

## 재래식 및 개량식 된장의 아이소플라본 분포 및 $\beta$ -glucosidase 활성 연구

이승욱 · 박영우 · 장판식<sup>1</sup> · 이재환\*

서울산업대학교 식품공학과, <sup>1</sup>서울대학교 식품생명공학전공

### Isoflavone Distribution and $\beta$ -Glucosidase Activity in Home-made and Factory-produced *Doenjang*

SeungWook Lee, YongWoo Park, Pahn-Shick Chang<sup>1</sup>, and JaeHwan Lee\*

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

<sup>1</sup>Center for Agricultural Biomaterials, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

**Abstract** Isoflavone distribution and  $\beta$ -glucosidase activity in 16 commercially available *doenjang* samples were determined. Twelve of the samples were home-made *doenjang* (HMD) with a relatively long fermentation period and 4 of the samples were factory-produced *doenjang* (FPD) from four different manufactures. Total isoflavones (TI) in the HMD ranged from 370-723  $\mu\text{g/g}$ , while those in FPD ranged from 179-537  $\mu\text{g/g}$ . The isoflavone distribution in HMD was different from those in FPD. Generally, the TI in HMD was higher than those in FPD. The major isoflavone was aglycones, which ranged from 42.98 to 89.96% in HMD and from 35.51 to 93.48% in FPD. Isoflavones in the  $\beta$ -glucoside forms were not detected in tested FPD samples. Principal components analysis (PCA) of the isoflavone profiles showed that HMD were differentiated from FPD. First principal component (PC1) and second principal component (PC2) expressed 43.6 and 22.9% of the data variability, respectively.  $\beta$ -Glucosidase activity in *doenjang* was lower than that in raw soybeans. The results of this study can be used to understand the differences in the isoflavone distribution in traditionally manufactured and factory produced *doenjang*.

**Keywords:** *doenjang*, isoflavone,  $\beta$ -glucosidase activity, principal components analysis

## 서 론

된장은 대두를 주 원료로 제조된 전통 발효 식품으로 제조방식에 따라 재래식 된장과 개량식 된장이 있다. 전통 방식의 재래식 장류는 가정에서 주로 활용하는 방법으로 찐 콩을 사용하여 *Bacillus subtilis* 등의 미생물 발효로 메주를 제조 후 이를 소금물에 침치 · 숙성시켜 혼합물의 상층액은 간장으로 사용하고 메주 고형물에 소금을 추가로 첨가하여 발효시킨 부분은 된장으로 활용되었다. 반면 개량식 된장은 찐 쌀, 보리 혹은 밀에 *Aspergillus oryzae*를 접종 및 배양하여 koji를 제조하고 여기에 찐 대두와 소금을 혼합한 후 2-3개월간 숙성시켜 제조된다(1-3). 재래식 된장과 개량식 된장은 단백질, 수분, 회분, 염분 등의 영양소 및 생리활성 측면에서 큰 차이를 갖고 있음이 보고되었다(3).

된장에 관한 연구는 저장 및 유통 변화에 의한 미생물과 효소활성(1), 제조 원료(4), 제조 방법(5), 물리 · 화학적인 특성(2,6), 향과 맛(7) 등의 관능 품질과 영양소 변화(6)에 대해 주로 이루어졌다. 최근에는 된장의 향암, 항돌연변이, 혈액응고저해활성 등

의 생리활성 보유 가능성이 보고 되었다(8-10).

대두 및 대두 함유식품에는 아이소플라본(isoflavone)이 약 0.1-0.4% 함유되어 있으며 아이소플라본이 대두식품 섭취에 의한 항암, 항골다공증, 항심혈관 질환 감소 등의 생리활성과 밀접한 관계가 있음이 보고되었다(11,12). 대두의 아이소플라본은 genistein, daidzein, glycitein이 각각 비배당체 형태, 혹은 이들의  $\beta$ -glucoside, acetyl- $\beta$ -glucoside, malonyl- $\beta$ -glucoside 등의 배당체 형태로 존재한다. Malonyl- $\beta$ -glucoside는 날콩(raw soybean)의 주요 아이소플라본이며 발효과정 없이 열처리 제조된 대두식품에는  $\beta$ -glucoside 배당체가, 된장과 같은 장기 발효 대두식품에는 비배당체 형태가 상당량 증가한다(13). 단기간 발효된 청국장(14)의 경우, 발효조건에 따라 비배당체 및 배당체 분포가 다양하였다(13). 된장의 아이소플라본에 대한 기존 연구는 시중에서 구입한 된장시료(14,15), 혹은 개량식 된장시료(16), 시장에서 구입한 시료(17) 및 전통적인 방식으로 제조된 160일간 발효 숙성된 된장(18) 등이 있었다.

