

콩의 종류와 가공 조건에 따른 isoflavone의 함량 변화

문보경 · 전기숙 · 황인경
서울대학교 가정대학 식품영양학과

Isoflavone Contents in Some Varieties of Soybean and on Processing Conditions

Bo-Kyung Moon, Ki-Suk Jeon and In-Kyeong Hwang

Dept. of Food & Nutrition, College of Home Economics, Seoul National University

Abstract

Genistein (G), and daidzein (D), the major isoflavones, were analyzed in 14 varieties of Korean soybean and various processed soybean products by using high performance liquid chromatography. Isoflavone contents (G+D) were greatly variable among varieties ranged from 308.2 $\mu\text{g/g}$ to 1,134.2 $\mu\text{g/g}$ and highest in Danyopkong and Jinpumkong. Among hypocotyl, cotyledon and hull of soybean the concentration of the isoflavone (G+D) in the hypocotyl was highest ranged from 2,971.7 $\mu\text{g/g}$ to 5,704.9 $\mu\text{g/g}$. The distributions of genistein and daidzein were also different in hypocotyl, cotyledon and hull. Higher ratio of daidzein to genistein (D/G) was found in the hypocotyl (4-12) compared to cotyledon and hull (0.1-4). Isoflavone (G+D) contents of soymilks (Simpdal#2, Eunhakong) prepared at 16 hour hydration were decreased to 1.1-1.2 times compared with that at 8 hour hydration. Commercial soymilks contained much lower isoflavone (G+D) than laboratory soymilks. Soybean curd (Eunhakong) prepared with MgCl_2 showed higher isoflavone (G+D) contents than that with CaSO_4 . But these values of two different soybean curds made at laboratory were similar to those of 3 commercial curds. The concentration of the isoflavones in soybean sprout separated with 3 parts revealed highest in the head and lowest in the stem. Compared with non-fermented soybean foods the fermented soybean products, Kochujang and soybean paste, Duen Jang, showed very low contents of isoflavone (G+D), 2.8-3.0 $\mu\text{g/g}$, 35.9-63.6 $\mu\text{g/g}$ respectively.

Key words: isoflavone, genistein, daidzein, soybean products, soybean sprout, fermented soybean product

I. 서 론

대두는 우리나라의 전통식품으로 그 이용 유래가 깊을 뿐 아니라 영양학적으로 고단백질 및 고지방을 함유한 우수한 식품으로 매우 다양하게 사용되어져 왔다¹⁾. 최근에는 그동안 대두에 항염양성 인자로 알려졌던 물질들의 항암성 및 면역성 강화 등 새로운 생리적 기능이 알려지면서 대두의 식품학적 가치는 날로 새로와 지고 있다.

대두의 항암능력은 최근 많은 주목을 받고 있는데, 대두중의 isoflavones, 단백분해효소 억제제, phytate, 식이성 섬유, saponins, 식물성 sterols, 페놀성 물질 등에 기인하는 것^{2,3)}으로 여겨지고 있으며 이중 유방암 또는 전립선암 등에 대하여 항암성을 보이는 것은 isoflavones중 주로 genistein으로 알려져 있다⁴⁾. 또한 genistein은 protein tyrosin kinase와, DNA topoisomerase II의 작용을 방해하고 estrogen 수용체에 약하게

결합한다고 보고되고 있다⁵⁾.

요즈음 노년기 여성에게 중요한 문제로 제기되는 질병인 골다공증의 회복에 사용되는 ipiriflavone은 isoflavone의 일종인 daidzein의 유도체이다. 또한 갱년기 이후 여성에게 estrogen을 투여하는데 estrogen이 부족한 갱년기 이후 여성에서는 genistein이 약한 estrogen 활성을 나타내므로 골다공증 예방의 한 방법으로 isoflavone이 다른 식품에 비해 비교적 많이 함유되어 있는 콩식품 섭취에 대한 연구가 이루어지고 있다⁶⁾.

