

## 반가 식품인 청육장 제조 중 아이소플라본 분포 변화

이승욱 · 박영우 · 한양선 · 장판식 · 이종미<sup>1</sup> · 김영석<sup>2</sup> · 이재환\*

서울산업대학교 식품공학과, <sup>1</sup>이화여자대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>이화여자대학교 식품공학과

### Changes in Isoflavone Profiles during *Cheongyukjang* Preparation, A Traditional Banga Food

SeungWook Lee, YongWoo Park, Yang Sun Han, Pahn-Shick Chang, Jong-Mee Lee<sup>1</sup>, Young Suk Kim<sup>2</sup>, and JaeHwan Lee\*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Technology

<sup>1</sup>Department of Food and Nutritional Sciences, Ewha Womans University

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Ewha Womans University

**Abstract** *Cheongyukjang*, a Banga food, is a heavy soy-soup prepared by boiling *cheonggukjang*, sea foods, and meats. Soybeans roasted at 140°C for 21.0 min and 220°C for 6.0 min, respectively, were used for *cheonggukjang* preparation. Distributions of isoflavones in raw soybeans, roasted soybeans, *cheonggukjang*, and *cheongyukjang* were analyzed by high performance liquid chromatography. The total isoflavones in roasted soybeans, *cheonggukjang* and *cheongyukjang* were about 79-80, 56-65, and 47-50% of those in raw soybeans, respectively. Roasting caused significant increases in acetyl derivatives and  $\beta$ -glucoside isoflavones, and significant decreases in malonyl derivatives ( $p < 0.05$ ). The major isoflavones in *cheonggukjang* and *cheongyukjang* were  $\beta$ -glucosides. Succinyl- $\beta$ -daidzin and succinyl- $\beta$ -genistin, which are recognized as new metabolites of isoflavones, were not detected in raw and roasted soybeans. Peak areas of succinyl- $\beta$ -genistin were higher than those of succinyl- $\beta$ -daidzin, in both *cheongyukjang* and *cheonggukjang*.

**Key words** : *cheongyukjang*, isoflavones, *cheonggukjang*, roasting, succinyl isoflavones

## 서 론

청육장은 대두를 볶아 제조한 청국장에 육류, 해산물, 육수 등을 넣고 끓인 탕류 형태의 반가 장류이다(1). 일반적인 청국장은 대두를 삶아 발효시키나 청육장에 사용되는 청국장은 수세한 대두를 갈색이 될 때까지 볶고, 껍질 제거 후 삶아 발효시킨다(2). 청국장은 *Bacillus subtilis*를 주 미생물로 활용하여 발효시킨 장류로(3) 면역력 증가와 fibrinolytic activity 또는 항산화 및 free radical scavenging ability 등의 생리활성기능을 보유한 것으로 보고되고 있다(4-6). 전통적으로 대두 발효 식품은 동물성 식품으로부터 충분한 단백질과 지방 섭취를 하지 못하는 사람들에게 필수 아미노산과 필수 지방산의 주요 공급원이 되어왔다. 청국장이 청육장의 주 원료이기에 청육장 역시 생리활성기능을 가질 것으로 기대된다.

대두 및 대두 식품의 소비는 다양한 암과 염증, 골다공증 등의 질병 위험을 감소시키며, 이는 대두의 phytoestrogenic 화합물인 아이소플라본의 높은 농도와 관계가 깊은 것으로 보고되고 있다(7-9). 생 대두의 주요 아이소플라본 형태는 malonyl 유도체인  $\beta$ -glucosides 또는 aglycones이 청국장의 주요 아이소플라본

형태로 보고되었다(10,11). 전보에서 본 연구자는 청국장 제조 중 아이소플라본 분포와 아이소플라본의 새로운 metabolite의 존재를 보고하였다(11). 아이소플라본의 대사체인 succinyl 유도체는 청국장과 일본의 대두 발효 식품인 natto에서 검출되었으나 재래식 된장과 개량식 된장에서는 검출되지 않았다(12-14).

최근, 전통 음식에 대한 소비자 선호도는 증가 추세로 대두를 활용한 전통 식품의 복원 연구가 활발히 진행되고 있다(15). 반가 장류인 어육장과 청육장 역시 전통방식으로의 복원 연구가 진행되고 있다. 어육장의 경우 전통적인 제조 과정 중 휘발성 향기 성분 특성 연구(16) 및 효소 활성 변화 연구가 보고되었다(17). 그러나 반가 장류인 청육장 제조 중 볶음 공정에 따른 아이소플라본 분포 변화 및 succinyl 유도체 분포 변화에 대한 연구는 문헌에 보고된 적이 없다.

