:871-882
- Shin DS, Park CH, Choi ID, Lee SK, Park JY, Kim NG, Choi HS. 2019. Quality properties of soy-paste soybean cultivar for fermented soybean products. *Korean J Food Nutr* 32:114-121
- Sirilun S, Sivamaruthi BS, Kesika B, Peerajan S, Chaiyasut C. 2017. Lactic acid bacteria mediated fermented soybean as a potent nutraceutical candidate. *Asian Pac J Trop Biomed* 7:930-936
- Son SJ, Lee SP. 2011. Evaluation of rheological and functional properties of roasted soybean flour and mixed cereals fermented by *Bacillus* sp. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:450-457
- Woo KS, Lee JH, Lee BW, Lee YY, Lee BK, Kim HJ. 2018. Effect of germination and roasting treatment on the quality characteristics and antioxidant properties of black soybean flours. *Food Eng Prog* 22:75-84
- Yang J, Wu XB, Chen HL, Sun-waterhouse D, Zhong HB, Cui C. 2019. A value-added approach to improve the nutritional quality of soybean meal byproduct: Enhancing its antioxidant activity through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens* SWJS22. *Food Chem* 272:396-403
- Youn KC, Kim DH, Kim JO, Park BJ, Yook HS, Cho JM, Byun MW. 2002. Quality characteristics of the chungkookjang fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:204-210
- Zheng YF, Jeong JK, Choi HS, Park KY. 2011. Increased quality characteristics and physiological effects of chungkukjang fermented with *Bacillus subtilis*-SKm. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1694-1699

Received 21 June, 2019

Revised 16 August, 2019

Accepted 18 September, 2019