그러나 우리나라에서는 유방암, 전립선암 등과 골다공증 예방에 기여한다고 알려져 있는 genistein이나 daidzein 등의 isoflavone 함량에 대한 연구가 미비하여 전 세계적으로 콩식품의 섭취가 많은 민족임에도 불구하고 아직까지 국내에서는 우리나라에서 재배되는 콩과 콩 가공식품에 존재하는 genistein이나 daidzein 등의 isoflavone 함량 분석에 대한 연구가 별로 진행되지 못하였으므로 본 연구에서는 우리나라에서 재배되

는 콩의 종류나 부위별 및 시판 콩 가공식품과 실험실에서 조건을 달리하여 제조한 콩식품 중 genistein과 daidzein 함량을 분석하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 콩은 1996년에 수원 농촌진흥청 작물 시험장 전작과에서 1995년산을 10품종(광안콩, 진품콩, 신파달 2호, 신파달콩, 단엽콩, 태광콩, 황금콩, 만리콩, 보광콩, 푸른콩), 경남 농촌진흥원 작물과 전작계에서 4품종(보광콩, 은하콩, 태광콩, 검정콩)을 분양받아 4°C 냉장 온도에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 일반 성분 분석

일반 성분 분석을 위해 날콩을 분쇄기(Food mixer, FM-700W, 한일)로 분쇄한 후 40 mesh의 체를 통과시킨 후 시료로 사용하였으며, AOAC⁷방법에 따라서 분석하였다. 수분은 상압 가열 건조법, 조지방은 soxhlet 법, 회분은 직접회화법으로 분석하였으며, 조단백은 분해기(Digestion system 4D 1016 Digester, Tecator Co.)와 단백질 분석기(Kjeltec Auto III 1030 Analyzer, Tecator Co.)를 사용하여 분석하였다. 각 실험은 3반복으로 실시하였으며 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었다. 탄수화물은 위에서 계산된 일반 성분의 합을 100에서 뺀 차이 값으로 하였다.

3. 품종별 중량 및 색도 측정

(1) 백립중량 측정

각 품종별로 콩을 25°C 항온기(BI-600M Low temp. incubator, Jeio Tech.)에 3일간 방치한 후 콩을 100알씩 무작위로 세어 무게를 칭량하였다. 각 실험은 3반복으로 실시하였으며 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었다.

(2) 콩분말의 색도 측정

콩분말 시료의 색도는 색차계(Color difference meter TC-1500MC, Tokyo Denshoku Co., LTD)를 이용하여 측정하였다. Hunter scale에 의한 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값으로 나타내었는데 이 때 사용한 표준백판은 L=89.41, a=0.22, b=2.07이었다.

4. Isoflavone 함량 분석

(1) 시료 준비

1) 콩 및 콩 부위별 시료 준비

날콩을 분쇄기(Food mixer, FM-700W, 한일)로

15분간 갈아서 콩분말 시료로 사용하였으며, 날콩을 배유, 배아, 종피의 3부위로 분류한 후 각각의 부위를 분쇄기로 분쇄하여 콩 부위별 시료로 사용하였다.

2) 두유의 제조

일반 성분 분석에서 단백질 함량이 높은 것으로 나타난 수원 신파달 2호와 경남 은하콩을 선별하여 전통적인 방법으로 수침시간만을 2가지로 달리하여 두유를 제조하였다. 콩 100 g을 3회 수세 후 400 ml 증류수에 담그어 20°C 항온기에서 8시간, 16시간동안 각각 수침한 후 적당량의 증류수를 가해서 Osterizer blender로 3분간 마쇄하였다. 마쇄한 대두에 원료콩 무게의 10배가 되도록 나머지 증류수를 가해서 가열하고, 끓기 시작하면 10분간 더 끓인 후 면포로 걸러서 두유를 제조하였다. 실험실에서 제조한 4가지 두유와 시판 두유 6가지를 dry ice와 acetone을 이용하여 급속 냉동 시킨 후 동결 건조기를 이용하여 냉동 건조하여 시료로 사용하였다.