본 연구의 목적은 140, 220°C로 볶은 대두를 이용한 청육장 제조 중 아이소플라본의 분포를 HPLC로 분석하여 정성 및 정량하는 것이다. 또한 발효 시 생성되는 isoflavone의 유도체 변화를 확인하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

대두(국산)는 창동소재의 하나로마트(Seoul, Korea)에서, 해산물과 육류는 마장동 재래시장(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 12가지 아이소플라본 표준품은 Wako Chem. Co.(Osaka, Japan)로부터 구입하였으며, HPLC등급의 메탄올과 초산은 Fisher Scientific(Fairlawn, NJ, USA)로부터 구입하였다.

\*Corresponding author: JaeHwan Lee, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea

Tel: 82-2-970-6739

Fax: 82-2-976-6460

E-mail: jhlee@snut.ac.kr

Received December 11, 2008; revised February 5, 2009;

accepted February 10, 2009

### 청육장 시료 준비

전통적인 방식의 볶음공정은 반가 종류의 대량생산 시 적절하지 않기에 coffee roaster(CBR-101, Genesis Co., Suwon, Korea)를 이용하여 150 g의 생 대두를 140, 220°C의 온도로 각각 21, 6분 간 볶음처리 하였다. 예비 연구 결과를 바탕으로 전통적인 방법으로 볶은 대두의 색도와 coffee roaster를 이용하여 볶은 대두의 색도 차이를 비교하여 볶음 시간과 온도를 결정하였다.

볶은 대두나 생 대두 150 g에 600 g 수돗물을 넣어 60분 간 교반하면서 가열하여 대두가 삶아진 것을 확인 후 3g의 벧짚과 섞어 발효기(Kukje Eng. Co., Goyang, Korea)에서 42°C, 24시간 발효하여 청국장을 제조 하였다. 이 청국장에 Table 1에 나타낸 비율에 따라 해산물과 육류, 볶은 대두와 생 대두를 삶고 남은 물을 혼합한 후 물이 증발되어 soup-type의 청육장이 될 때까지 약 60분 간 가열하였다. 생 대두, 볶은 대두, 청국장, 청육장은 아이소플라본 분석을 위해 동결건조(Ishin Lab., Yangju, Korea)하여 준비하였다. 시료는 2회 제조하였고 시료채취는 3회 반복 하였다.

### 아이소플라본 분석 조건

아이소플라본 분석 조건은 Yang 등(18)의 방법을 따랐다. 추출용매 6 mL에 시료 0.5 g을 더하여 2시간 교반한 시료는 5,000 rpm에서 10분 간 원심분리하였고 1 mL의 상등액을 취하여 질소가스로 건조시켰다. 건조된 시료에 메탄올 1 mL를 첨가하여 0.2 µm syringe filter(Alltech Associates Inc., Deerfield, IL, USA)로 여과 후 HPLC(Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 교반기는 EYELA사의 CM-1000(Rikakikai Co., Tokyo, Japan), 원심분리기는 Mega 17R(Hanil, Incheon, Korea), HPLC는 Hitachi사(Tokyo, Japan)의 L-2130 pump, L-2200 autosampler, L-2300 UV detector, L-2400 column oven을 사용하였다.

아이소플라본은 HPLC-UV 검출기와 4 µm Waters Novapak C18 reversed-phase HPLC column(150 mm × 3.9 mm I.D.)로 분리되었다. 이동상으로 A용매는 1%(v/v) 초산과 B용매는 100% acetonitrile을 사용하였다.