본 연구의 목적은 시중에서 구입한 재래식 된장 12종과 개량식 된장 4종의 아이소플라본 분포 및  $\beta$ -glucosidase활성을 탐색하여 재래식 및 개량식 된장의 아이소플라본에 대한 체계적 연구를 위한 기초자료를 제공하는 데 있다.

## 재료 및 방법

### 재료

총 12가지 아이소플라본 표준물질은 Wako Chem. Co.(Osaka, Japan) 에서 구입하였다. HPLC-grade 메탄올, acetonitrile, 염산, 초

\*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 January 8, 2009; revised February 25, 2009;  
accepted February 27, 2009

산은 Fisher Scientific사(Fairlawn, NJ, USA)에서 구입하였다. 또한 *p*-nitrophenol- $\beta$ -D-glucopyranoside(*p*NPG), *p*-nitrophenol(*p*NP), formononetin, sodium acetate, sodium carbonate 등은 Sigma-Aldrich 사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

### 된장 시료 준비

총 12개의 재래식 된장(home-made *doenjang*, HMD)과 4개의 개량식 된장(factory-produced *doenjang*, FPD)을 이용하였다. 재래식 된장은 3종류의 다른 공급처(Y, O, M)에서 제공받았으며 Y 공급처 재래식 된장은 숙성 1, 2, 4, 5년, O 공급처 된장은 숙성 1, 2, 3, 4, 6년, M 공급처 된장은 숙성 1, 3, 5년이 경과한 것이었다. 개량식 된장은 서로 다른 제조업체의 것을 한 종씩 서울 시내 마켓에서 구입하였으며, 모든 된장 시료는 동결건조기(Ilshin Lab., Yangju, Korea)를 이용하여 감압·냉동 건조 시켰다.

### $\beta$ -Glucosidase 활성도 측정

$\beta$ -Glucosidase 활성도 측정은 Yang 등(13)의 방법을 이용하였다. 된장 0.5 g을 15 mL 탈이온수에 혼합 및 교반 후 30분 간 정치 시키고, 원심분리기(Hanil, Incheon, Korea)로 10,000 rpm(8,832 $\times$ g), 4°C에서 20분간 처리하였다. 상등액 0.1 mL에 0.1 mL *p*NPG(pH 4.6, 9 mM)와 0.8 mL sodium acetate buffer(pH 4.6, 0.1 M)를 혼합 후, 37°C에서 30분간 반응 시킨 후 1 mL sodium carbonate (pH 8, 100 mM)를 첨가하고, 400 nm에서 흡광도를 측정하였다 (UV-2101PC, Shimadzu, Kyoto, Japan).  $\beta$ -Glucosidase 1 unit은 1 분 동안 *p*NPG로부터 1  $\mu$ mol *p*NP를 생산하는 능력으로 정하였다.

### 아이소플라본 추출 및 분석

된장의 아이소플라본 분석은 Lee 등(19)의 방법을 이용하였다. 된장 1 g에 2 mL 100 mmol/L HCl, 7 mL의 acetonitrile, 3 mL 탈이온수를 첨가하고 1시간 동안 혼합하였으며, 시료를 10분 동안 5,000 rpm(2,208 $\times$ g)의 속도로 원심분리 후 여과처리(No. 2, Whatman, Maidstone, England) 후 1 mL씩 분액하였다. 질소가스로 건

조시킨 시료는 -40°C에서 보관하였으며, 아이소플라본 추출효율은 daidzein의 유도체인 formononetin을 이용하였다.

건조된 시료에 1 mL 메탄올을 첨가한 후 0.2 mm syringe filter (Alltech Associates Inc., Deerfield, IL, USA)로 여과 후 HPLC-UV 검출기(Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 260 nm에서 아이소플라본을 정량 분석하였는데, 구체적인 아이소플라본 분석 조건은 Yang 등(13)의 방법을 이용하였다.