3) 두부의 제조

두부 제조시 2가지 응고제를 사용하였다. 경남 은하콩으로 제조한 두유를 75°C로 유지하면서 콩 100 g에 대하여 CaSO₄와 glucono- δ -lactone(GDL)을 9대 1로 섞은 혼합 응고제를 2.4 g, 또는 MgCl₂를 2.1 g 첨가하여 저온 다음 15분간 응고시킨 후 응고물을 두부틀(145 mm(L) × 100 mm(W) × 85 mm(H))에 면포를 깔고 부은 후 500 g × 2의 압력으로 20분간 성형하여 두부를 제조하였다. 성형된 두부를 증류수에 20분간 수침시킨 후 10분간 경사지게 방치하여 여분의 수분을 제거하였다. 실험실에서 제조한 2가지 두부와 시판 두부 3가지를 dry ice와 acetone을 이용하여 급속 냉동 시킨 후 동결 건조기를 이용하여 냉동 건조한 후 시료로 사용하였다.

4) 콩나물 및 고추장과 된장시료

시판되는 콩나물 2종류를 각각 머리, 줄기, 뿌리로 분리한 후 냉동 건조하여 isoflavone 분석을 위한 시료로 사용하였으며 시판되는 고추장 3가지와 된장 4가지를 구입하여 급속 냉동 시킨 후 동결 건조기를 이용

Table 1. Operating Condition of HPLC for analysis of isoflavones

HPLC	HP 1090 Series II (Hewlett Packard Co.)
Column	YMC-PACK ODS-QM 303 S-5 (5 μ m, 250 × 4.6 mm I.D.)
Guard Column	YMC C ₁₈ guard column (0.45 μ m)
Mobile Phase	AcCN-0.1% Acetic acid: d-H ₂ O=35:65 (v/v)
Detector	UV detector (254 nm)
Flow Rate	1 ml/min
Injection Volume	20 μ l

하여 냉동 건조한 후 시료로 사용하였다.

(2) Isoflavone 함량 측정

표준 물질로는 genistein(4,5,7-trihydroxyisoflavone)과 daidzein(4,7-dihydroxyisoflavone)을 Sigma사(sigma chemical co. U.S.A.)에서 구입하여 사용하였으며, 콩분 및 콩의 각 부위와 콩 가공식품의 isoflavone 분석은 Wang의 방법⁸⁾을 약간 수정 보완하여 사용하였다. 각 시료에 1M-HCl을 적당량 넣고 98~100°C 항온 진탕기에서 1시간동안 가수 분해한 후 동량의 MeOH을 넣고 수분간 방지하여 isoflavones을 추출한 후 그 상층액을 syringe filter(Millex LCR 13 mm NS, MSCLRO, 0.5 µm, Millipore Co.)로 여과하여 Table 1과 같은 조건의 HPLC를 이용하여 측정하였다. 표준 물질의 머무름 시간은 genistein과 daidzein이 각각 7.2분과 13.0분이었으며, isoflavone 함량은 이 두 물질의 농도에 대한 peak 높이의 표준 정량 곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 성분

각 콩의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 조단백질 함량은 35~40% 정도이었으며 특히 수원의 광안콩과 신파달 2호, 경남의 은하콩과 검정콩 1호가 다른 품종에 비해 단백질 함량이 높았다. 1991년 식품 성분표⁹⁾에 의하면 검정콩의 단백질 함량이 41.8%인데 본 실험에서 분석한 결과는 40.0%의 함량을 보였다. 조지방의 함량은 18~24% 정도로서 만리콩이 가장 조지방 함량이 높았으며 단엽콩의 조지방 함량이 가장 낮았다. 이밖에도 수분의 함량은 7.5~9.5%, 회분은

5% 내외로 품종에 따른 차이가 별로 없이 거의 비슷한 결과를 보였다.