**Table 1. Ingredients used for preparation of cheongyukjang**

Ingredients	Contents (g)	Relative percent (%)
Yellow soybeans( <i>Cheonggukjang</i> )	150	15.42
Water from soy soaking	50	5.14
Large intestine of cow	20	2.06
Mountain chain tripe	40	4.11
Beef shank	50	5.14
Tendon meat	40	4.11
Kneebone of cattle	10	1.03
Dried cod	25	2.57
Dried trepang	20	2.06
Abalone	10	1.03
Dried red pepper	1	0.10
Radish	110	11.31
Meat stock	430	44.19
Soy sauce	4	0.41
Pepper	1	0.10
Ground sesame	2	0.21
Sesame oil	4	0.41
Minced spring onion	4	0.41
Minced garlic	2	0.21

를 사용하였다. 유량은 0.6 mL/min, B용매는 0-5분 동안 15%, 5-44분 동안 35%로 증가시키고, 44-45분엔 15% 감소시켰으며, 안정화를 위해 B용매를 45-50분 동안 15%로 유지하였다. 시료주입량은 10 µL, 검출 파장은 254 nm이었다(18).

아이소플라본의 정량적 결과는 전보에 따라 HPLC 분석 peak area와 UV-Vis spectrophotometer(UV-2101PC, Shimadzu, Tokyo, Japan) 흡광도의 조합에 의해서 얻은 표준정량곡선을 활용하였다(13,18).

### 통계처리

측정된 결과는 SPSS program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석 후 유의차가 있는 경우에는 다중비교법인 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  유의수준에서 비교하였다.