### 통계처리

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

또한 재래식 및 개량식 된장의 제조방법 및 숙성기간에 따른 아이소플라본의 함량 분포의 상관성을 요약 분석하기 위해 각 시료의 아이소플라본 평균값에 대해 SPSS program(SPSS Inc.)을 이용하여 주성분 분석(principal components analysis)을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 된장의 아이소플라본 분포

재래식(HMD) 및 개량식(FPD) 된장의 아이소플라본 분포는 Table 1에 나타내었다. HMD의 전체 아이소플라본 함량(TI)은 370-723  $\mu$ g/g이었고, FPD는 179-537  $\mu$ g/g이었으며, 전체적으로 HMD가 FPD보다 높은 TI를 나타내었다. 재래식 된장의 경우 HMD의 주 원료는 약 33% 메주, 13% 소금, 그리고 54% 물이 사용되었다. HMD-Y계열은 숙성 기간이 다른 된장시료간에 TI의 평균값은 다르나 통계적으로 유의적( $p > 0.05$ )인 차이가 없었고, HMD-M 계열의 시료간 TI 또한 통계적으로 유의적( $p > 0.05$ )인 차이가 없었다. FPD의 경우, 대두 이외에 koji가 사용되었기에 상대적으로 대두양이 적게 이용되어 아이소플라본 함량이 HMD에 비해 낮은 것으로 판단된다. 또한, FPD의 TI는 대두와 koji의 비율에 따

Table 1. Distribution of isoflavones in *doenjang*<sup>1)</sup>

Samples	DE	DI	ADI	MDI	GE	GI	AGI	MGI	GY	GYI	AGYI	MGYI	TI
Y01Y	220.75 <sup>2)</sup>	72.63	ND	ND	369.62	ND	ND	ND	60.51	ND	ND	ND	723.50 <sup>3)</sup>
Y02Y	197.48	177.10	ND	ND	288.72	ND	ND	ND	51.20	ND	ND	ND	714.50 <sup>f</sup>
Y04Y	174.48	162.56	ND	ND	278.78	ND	ND	ND	58.60	ND	ND	ND	674.42 <sup>ef</sup>
Y05Y	215.39	117.32	ND	ND	293.94	ND	ND	ND	49.76	ND	ND	ND	676.42 <sup>ef</sup>
O01Y	101.47	48.18	4.52	11.17	121.51	13.52	11.03	18.07	23.59	35.98	15.03	15.82	419.89 <sup>bcd</sup>
O02Y	88.33	104.54	6.80	6.45	102.25	4.78	9.78	14.67	22.17	25.17	12.75	5.76	403.46 <sup>bcd</sup>
O03Y	67.15	48.72	11.73	ND	112.45	12.18	11.14	17.24	18.22	54.85	11.56	5.54	370.80 <sup>abc</sup>
O04Y	104.91	38.77	23.49	ND	157.23	8.57	13.80	20.88	22.18	41.30	15.13	35.71	481.97 <sup>bcd</sup>
O06Y	104.14	ND	8.27	14.14	153.50	7.12	12.17	14.42	20.96	ND	12.32	167.88	514.94 <sup>bcd</sup>
M01Y	95.25	ND	17.02	10.06	184.39	12.14	8.36	26.34	22.56	ND	13.76	4.09	393.98 <sup>bcd</sup>
M03Y	104.86	35.53	32.05	30.84	144.04	120.32	10.72	24.42	34.71	51.19	18.69	35.53	642.90 <sup>def</sup>
M05Y	103.27	42.24	18.40	45.42	170.70	32.23	26.00	26.32	32.88	42.99	21.67	7.62	569.75 <sup>cdef</sup>
A	137.92	ND	ND	ND	193.54	ND	43.45	84.59	46.34	ND	ND	ND	505.84 <sup>cdef</sup>
B	171.32	ND	ND	ND	257.85	38.30	17.91	ND	52.47	ND	ND	ND	537.86 <sup>cdef</sup>
C	97.82	ND	ND	ND	111.98	ND	16.17	ND	29.29	ND	ND	ND	255.26 <sup>ab</sup>
D	26.43	ND	ND	ND	25.32	ND	23.05	91.63	13.18	ND	ND	ND	179.61 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Abbreviations: DE, daidzein; DI, daidzin; ADI, acetyl daidzin; MDI, malonyl daidzin; GE, genistein; GI, genistin; AGI, acetyl genistin; MGI, malonyl genistin; GY, glycitein; GYI, glycitin; AGYI, acetyl glycitin; MGYI, malonyl glycitin; TI, total isoflavones; ND, not detected. Home-made *doenjang*: Y, O, and M. Factory produced *doenjang*: A, B, C, and D.