2. 품종별 백립중량 및 색도

(1) 백립중량

콩의 백립중량을 측정한 결과는 다음 Table 3과 같다. 콩의 백립중량은 일반적으로 유전뿐만 아니라 수분 함량이나 재배 환경에 따라서도 영향을 받는데 콩 종실의 크기는 품질과 밀접한 관계가 있으며 백립중량이 13 g 이하로서 극히 소립인 나물콩 또는 쥐눈이콩, 13.1~21.0 g으로서 비교적 소립인 좁콩, 21.1~31.0 g으로서 중립인 중콩, 31.1~40.0 g으로서 대립인 굵은콩,

Table 3. Hunter's color values of soybean flours and average weight of 100 soybeans

Region	Variety	L	a	b	100* (g)
Suwon	KwanganKong	86.61	-3.68	20.32	9.88±0.23
	JinpumKong	87.67	-3.29	20.03	18.25±0.13
	Sinpaldal#2	87.94	-3.29	19.79	18.44±0.08
	SinpaldalKong	84.91	-3.56	22.40	15.10±0.04
	DanyopKong	86.98	-3.90	21.39	14.35±0.05
	TaekwangKong	86.86	-3.77	20.28	20.06±0.05
	HwankeumKong	86.43	-3.55	21.03	19.36±0.02
	ManriKong	87.78	-3.23	17.60	21.36±0.02
	BokwangKong	85.75	-3.31	22.00	21.06±0.05
	PureunKong	81.26	-7.16	17.76	12.96±0.05
Kyöngnam	BokwangKong	87.04	-3.19	19.81	21.68±0.17
	EunhaKong	85.99	-3.84	21.45	12.12±0.09
	TaekwangKong	89.90	-3.74	18.86	23.31±0.07
	Black#1Kong	83.13	-3.58	13.98	30.73±0.10

L=lightness (0~100), a=red-green (-60~+60), b=yellow-blue (-60~+60). 100*: Average weight of 100 soybeans.

Table 2. Proximate analysis of some varieties of korean soybean

(unit: w/w%)

Region	Variety	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Moisture	Ash
Suwon	KwanganKong	40.07±0.05	18.63±0.27	26.59	9.20±0.10	5.51±0.06
	JinpumKong	36.28±0.13	19.69±0.25	30.67	8.19±0.21	5.17±0.09
	Sinpaldal#2	40.72±0.05	20.58±0.29	25.32	8.14±0.24	5.24±0.18
	SinpaldalKong	34.70±0.12	21.32±0.66	29.96	8.53±0.33	5.49±0.09
	DanyopKong	38.09±0.47	17.92±0.17	30.88	7.71±0.17	5.40±0.00
	TaekwangKong	37.20±0.08	20.16±0.24	30.10	8.04±0.13	4.50±0.11
	HwankeumKong	35.09±0.03	18.47±0.41	33.79	7.98±0.30	4.67±0.03
	ManriKong	36.61±0.17	23.34±0.49	26.48	8.19±0.21	5.38±0.03
	BokwangKong	36.77±0.08	21.34±0.14	27.72	9.06±0.23	5.11±0.17
	PureunKong	39.20±0.22	22.17±0.17	24.18	9.20±0.06	5.25±0.04
Kyöngnam	BokwangKong	36.32±0.12	19.16±0.59	31.13	8.39±0.16	5.00±0.14
	EunhaKong	40.25±0.16	20.84±0.54	24.13	9.45±0.26	5.33±0.06
	TaekwangKong	37.67±0.06	19.77±0.39	30.32	7.54±0.27	4.70±0.02
	Black#1Kong	40.01±0.21	20.17±0.17	26.12	8.98±0.03	4.72±0.18

40.0 g 이상인 극대립인 왕콩 등으로 구분하고 있다¹⁰⁾. 이와같은 구분에 의할 때 광안콩은 나물콩으로, 푸른콩은 나물콩이나 좁콩으로 나타났으며, 경남에서 수집한 태광콩과 검정콩이 가장 백립중량이 큰 것으로 나타났다. 수원 태광콩과 경남 태광콩의 백립중량이 3 g이나 차이가 나서 재배 환경에 의해 서로 크기가 달라짐을 확인할 수 있었다.

(2) 색도

콩을 40 mesh로 분쇄하여 얻은 콩가루 시료의 Hunter L, a, b값을 측정한 결과는 다음 Table 3과 같

다. 다른 콩에 비해 실팔달콩, 단엽콩, 보광콩이 b값이 약간 높고, a값은 모두 음의 값을 나타내어 적색 보다는 약간 녹색을 띠는 것으로 나타났으며 푸른콩의 a값이 가장 큰 음의 값을 나타내어 푸른색이 강하게 나타남을 알 수 있었다.