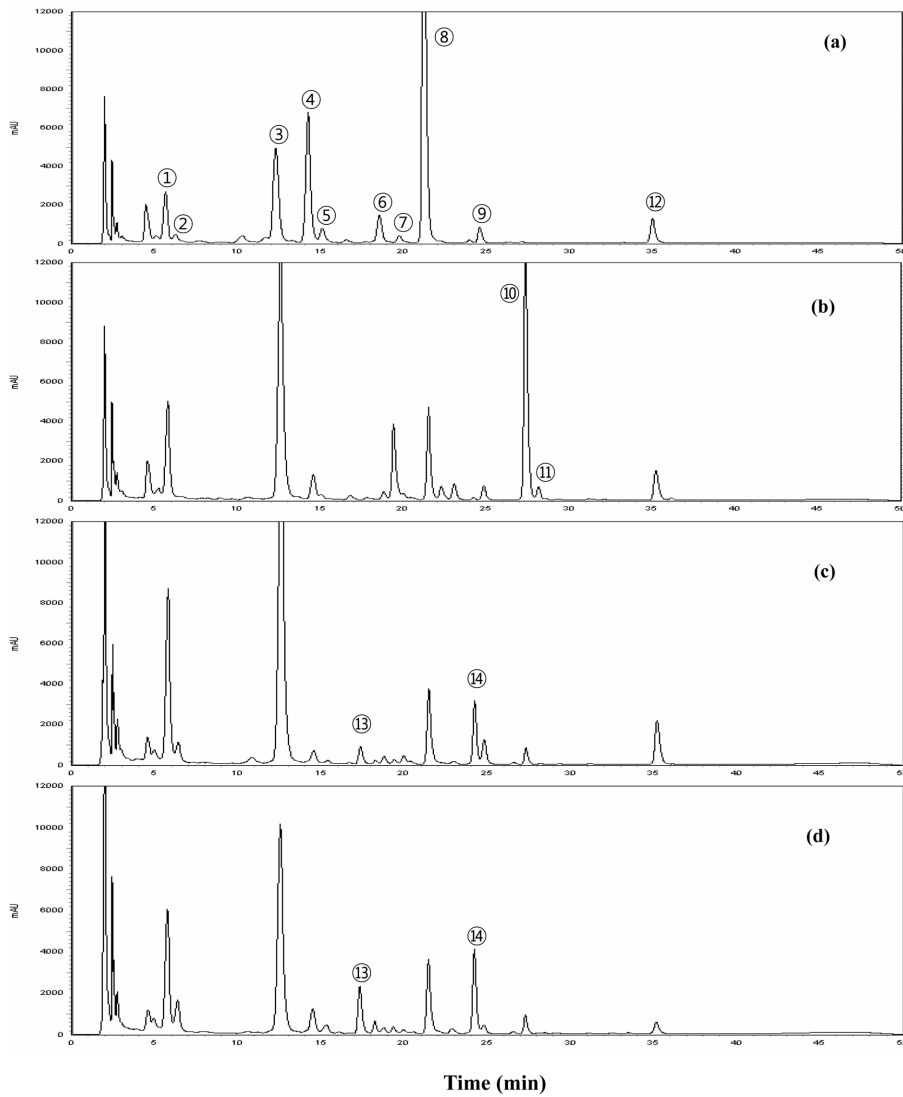
## 결과 및 고찰

### 청육장 제조 시 아이소플라본 분포 변화

생 대두(a), 140°C 볶은 대두(b), 140°C 볶은 대두 이용 청국장(c), 140°C 볶은 대두 이용 청육장(d)의 아이소플라본 HPLC chromatograms은 Fig. 1에 나타내었다. 아이소플라본의 peak 변화와 succinyl 유도체 peak의 증가가 청국장과 청육장의 chromatograms에서 명확히 관찰되었다(Fig. 1). 볶음 공정은 malonyl-β-glucosides(④,⑧)를 acetyl-β-glucosides(⑥,⑩)로 상응하게 전환시키고 청국장의 발효과정에서는 β-glucosides(①,③)가 증가하였다. 또한 succinyl 유도체 peaks(⑬,⑭)는 청국장과 청육장에서 명확히 관찰되었다. 청육장 제조과정 중 아이소플라본 분포에 대한 연구는 생리활성 및 기능성에 대한 기초 자료로 활용될 수 있다.

생 대두, 볶은 대두, 청국장과 청육장에서 아이소플라본의 분포는 Table 2에 나타내었다. 생 대두, 140°C 볶은 대두, 220°C 볶은 대두의 총 아이소플라본 함량은 각각 6.65, 5.31, 5.30 µmol/g로 볶은 대두의 총 아이소플라본 함량은 생 대두에 비해 유의적으로 적었다( $p < 0.05$ ). 전체적으로 청국장의 총 아이소플라본 함량은 생 대두에 비해 유의적으로 적었고( $p < 0.05$ ), 청육장은 청국장에 비해 유의적으로 적었다( $p < 0.05$ ). 볶은 대두, 청국장, 청육장의 총 아이소플라본 함량은 각각 생 대두의 79-80, 56-65, 47-50%이었다. 일반적으로 대두 발효 식품은 생 대두에 비해 적은 총 아이소플라본 함량을 갖는다(26,30). 청육장에서 대두함량이 15%이고 기타 부재료가 85%가 되어 유의적으로 적은 총 아이소플라본 함량이 예상되었으나 상대적으로 다량 검출되었다. 이는 청육장 제조 시 아이소플라본이 다량 함유된 50 g(5%)의 대두 삶은 물이 함께 첨가 되었고 80%를 차지하는 부재료가 수분함량이 높은 원료가 다수 있어 동결건조 시 부재료로부터 유래된 건조물 함량이 상당히 감소된 것에 기인된 것으로 고려된다.

대두분말과 두유, 대두 발효 식품, model systems에서 아이소플라본의 안정성 및 분포에 대한 여러 연구가 보고되었다(19-23). Wang과 Murphy(24)는 Tempeh와 Tofu에서는 61과 44%의 아이소플라본이 감소한다고 보고하였고, Coward 등(20)은 soyprotein의 baking과 frying에 의해 malonyl-β-glucosides가 acetyl-β-glucosides와 β-glucosides로 전환하나 총 아이소플라본 함량은 변하지 않는다고 보고하였다. Xu 등(25)은 95-215°C에서 대두분말의 daidzin과 genistin, glycitin 변화에 대해서 연구하였다. 이 연구에 의하면 아이소플라본은 110°C에서는 변화가 없지만, 135°C 이상에서는 온도에 의한 변화가 있으며 가열하는 동안 aglycones과 acetyl-β-glucosides가 형성된다고 보고하였다. Jackson 등(26)은 생 대두



**Fig. 1.** HPLC chromatograms of raw soybeans (a), 140°C roasted soybeans (b), *cheonggukjang* from 140°C roasted soybeans (c) and *cheongyukjang* made of *cheonggukjang* roasted at 140°C (d). ①Daidzin, ②Glycitin, ③Genistin, ④Malonyl-β-daidzin, ⑤Malonyl-β-glycitin, ⑥Acetyl-β-daidzin, ⑦Acetyl-β-glycitin, ⑧Malonyl-β-genistin, ⑨Daidzein, ⑩Glycitein, ⑪Acetyl-β-genistin, ⑫Genistein, ⑬Succinyl-β-daidzin, ⑭Succinyl-β-genistin

의 아이소플라본 함량 중 13%는 Tofu 제조 시 복원되지 않았고, 90-100°C에서 40분 동안 조리한 Tofu의 아이소플라본은 15-28% 감소한다고 보고하였다. 일반적으로, 공급되는 열 에너지와 시료의 수분 함량은 발효되지 않은 대두 식품의 총 아이소플라본 함량과 아이소플라본 분포에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다.