<sup>2)</sup>Average of triplicates (n=3) in  $\mu$ g isoflavones/g *doenjang*.

<sup>3)</sup>Different superscript letters indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

**Table 2. Relative contents (%) of isoflavones in *doenjang*<sup>1)</sup>**

Samples	Aglycones	$\beta$ -Glucosides	Acetyl- $\beta$ -glucoside	Malonyl- $\beta$ -glucoside
Y01Y	89.96 <sup>(g2)</sup>	10.04 <sup>bc</sup>	ND	ND
Y02Y	74.97 <sup>d</sup>	25.03 <sup>de</sup>	ND	ND
Y04Y	75.54 <sup>de</sup>	24.46 <sup>de</sup>	ND	ND
Y05Y	82.44 <sup>def</sup>	17.56 <sup>cd</sup>	ND	ND
O01Y	58.56 <sup>c</sup>	23.37 <sup>de</sup>	7.31 <sup>cd</sup>	10.77 <sup>d</sup>
O02Y	52.47 <sup>bc</sup>	33.55 <sup>f</sup>	7.27 <sup>cd</sup>	6.71 <sup>bc</sup>
O03Y	54.53 <sup>c</sup>	30.11 <sup>ef</sup>	9.24 <sup>ef</sup>	6.11 <sup>b</sup>
O04Y	59.24 <sup>c</sup>	18.49 <sup>d</sup>	10.77 <sup>f</sup>	11.51 <sup>d</sup>
O06Y	53.85 <sup>c</sup>	1.42 <sup>a</sup>	6.43 <sup>c</sup>	38.30 <sup>f</sup>
M01Y	76.64 <sup>de</sup>	3.08 <sup>ab</sup>	9.98 <sup>ef</sup>	10.30 <sup>cd</sup>
M03Y	42.98 <sup>ab</sup>	33.62 <sup>f</sup>	9.64 <sup>ef</sup>	13.77 <sup>de</sup>
M05Y	50.82 <sup>bc</sup>	23.83 <sup>de</sup>	11.05 <sup>f</sup>	14.30 <sup>de</sup>
A	73.93 <sup>d</sup>	ND	8.64 <sup>de</sup>	17.42 <sup>e</sup>
B	85.34 <sup>efg</sup>	10.26 <sup>bc</sup>	4.40 <sup>b</sup>	ND
C	93.48 <sup>g</sup>	ND	6.52 <sup>c</sup>	ND
D	35.51 <sup>a</sup>	ND	12.97 <sup>e</sup>	51.52 <sup>g</sup>

<sup>1)</sup>Home-made *doenjang*: Y, O, and M. Factory-produced *doenjang*: A, B, C, and D. ND, not detected