3. 콩 및 콩 가공식품의 isoflavone 함량

(1) 콩 부위별 Isoflavone 함량

품종에 따른 콩분말 및 각 부위에 genistein과 daidzein 및 이 둘을 합한 isoflavone 함량은 Table 4와 같

Table 4. Isoflavone contents of some varieties of Korean soybean ($\mu\text{g/g}$, dry weight)

Region	Variety		Isoflavones			D/G*
			Genistein (G)	daidzein (D)	G+D	
Suwon	KwanganKong	Whole bean	322.6 \pm 9.1	675.3 \pm 4.4	997.9	2.1
		Hypocotyl	615.2 \pm 5.6	4966.7 \pm 24.5	5581.9	8.1
		Cotyledon	49.3 \pm 0.1	83.7 \pm 0.7	133.0	1.7
		Seed coat	8.0 \pm 0.2	28.2 \pm 1.0	36.2	3.5
	JinpumKong	Whole bean	436.6 \pm 4.2	696.8 \pm 1.3	1133.4	1.6
		Hypocotyl	712.3 \pm 8.1	3663.4 \pm 30.5	4375.7	5.1
		Cotyledon	96.0 \pm 0.4	66.5 \pm 0.2	162.5	1.6
		Seed coat	7.9 \pm 0.0	27.3 \pm 4.1	35.2	3.5
	Sinpaldal#2	Whole bean	348.8 \pm 2.7	550.3 \pm 1.2	899.1	1.6
		Hypocotyl	566.7 \pm 7.9	3093.0 \pm 32.7	3659.7	5.5
		Cotyledon	61.8 \pm 0.1	93.0 \pm 0.3	154.8	4.2
		Seed coat	1.3 \pm 0.0	1.5 \pm 0.1	2.8	1.1
SinpaldalKong	Whole bean	328.7 \pm 4.1	329.2 \pm 7.4	657.9	1.0	
	Hypocotyl	900.2 \pm 12.2	3962.4 \pm 47.9	4862.6	4.4	
	Cotyledon	64.4 \pm 0.0	38.6 \pm 0.1	103.0	3.0	
	Seed coat	10.0 \pm 0.5	30.0 \pm 1.4	40.0	3.0	
DanyopKong	Whole bean	436.2 \pm 0.4	698.0 \pm 7.6	1134.2	1.6	
	Hypocotyl	565.5 \pm 4.1	2406.2 \pm 15.4	2971.7	4.3	
	Cotyledon	88.0 \pm 0.5	140.4 \pm 0.5	228.4	1.1	
	Seed coat	1.2 \pm 0.0	0.6 \pm 0.2	1.8	1.3	
TaekwangKong	Whole bean	336.0 \pm 2.9	445.6 \pm 8.6	781.6	1.3	
	Hypocotyl	415.2 \pm 4.7	4094.2 \pm 40.5	4509.4	9.9	
	Cotyledon	46.8 \pm 0.0	58.4 \pm 0.1	105.2	2.6	
	Seed coat	6.1 \pm 0.4	14.0 \pm 0.8	20.1	2.3	
HwankeumKong	Whole bean	313.0 \pm 6.7	543.5 \pm 7.1	856.4	1.7	
	Hypocotyl	468.5 \pm 6.4	5236.4 \pm 57.8	5704.9	11.2	
	Cotyledon	74.9 \pm 0.2	102.6 \pm 0.1	177.5	0.7	
	Seed coat	12.3 \pm 0.4	49.0 \pm 2.5	61.3	4.0	
ManriKong	Whole bean	280.0 \pm 3.7	369.5 \pm 2.1	649.5	1.3	
	Hypocotyl	529.3 \pm 5.8	4547.9 \pm 43.8	5077.2	8.6	
	Cotyledon	75.8 \pm 0.2	95.2 \pm 0.1	171.0	0.5	
	Seed coat	3.1 \pm 0.0	7.7 \pm 0.2	10.8	2.4	
BokwangKong	Whole bean	155.3 \pm 2.4	198.7 \pm 2.2	354.0	1.3	
	Hypocotyl	557.7 \pm 7.7	3562.2 \pm 43.4	4119.9	6.4	
	Cotyledon	45.9 \pm 0.0	42.9 \pm 0.0	88.8	0.1	
	Seed coat	3.1 \pm 0.2	8.3 \pm 0.6	11.4	2.6	
PureunKong	Whole bean	228.9 \pm 6.7	403.7 \pm 3.7	632.6	1.8	
	Hypocotyl	572.5 \pm 11.3	2926.0 \pm 95.2	3498.5	5.1	
	Cotyledon	70.5 \pm 0.3	118.8 \pm 0.5	189.3	1.6	
	Seed coat	10.5 \pm 0.1	13.2 \pm 0.1	23.7	1.3	