생 대두와 볶은 대두, 청국장, 청육장에서 아이소플라본의 농도(μmol/g)와 relative percentage(%)는 Table 3에 나타내었다. 220°C에서 6분 간의 볶음 공정 동안 malonyl-β-glucosides는 80.11에서 25.31%까지 감소한 반면, acetyl-β-glucosides와 β-glucosides는 1.61에서 37.75%, 13.98에서 32.18%까지 증가하였다. 이는 기존 아이소플라본 연구보고와 일치하는 것이다(26-28). Toasting이나 roasting, puffing, extrusion 공정에 의한 malonyl-β-glucosides가 decarboxylation화되어 acetyl-β-glucosides가 생성됨이 보고되었다(26,27). Toda 등(28)은 200°C에서 0, 5, 10, 20분간 볶은 대두에서 10분 이상 볶은 대두의 acetyl-β-glucosides와 β-glucosides는 증가하고, 20분 이상에서는 약간 감소한다고 보고하였다.

청국장 및 청육장의 주요 아이소플라본 형태는 β-glucosides나 aglycones이었다(Table 3). 청국장 발효 공정 중 β-glucosides 및 aglycone이 증가되었는데, 이는 첨가된 벧짚에서 청국장의 아이소플라본 분포에 영향을 줄 수 있는 미생물이 유리되었기 때문이다. Yang 등(18)은 *B. subtilis*를 사용한 청국장에서 주된 아이소플라본은 β-glucosides로 보고하였으나, Jang 등(29)은 전통 청국장의 주된 아이소플라본은 aglycones라고 보고하였다. 대두 발효 식품의 경우, 아이소플라본의 함량과 구성이 발효 미생물 및 발효조건에 따라 영향을 받는다.

**청육장 제조 중 succinyl 아이소플라본 분포**

생 대두와 볶은 대두, 청국장, 청육장에서 succinyl-β-daidzin과 succinyl-β-genistin의 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 청국장과 natto에서 새로운 아이소플라본인 succinyl-β-daidzin과 succinyl-β-genistin의 검출은 전보에서 보고하였다(18,28). 생 대두와 볶은 대두에서 succinyl-β-daidzin과 succinyl-β-genistin은 검출되지 않았고, 청

**Table 2. Distribution of isoflavones during *cheongyukjang* preparation**

Samples <sup>1</sup>	μmol/g dry base												
	DE	DI	ADI	MDI	GE	GI	AGI	MGI	GY	GYI	AGYI	MGYI	TI
Raw soybean	0.11 <sup>2</sup>	0.44	0.08	1.24	0.16	0.38	0.03	4.01	0.02	0.11	0.00	0.05	6.65g <sup>3</sup>
140°C roasting	0.10	0.84	0.47	0.39	0.19	0.90	0.97	1.26	0.01	0.08	0.03	0.06	5.31f
220°C roasting	0.08	0.80	0.65	0.27	0.16	0.84	1.33	1.01	0.01	0.06	0.02	0.06	5.30g
<i>Cheonggukjang</i>													
Raw soybean	0.16	1.35	0.08	0.17	0.27	1.20	0.09	0.76	0.02	0.20	0.03	0.03	4.34e
140°C roasting	0.36	0.85	0.02	0.05	0.82	0.85	0.43	0.18	0.02	0.04	0.09	0.03	3.74c
220°C roasting	0.21	1.42	0.04	0.06	0.34	0.93	0.66	0.11	0.02	0.19	0.03	0.06	4.08d
<i>Cheongyukjang</i>													
Raw soybean	0.06	0.94	0.06	0.23	0.07	0.72	0.11	0.74	0.02	0.28	0.02	0.01	3.25ab
140°C roasting	0.21	0.64	0.22	0.09	0.39	0.64	0.50	0.33	0.02	0.08	0.02	0.03	3.15a
220°C roasting	0.20	0.66	0.30	0.08	0.40	0.62	0.64	0.26	0.02	0.09	0.03	0.04	3.33b