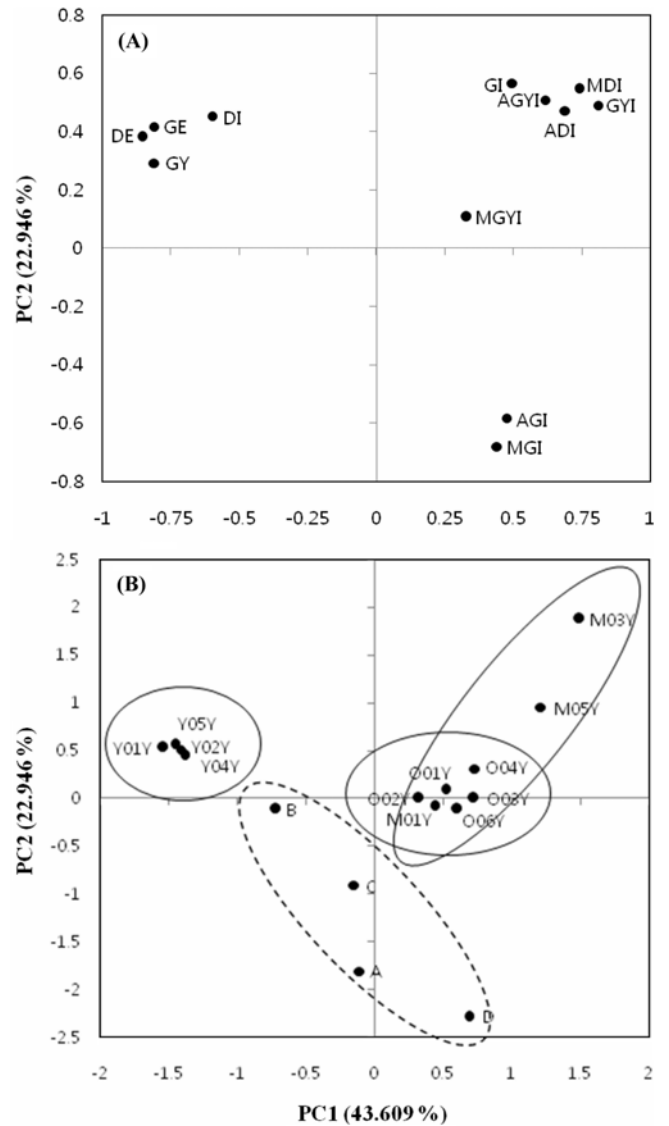
<sup>2)</sup>Different superscript letters indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

라 변하는데, FPD-C와 FPD-D는 FPD-A와 FPD-B에 비해서 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮은 TI를 보였다. 이는 FPD-C와 FPD-D가 FPD-A와 FPD-B보다 상대적으로 koji 함량이 높고 대두 함량이 적게 사용되었음을 의미한다.

제조업체 및 된장의 숙성기간에 따라 아이소플라본의 분포는 상이하었다(Table 1). HMD-Y의 경우 비배당체와  $\beta$ -glucoside만이 검출되었으며, 반면에 HMD-O 및 HMD-M은 숙성기간에 따른 차이가 있었지만 일부 시료를 제외하고는 12종류의 아이소플라본이 모두 검출되었다. FPD의 경우 예외없이 비배당체인 daidzein, genistein 및 glycitein의 함량이 높았으며 acetyl- $\beta$ -genistin, malonyl- $\beta$ -genistin이 검출되었고 그 이외의 아이소플라본은 검출되지 않았다. HMD와 FPD의 아이소플라본 분포의 차이는 사용된 재료, 가열시간과 온도, 그리고 발효 조건에 기인한 것으로 예상된다(20-22).

된장에서 아이소플라본의 상대적 함량비(%)는 Table 2에 나타내었다. HMD에서 비배당체는 42.98부터 89.96% 범위였으며, HMD-Y 시료들의 acetyl과 malonyl형태의 아이소플라본은 검출되지 않은 반면에 비배당체 함량은 74.97-89.96%였다. HMD-O 시료들의 비배당체와  $\beta$ -glucoside는 각각 52.47-59.24%, 1.42-33.55%이었다. 숙성기간에 따른 HMD 시료간의 아이소플라본 분포에서 일관된 경향은 관찰되지 않았는데 이는 재래식 된장 제조가 일관성 있게 이루어지지 않았음을 의미한다. FPD-C와 FPD-D의 비배당체 함량은 93.48와 35.51%으로 유의적( $p < 0.05$ )으로 차이가 있었으며, malonyl- $\beta$ -glucoside는 FPD-D에서만 51.52%의 함량을 보였다.