Table 4. Continued

Region	Variety	Isoflavones			D/G*
		Genistein (G)	Daidzein (D)	G+D	
BokwangKong	Whole bean	421.8±7.7	427.7± 8.1	849.5	1.0
	Hypocotyl	606.7±4.4	4704.6±40.7	5311.3	7.8
	Cotyledon	97.2±0.1	138.2± 0.0	235.4	0.3
	Seed coat	4.5±0.0	1.9± 0.2	6.4	2.4
EunhaKong	Whole bean	349.9±9.1	475.9± 8.3	825.8	1.4
	Hypocotyl	737.7±8.8	4048.0±50.7	4785.7	5.5
	Cotyledon	86.2±0.0	163.2± 0.1	249.4	3.3
	Seed coat	1.9±0.0	7.7± 0.6	9.6	4.0
Kyöungnam	Whole bean	359.6± 0.4	495.1± 3.7	854.7	1.4
	Hypocotyl	375.9±18.7	3922.3±159.3	4298.2	10.4
	Cotyledon	60.9± 0.0	90.2± 0.2	151.1	4.1
	Seed coat	1.5± 0.0	0.5± 0.1	2.0	0.4
Black#1Kong	Whole bean	113.5± 2.6	194.7± 3.7	308.2	1.7
	Hypocotyl	375.9±18.7	3922.3±159.3	4298.2	12.3
	Cotyledon	42.1± 0.2	54.0± 0.5	96.1	2.2
	Seed coat	0.2± 0.0	2.4± 0.1	2.6	2.0

*D/G=Daidzein/Genistein (Dimensionless).

다. 콩 전체로 볼때 품종에 따른 총 isoflavones 함량의 차이는 매우 커서 범위가 308.2~1,134.2 µg/g로 다양했다.

가장 isoflavone을 많이 함유하고 있는 품종은 진품콩과 단엽콩이었으며 보광콩과 만리콩, 경남 검정콩 1호가 비교적 isoflavone의 함량이 낮은 것으로 나타나서 Choi 등의 결과¹¹⁾와 일치하는 경향을 보였다.

대두의 isoflavone 함량은 품종과 자라는 환경에 따라 매우 다양하다고¹²⁻¹⁴⁾ 알려져 있는데 결과에서 볼 수 있듯이 같은 품종이라도 수원의 태광콩이 경남 태광콩보다 isoflavone 함량이 낮았으며 수원의 보광콩은 경남 보광콩에 비해 1/2 이하의 isoflavone 함량을 갖는 것으로 나타났다.

콩을 각각 배아, 배유, 종피로 부위를 나누어 isoflavone 함량을 분석한 결과를 보면 배유에 비해 배아에 10배에서 40배에 이르는 높은 농도의 isoflavone이 함유되어 있는 것으로 나타나서 콩에 존재하는 isoflavone의 대부분은 배아 부분에 농축되어 있는 것으로 보고된 연구 결과¹²⁾와 일치하는 경향을 보였다. 종피에는 isoflavone 함량이 상당히 낮아서 배유의 1/70~1/3 정도만 함유되어 있었다.