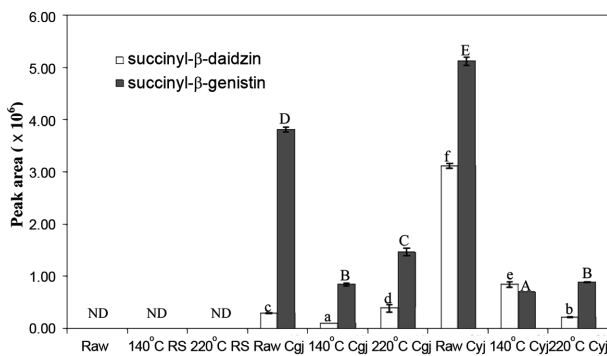
<sup>1</sup> Abbreviations:

DE, daidzein; DI, daidzin; ADI, acetyl-β-daidzin; MDI, malonyl-β-daidzin; GE, genistein; GI, genistin; AGI, acetyl-β-genistin; MGI, malonyl-β-genistin; GY, glycitein; GYI, glycitin; AGYI, acetyl-β-glycitin; MGYI, malonyl-β-glycitin; TI, total isoflavones. <sup>2</sup>Average of triplicates (n = 3). <sup>3</sup> Different letters indicate significant difference (p < 0.05).

**Table 3. Concentration (μmol/g) and relative percentage (%) of isoflavones during *cheongyukjang* preparation**

Samples	Aglycones	β-Glucosides	Acetyl-β-glucoside	Malonyl-β-glucoside
Raw soybean	0.29c (4.31%)	0.93a (13.98%)	0.11a (1.61%)	5.31f (80.11%)
140°C roasting	0.31d (5.79%)	1.81d (34.12%)	1.48f (27.80%)	1.71e (32.29%)
220°C roasting	0.25b (4.76%)	1.71c (32.18%)	2.00g (37.75%)	1.34d (25.31%)
<i>Cheonggukjang</i>				
Raw soybean	0.44e (10.21%)	2.75g (63.24%)	0.20b (4.62%)	0.95c (21.94%)
140°C roasting	1.20h (32.07%)	1.74cd (46.47%)	0.54c (14.58%)	0.26a (6.88%)
220°C roasting	0.57f (13.91%)	2.54f (62.42%)	0.74e (18.14%)	0.23a (5.54%)
<i>Cheongyukjang</i>				
Raw soybean	0.15a (4.57%)	1.93e (59.47%)	0.18b (5.64%)	0.99c (30.32%)
140°C roasting	0.62g (19.55%)	1.35b (42.89%)	0.73d (23.27%)	0.45b (14.29%)
220°C roasting	0.62g (18.53%)	1.37b (41.12%)	0.97e (29.03%)	0.38ab (11.31%)

<sup>1</sup> Different letters are significant among the same chemical forms of isoflavones at 0.05.



**Fig. 2. Peak areas of succinyl-β-daidzin and succinyl-β-genistin during *cheongyukjang* (Cyj) preparation.** RS, Roasting; Cgj, cheonggukjang; ND, not detected. Different capital letters and small letters on the bar are significant among succinyl-β-genistin and succinyl-β-daidzin at 0.05, respectively.

국장과 청육장에서 succinyl-β-daidzin은 각각 0.10×10<sup>5</sup>-30×10<sup>5</sup>, 0.22×10<sup>5</sup>-3.11×10<sup>6</sup>, succinyl-β-genistin은 각각 0.85×10<sup>6</sup>-3.81×10<sup>6</sup>, 0.70×10<sup>5</sup>-5.12×10<sup>6</sup>의 peak area로 검출되었다. 생 대두에서 genistin 농

도는 daidzin 보다 높았고, 청국장과 청육장에서 succinyl-β-genistin은 succinyl-β-daidzin 보다 더 많이 검출되었다. 이는 전보의 연구결과와 일치하는 것으로 청국장에서 succinyl-β-genistin은 succinyl-β-daidzin보다 약 2배 가량 더 검출되었다(18). 볶은 대두로 만든 청국장은 생 대두로 만든 청국장에 비하여 succinyl 형태의 peak area가 유의적으로 낮았다(p < 0.05). 예비실험에 의하면 succinyl 유도체의 전구물질은 β-glucoside 형태와 밀접한 관련이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 볶음 공정에 의해 β-glucoside 형태가 생 대두와 비교하여 유의적으로 적게 생성된 시료에서는 전구체 감소로 볶음 공정을 사용한 청국장의 succinyl 유도체가 생 대두를 이용한 청국장 보다 감소한 것으로 판단된다.