제조방법 및 숙성기간이 다른 16종의 시료와 12가지 아이소플라본을 이용하여 주성분 분석(PCA)을 실시 한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 제 1 주성분과 제 2 주성분은 각각 전체 데이터 변동의 43.6과 22.9%를 기여하여 총 66.5%를 설명하였다. 제 1 주성분에서는 HMD-M계열이 양의 방향에, HMD-Y계열이 음의 방향에 위치했다. 제 1 주성분의 양의 방향에 위치한 M03Y와 M05Y는 GI(genistin), MDI(malonyl- $\beta$ -daidzin), AGYI(acetyl- $\beta$ -gly-



**Fig. 1. Loading (A) and score (B) plots of PCA for isoflavone profiles in home-made and factory-produced *doenjang* samples. Abbreviations are shown in Table 1.**

citin), GYI( $\beta$ -glycitein), ADI(acetyl- $\beta$ -daidzin) 등의 함량과 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 제 1 주성분의 음의 방향으로는 비배당체인 DE(daidzein), GE(genistein)과 배당체인 GY(glycitein)과 DI(daidzin) 등이 HMD-Y계열과 상관성이 높게 나타났다. 제 2 주성분에서 HMD는 양의 방향에, FPD는 음의 방향에 위치하였다. 또한 HMD-Y계열은 HMD-M계열과 비교하여 상대적으로 숙성기간에 따른 아이소플라본 함량 분포의 차이가 적은 것으로 나타났다. HMD-Y계열과 HMD-O계열간에는 숙성기간에 따라 밀접한 상관성이 있었으나 HMD-M계열은 숙성기간에 의한 상관성이 적었으며 개량식 된장은 제조사에 따라 상관성이 상대적으로 적었다. 본 연구에 사용된 된장 시료들의 아이소플라본 함량 분포에 대한 주성분 분석(PCA) 결과 재래식 된장은 개량식 된장과 차별화가 가능하였다.

전통적인 조리 과정, 즉 다량의 수분을 함유한 열처리 과정 중 malonyl 형태의 아이소플라본은 intra-conversion에 의해  $\beta$ -glucoside 형태로 전환된다(20,21). 반면에, 볶음공정(roasting)이나 튀김(frying), baking과 같은 수분이 적은 건열의 에너지가 공급되면 malonyl

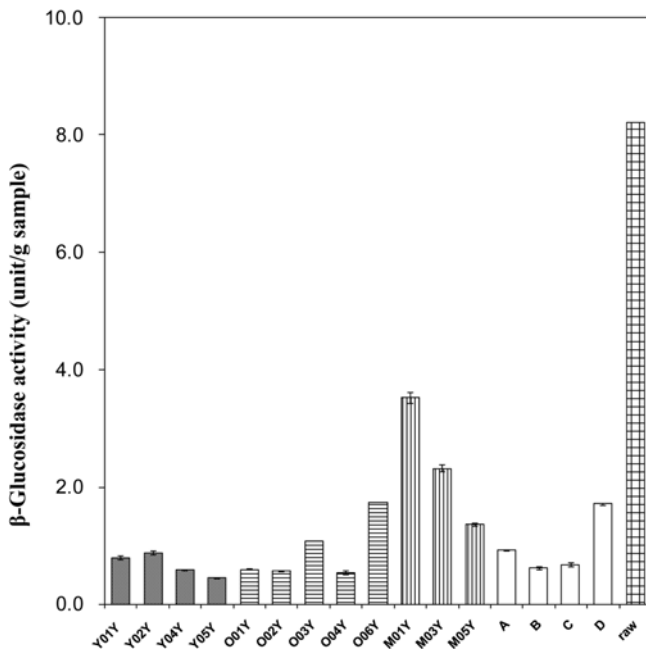


Fig. 2.  $\beta$ -Glucosidase activity of raw soybean and *doenjang*. Abbreviations are shown in Table 1.

형태의 아이소플라본은 감소하고 acetyl 및  $\beta$ -glucoside 형태는 증가한다(22). Malonyl 형태의 아이소플라본이 검출되지 않은 HMD-Y 된장은 다른 재래식, 개량식 된장보다 메주 제조 시 상대적으로 더 많은 열처리를 받은 것으로 예상된다. 또한  $\beta$ -glucoside에서 비배당체 변환은 135°C보다 더 높은 열에너지가 공급되거나  $\beta$ -glucosidase 활성에 의해 가능하다(13,20,21). 따라서 비배당체가 높은 시료는 저장기간 중 발효 미생물 및 첨가된 원료 유래  $\beta$ -glucosidase 활성이 높았거나 원료가 135°C 이상의 열처리를 받았음을 의미한다. HMD-O에서  $\beta$ -glucoside의 함량이 상대적으로 큰 것은 숙성 중  $\beta$ -glucosidase 활성이 높지 않았거나 미생물의 발효가 좋지 않았을 가능성이 있다. 전체적으로 FPD는 HMD에 비해  $\beta$ -glucoside의 함량이 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮았는데(Table 2), 이는 FPD 제조 시 대두가 135°C 이상의 고열처리를 받았거나 높은  $\beta$ -glucosidase 활성을 가진 미생물 발효가 진행된 것으로 판단된다. Kim 등(15)은 시중 개량식 된장의 아이소플라본의 함량을 분석하였고 비배당체가 주요 아이소플라본의 형태라는 것을 보고 하였는데 이는 본 연구 결과와 일치하는 것이다.