또 isoflavone을 genistein(G)과 daidzein(D)으로 나누어 분석해 본 결과 대체로 daidzein이 genistein 보다 1~2배 정도 더 많이 함유된 것으로 나타났다. 배아에서는 특히 D/G 비가 커서 daidzein의 함량이 매우 높은 것으로 나타났는데 보통 D/G의 값이 4~12 정도의 값을 보였다. 반면에 배유나 종피는 대체로 0.1~4.2 정

도의 D/G값을 나타내어 daidzein이 genistein보다 배아에 비해 그다지 많지 않았으며, 오히려 genistein이 daidzein보다 많이 함유되어 있는 품종도 있었다.

(2) 가공 조건을 달리한 두유 및 두부의 isoflavone 함량

품종과 수침시간을 달리하여 제조한 두유 및 응고제의 종류를 달리하여 제조한 두부의 isoflavone 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

실파달 2호와 은하콩으로 제조한 두유의 isoflavone 함량은 수침시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보여 8시간 수침하여 제조한 경우 각각 680.3 µg/g, 698.9 µg/g을, 16시간 수침하여 제조한 두유는 이보다 1.1~1.2배 정도 작은 608.4 µg/g, 618.0 µg/g을 함유하였다. 이는 수침중 수침수로 isoflavone이 더 많이 용해되어 손실되기 때문으로 생각된다. 품종간의 수침시간에 따른 isoflavone 감소율은 크게 다르지 않았다. 또한 실험실에서 제조한 두유와 비교하기 위해 시판 두유 6종류의 isoflavone 함량을 측정된 결과 73.2~110.4 µg/g으로 상당히 낮았다. 이는 실험실에서 제조한 두유와 시판 두유의 제조 공정 및 원료의 차이에 의한 것으로 보이나 차이 정도가 너무 커서 좀 더 연구가 필요하다. Wang 등¹⁵⁾은 두유의 isoflavone 함량을 본 실험실에서 제조한 두유의 결과보다 더 높은 값인 896~1,072 µg/g으로 보고하였다.

또한 두부의 경우 실험실에서 은하콩을 이용하여 혼합 응고제(CaSO₄:GDL=9:1)로 제조한 두부는 평균 321.8 µg/g, MgCl₂로 제조한 두부는 좀 더 높은 평균

Table 5. Isoflavone contents of soy milks and Soybean curds ($\mu\text{g/g}$, dry weight)

Product		Isoflavones			
		Genistein (G)	Daidzein (D)	G+D	
Soymilks	Laboratory soymilk	Sinpaldal #2 ^a	282.1±10.5	398.2±13.9	680.3
		Sinpaldal #2 ^b	246.9± 2.5	361.5±12.1	608.4
		Eunhakong ^a	309.2± 1.4	389.7± 8.6	698.9
		Eunhakong ^b	258.0± 8.5	360.0±26.0	618.0
	Commercial soymilk	commercial 1	47.0±0.4	57.0±0.2	104.0
		commercial 2	29.5±0.8	43.7±1.0	73.2
		commercial 3	40.1±1.7	45.6±1.1	85.7
		commercial 4	36.0±1.1	56.5±1.3	92.5
		commercial 5	43.3±0.7	67.1±0.1	110.4
		commercial 6	44.1±1.3	60.8±1.9	104.9
Soybean curds	Laboratory soybean curds (Eunhakong)	curd 1 ^c	120.1±6.7	201.7±1.4	321.8
		curd 2 ^d	164.8±4.0	231.1±2.4	395.9
	Commercial soybean curds	curd 3	103.2±0.6	369.7±3.3	472.9
		filled water	37.3±0.6	47.7±0.9	85.6
		curd 4	67.9±0.6	218.9±1.2	286.8
		filled water	19.8±0.9	22.8±1.4	42.6
		curd 5	78.5±0.7	261.2±0.5	339.7
		filled water	29.3±2.6	35.6±3.3	64.9

^asoymilk prepared in 8 hr. soaking.^bsoymilk prepared in 16 hr. soaking.^csoybean curds prepared with CaSO₄+GDL.^dsoybean curds prepared with MgCl₂.