결론적으로 본 연구에서는 한국 전통 “반가 식품”인 청육장의 복원 중 아이소플라본 분포 변화를 분석하였다. 볶음 공정과 발효 공정에 의해 시료의 총 아이소플라본 함량은 유의적으로 감소하였다. 청국장과 청육장의 주요 아이소플라본은 aglycones보다는 β-glucosides이었고, succinyl-β-daidzin과 succinyl-β-genistin은 청국장과 청육장에서 높은 함량으로 검출된 반면 생 대두와 볶은 대두에서는 검출되지 않았다.

요 약

청육장은 볶은 대두를 이용하여 제조된 청국장애 해산물, 육류를 함께 가열한 반가 식품의 일종이다. 140과 220°C에서 각각 21.0과 6.0분 간 볶은 대두와 이를 이용한 청국장, 청육장의 총 아이소플라본을 HPLC로 분석하였다. 총 아이소플라본 함량(μmol/g)은 생 대두 대비 약 79-80, 56-65, 47-50%이었다. 볶음 공정으로 인해 malonyl-β-glucosides 함량은 유의적으로 감소한 반면 acetyl-β-glucosides와 β-glucosides의 함량은 유의적으로 증가하였다(p < 0.05). 청국장과 청육장의 주된 아이소플라본은 β-glucosides 이었다. 생 대두와 볶은 대두에서는 succinyl-β-daidzin과 succinyl-β-genistin은 검출되지 않았고, 청국장과 청육장에서 succinyl-β-genistin의 peak area는 succinyl-β-daidzin 보다 더 높게 검출되었다.

감사의 글

이 연구는 Seoul R&BD Program(10625)의 사업의 일환으로 시행되었으며 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. Seo SH, Ryu KM. Consumers' perception on Noble family's food. *Korean J. Food Culture* 22: 783-793 (2007)
2. Lee KH, Kim YM, Lee YS, Moon GS. Historical change of *chungyukjang*, Korean traditional fermented soy paste. *Korea Soybean Digest* 22: 57- 64 (2005)
3. Ko HS, Cho DH, Hwang SY, Kim YM. The effect of quality improvement by *chungkukjang's* processing methods. *Korean J. Food Nutr.* 12: 1-6 (1999)
4. Kim IJ, Kim HK, Chung HJ, Jeoung YK, Ryu CH. Study of functional *cheonggukjang* contain fibrinolytic enzyme. *Korean J. Life Sci.* 12: 357-362 (2002)
5. Lee JH, Yang EI, Song GS, Chai OH, Kim YS. Effects of *cheonggukjang* on immune responses and gastrointestinal functions in rats. *Food Sci. Biotechnol.* 15: 19-23 (2006)
6. Shon MY, Lee J, Choi JH, Choi SY, Nam SH, Seo KI, Lee SW, Sung NJ, Park SK. Antioxidant and free radical scavenging activity of methanol extract of *chungkukjang*. *J. Food Compos. Anal.* 20: 113-118 (2007)
7. Kim YN, Han MJ. Recognition and consumption patterns of traditional *doenjang* and soy sauce housewives according to age in Seoul. *Korean J. Food Cookery. Sci.* 23: 867-876 (2007)
8. Yoon MK, Choi A, Cho IH, You MJ, Kim JW, Cho MS, Lee JM, Kim YS. Characterization of volatile components in *eo-yuk-jang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 366-371 (2007)
9. Ham SN, Kim SW, Lee JH, Chang PS. Changes in enzymatic activities during *eo-yuk-jang* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 251-256 (2008)
10. Hendrich S, Wang GJ, Lin HK, Xu X, Tew BY, Wang HJ, Murphy PA. Isoflavone metabolism and bioavailability. pp. 211-230. In: *Antioxidant Status, Diet, Nutrition, and Health*. Papas AM (ed). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (1999)
11. Teede HJ, McGrath BP, DeSilva L, Cehun M, Fassoulakis A, Nestel PJ. Isoflavones reduce arterial stiffness: A placebo-controlled study in men and postmenopausal women. *Arterioscl. Throm. Vas.* 23: 1066- 1071 (2003)
12. Zheng G, Zhu S. Antioxidant effects of soybean isoflavones. pp. 123-130 In: *Antioxidants in Human Health and Disease*. Basu