### $\beta$ -Glucosidase 활성

날콩과 된장의  $\beta$ -glucosidase 활성은 Fig. 2에 나타내었는데, 날콩 및 찐 대두의  $\beta$ -glucosidase 활성은 각각 8.22와 0.71 unit/g이며 된장 시료는 0.61-3.53 unit/g의 범위였다. 된장 시료의 효소 활성은 날콩의 7.42-42.94%로 유의적으로 낮았다. 재래식 된장의 숙성 기간에 따른 효소 활성의 일관된 변화 및 아이소플라본 함량의 유의적인 상관관계는 명확하지 않았다. HMD-Y와 HMD-M의 경우, 숙성기간에 따라 감소하는 경향을 보였으나 HMD-O 시료의 경우는 4년 차 시료를 제외하고는 증가 경향을 나타내었다. Kim과 Yoon(16)에 따르면, 메주와 된장에서의  $\beta$ -glucosidase 활성은 날콩의 각각 36과 12%였다. Zhang 등(23)은 콩 분말과 소맥 분말의  $\beta$ -glucosidase 활성이 각각 10.7과 4.1 unit/g로 보고 하였고 콩 분말로 만든 콩 빵을 만들었다. Yang 등(24)은 아몬드 가루, 날콩, 불린콩, 열처리콩의  $\beta$ -glucosidase 활성을 측정하여 각

각 20.80, 3.35, 5.20, 0.25 unit/g으로 보고 하였고 아몬드를 이용하여 비배당체가 높은 아이소플라본을 제조하였다. Kim과 Chun(25)은 아이소플라본 배당체들을 daidzein이나 genistein 형태로 전환시키는데 있어  $\beta$ -glucosidase 효소의 농도, 반응온도 및 pH, 반응 시간등의 조건을 탐색하여 비배당체 형태로의 최적 전환 조건을 결정하였다.

본 연구에서는 3곳의 제조업체에서 숙성기간이 다른 재래식 된장 12종과 4곳의 개량식 된장의 아이소플라본과  $\beta$ -glucosidase 활성을 탐색하였다. 재래식 된장의 아이소플라본 함량이 개량식 된장보다 높았으며 주요 형태는 비배당체였다. 숙성기간에 따른 아이소플라본 분포의 유의적인 경향은 관찰되지 않았으며, 본 연구를 통해 재래식 및 개량식 된장의 주요 phytochemical인 아이소플라본 분포에 대한 기초자료 제공 및 재래식 및 개량식 된장에 대한 분별 가능성을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

숙성기간이 다른 재래식 된장 12종과 개량식 된장 4종의 아이소플라본과  $\beta$ -glucosidase 활성도를 비교하였다. 재래식 된장의 전체 아이소플라본 함량(TI)은 370-723  $\mu\text{g/g}$ 이었고, 개량식 된장은 179-537  $\mu\text{g/g}$ 으로 유의적으로 낮은 함량을 보였다. 된장의 주요 아이소플라본은 비배당체 형태였으며 재래식 된장의 경우 42.98-89.96%, 개량식 된장은 35.51-93.48%이었다. 아이소플라본 함량 분포에 대한 주성분 분석 결과 재래식 된장은 개량식 된장과 차별화가 가능하였다. 개량식 된장의 경우  $\beta$ -glucoside 형태는 검출되지 않았는데 이는 과도한 열처리를 받았거나 발효에 관여한 미생물의  $\beta$ -glucosidase 활성이 높았음을 의미한다. 된장시료에서  $\beta$ -glucosidase 활성도는 날콩에 비해 낮았으며 재래식 및 개량식 된장간에 유의적인 차이 및 아이소플라본의 분포와의 상관관계는 명확하지 않았다.

## 문 헌

1. Yoo SK, Cho WH, Kang SM, Lee SH. Isolation and identification of microorganisms in Korean traditional soybean paste and soybean sauce. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27: 113-117 (1999)
2. Joo HK, Kim DH, Oh KT. Chemical composition changes in fermented *doenjang* depend on *doenjang koji* and its mixture. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 351-360 (1992)
3. Rhee SH, Cheigh HS, Kim CS. Studies on the changes of lipids during soybean *koji* preparation for *doenjang* fermentation in model system. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 375-381 (1982)
4. Park JS, Lee MY, Lee TS. Compositions of sugars and fatty acids in soybean paste (*doenjang*) prepared with different microbial sources. J. Korean Soc. Sci. Food Nutr. 24: 917-924 (1995)
5. Choi MK, Sohn KH, Jeon HJ. Changes in odor characteristics of *doenjang* with different preparing methods and ripening periods. Korean J. Food Culture 12: 265-274 (1997)
6. Kim JG. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste. J. Food Hyg. Saf. 19: 31-37 (2004)
7. Lee GQ, Lee CH. Changes in flavor components during salt aging of *doenjang* (fermented soybean paste) made by different starters. Food Eng. Prog. 7: 20-30 (2003)
8. Kwon SH, Shon MY. Antioxidant and anticarcinogenic effects of traditional *doenjang* during maturation periods. Korean J. Food Preserv. 11: 461-467 (2004)
9. Jang IH, In MJ, Chae HJ. Manufacturing method for traditional *doenjang* and screening of high fibrin clotting inhibitory samples. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biol. 47: 149-153 (2004)
10. Jung KO, Park SY, Park KY. Longer aging time increases the

- anticancer and antimetastatic properties of *doenjang*. Nutrition 22: 539-545 (2006)
11. 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, Inc., Boca Raton, FL, USA (1999)
  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). Oxford University Press, Wallingford, UK (1999)
  13. Yang SO, Chang PS, Lee JH. Isoflavone distribution and  $\beta$ -glucosidase activity in *chenggukjang*, a traditional Korean whole soybean-fermented food. Food Sci. Biotechnol. 15: 96-101 (2006)
  14. Choi YB, Sohn HS. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 745-750 (1998)
  15. Kim SR, Hong HD, Kim SS. Some properties and contents of isoflavone in soybean and soybean foods. Korean Soybean Digest. 16: 35-46 (1999)
  16. Kim JS, Yoon S. Isoflavone contents and  $\beta$ -glucosidase activities of soybeans, *meju*, and *doenjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1405-1409 (1999)
  17. Kim CS, Lee YS, Kim JS, Hahn YH. High performance liquid chromatographic analysis of isoflavone in soybean foods. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 25-30 (2000)
  18. Jang CH, Park CS, Lim JK, Kim JH, Kwon DY, Kim YS, Shin DH, Kim JS. Metabolism of isoflavone derivatives during manufacturing of traditional *meju* and *doenjang*. Food Sci. Biotechnol. 17: 442-445 (2008)
  19. 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)
  20. Shimoni E. Stability and shelf life of bioactive compounds during food processing and storage: Soy isoflavone. J. Food Sci. 69: 160-166 (2004)
  21. Uzzan M, Labuza TP. Critical issues in R&D of soy isoflavone enriched foods and dietary supplements. J. Food Sci. 69: 77-86 (2004)
  22. Lee SW, Lee JH. Effects of oven-drying, roasting, and explosive puffing process on isoflavone distributions in soybeans. Food Chem. 112: 316-320 (2009)
  23. Zhang YC, Lee JH, Vodovotz Y, Schwartz SJ. Changes in distribution of isoflavones and  $\beta$ -glucosidase activity during soy bread proofing and baking. Cereal Chem. 81: 741-745 (2004)
  24. Yang SO, Chang PS, Baek BK, Hong SD, Lee JH. Changes of isoflavone distribution in soybeans using almond powder. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 231-236 (2007)
  25. Kim KW, Chun BS. Optimum conversion to the aglycone form using  $\beta$ -glucosidase and isoflavone extraction from soybean. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 16: 174-178 (2001)