- TK, Temple NJ, Garg ML (eds). CABI Publishing, Wallingford, UK (1999)
13. Lee JH, Renita M, Pioritto RJ, St. Martin SK, Schwartz SJ, Vodovotz Y. Isoflavone characterization and antioxidant activity of Ohio soybeans. *J. Agr. Food Chem.* 52: 2647-2651 (2004)
14. Yang SO, Lee SW, Park YW, Lee SJ, Chang PS, Choi SS, Lee JH. Succinyl daidzin and succinyl genistin are new isoflavone derivatives found in *cheonggukjang*. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 172-175 (2008)
15. Sohn MY, Seo KI, Lee SW, Choi SH, Sung NJ. Biological activities of *cheonggukjang* prepared with black bean and changes in phytoestrogen content during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 936-941 (2000)
16. Yang SO, Chang PS, Lee JH. Isoflavone distribution and β-glucosidase activity in *cheonggukjang*, a traditional Korean whole soybean-fermented food. *Food Sci. Biotechnol.* 15: 96-101 (2006)
17. Toda T, Uesugi T, Hirai K, Nukaya H, Tsuji K, Ishida H. New 6-O-acyl isoflavone glycosides from soybeans fermented with *Bacillus subtilis* (natto). I. 6-O-succinylated isoflavone glycosides and their preventive effects on bone loss in ovariectomized rats fed a calcium-deficient diet. *Biol. Pharm. Bull.* 22: 1193-1201 (1999)
18. Yang SO, Lee SW, Park WW, Lee SJ, Chang PS, Choi SS, Lee JH. Succinyl daidzin and succinyl genistin are new isoflavone derivatives found in *cheonggukjang*. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 172-175 (2008)
19. Chien JT, Hsieh HC, Kao TH, Chen BH. Kinetic model for studying the conversion and degradation of isoflavones during heating. *J. Food Chem.* 91: 425-434 (2005)
20. Coward L, Smith M, Kirk M, Barnes S. Chemical modification of isoflavones in soyfoods during cooking and processing. *Am. J. Clin. Nutr.* 68: 1486S-1491S (1998)
21. Eisen B, Ungar Y, Shimoni E. Stability of isoflavones in soy milk stored at elevated and ambient temperatures. *J. Agr. Food Chem.* 51: 2212-2215 (2003)
22. Hui E, Henning SM, Park N, Heber D, Liang V, Go W. Genistein and daidzein/glycitein content in *tofu*. *J. Food Compos. Anal.* 14: 199-206 (2001)
23. Uzzan M, Labuza TP. Critical issues in R&D of soy isoflavone enriched foods and dietary supplements. *J. Food Sci.* 69: 77-86 (2004)
24. Wang HJ, Murphy PA. Mass balance study of isoflavones during soybean processing. *J. Agr. Food Chem.* 44: 2377-2383 (1996)
25. Xu Z, Wu Q, Godber JS. Stabilities of daidzin, glycitein, genistin, and generation of derivatives during heating. *J. Agr. Food Chem.* 50: 7402-7406 (2002)
26. Jackson CJC, Dini JP, Lavandier C, Rupasinghe HPV, Faulkner H, Poysa V, Buzzell D, DeGrandis S. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and *tofu*. *Process Biochem.* 37: 1117-1123 (2002)
27. Lee SW, Lee JH. Effects of oven-drying, roasting, and explosive puffing process on isoflavone distributions in soybeans. *Food Chem.* 112: 316-320 (2009)
28. Toda T, Sakamoto A, Takayanagi T, Yokotsuka K. Changes in isoflavone compositions of soybean foods during cooking process. *Food Sci. Technol. Res.* 6: 314-319 (2000)
29. Jang CH, Lim JK, Kim JH, Park CS, Kwon DY, Kim YS, Shin DH, Kim JS. Change of isoflavone content during manufacturing of *cheonggukjang*, a traditional Korean fermented soyfood. *Food Sci. Biotechnol.* 15: 643-646 (2006)
30. Shimoni E. Stability and shelf life of bioactive compounds during food processing and storage: Soy isoflavone. *J. Food Sci.* 69: 160-166 (2004)