395.9 $\mu\text{g/g}$ 의 isoflavone 함량을 보였으며, 시판 두부도 이와 유사하게 평균 366.5 $\mu\text{g/g}$ 정도의 isoflavone을 함유하고 있었다. 이 함량은 Coward 등¹⁶⁾ 이 두부에 2,000~3,800 $\mu\text{g/g}$ 의 isoflavone이 존재하는 것으로 보고한 값보다는 매우 낮은 것이었으나 Wang 등¹⁵⁾ 이 두부에서 보고한 308 $\mu\text{g/g}$ 과는 매우 유사한 값이었다. 응고제에 의한 영향을 살펴본 결과 MgCl₂로 제조한 두부가 CaSO₄와 GDL을 9대 1의 비율로 섞은 혼합 응고제로 제조한 두부보다 1.2배 정도 isoflavone 함량이 높게 나타나 큰 차이를 보이지는 않았으나, 앞으로 두부제조시 응고제의 종류와 혼합 비율이 isoflavone 함량 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 더 필요하다고 사료된다.

시판 두부의 총진수를 분석한 결과를 보면 두부의 약 1/64인 42.6-85.6 $\mu\text{g/g}$ 정도의 isoflavone 함량을 나타내어 수용성인 isoflavone이 두부의 저장 중에 총진수로 녹아 손실되는 양도 약간 있음을 알 수 있었다.

(3) 콩나물 및 고추장과 된장의 isoflavone 함량

콩나물의 isoflavone 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

시판 콩나물의 부위별 isoflavone 함량은 뿌리에

Table 6. Isoflavone contents of soybean sprouts and fermented soybean products ($\mu\text{g/g}$, dry weight)

		Isoflavones			
		Genistein (G)	Daidzein (D)	G+D	
Soybean sprouts	sprout1	head	62.9±2.1	86.9±2.8	149.8
		stem	1.2±0.7	2.2±0.0	3.4
		root	3.0±1.5	52.8±0.3	55.8
	sprout2	head	91.3±5.4	98.0±3.9	189.3
		stem	2.3±0.1	6.5±0.1	8.8
		root	6.1±3.6	136.7±6.1	142.8
Kochujang	jang 1	1.3±0.1	1.6±0.1	2.9	
	jang 2	0.8±0.1	2.0±0.1	2.8	
	jang 3	1.2±0.0	1.8±0.1	3.0	
Soybean paste	paste 1	23.4±1.0	40.2±2.1	63.6	
	paste 2	14.4±0.7	21.5±0.7	35.9	
	paste 3	18.2±1.0	30.9±0.6	49.1	
	paste 4	20.7±0.9	37.9±1.5	58.6	

55.8~142.8 $\mu\text{g/g}$, 머리에 149.8~189.3 $\mu\text{g/g}$, 줄기에 3.4~8.8 $\mu\text{g/g}$ 정도로 줄기에 비해 뿌리와 머리에 많은 양의 isoflavone이 함유되어 있었다. 머리에는 genistein과

daidzein이 거의 비슷한 정도로 함유되어 있으나 뿌리에서는 genistein에 비해 daidzein이 훨씬 많은 양 존재하는 것으로 나타났다.

시판 고추장과 된장의 isoflavone 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

고추장은 2.8~3.0 µg/g 정도의 비교적 낮은 isoflavone 함량을 보였으며 된장은 35.9~63.6 µg/g 정도의 isoflavone을 함유하고 있는 것으로 나타나서 제조업체에 따라 함량 차이가 크게 나타났다. Coward 등¹⁰⁾은 된장에서 1,168 µg/g 정도의 isoflavone 함량을 보고하였으며 Wang 등¹¹⁾은 된장에서 515 µg/g의 isoflavone 함량을 보고한 바 있는데 이러한 함량의 차이는 된장의 제조 방법이나 재료 혼합 비율 등에 의해 영향을 받은 것으로 생각된다.

고추장에서 isoflavone이 낮게 측정된 것은 원료중에 메주가루의 비율이 상당히 낮고 또 콩이 발효를 거치는 동안 isoflavone이 상당히 손실되기 때문으로 예상해 볼 수 있으나 확실한 규명을 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

IV. 요약

본 연구에서는 우리나라에서 재배되고 있는 14종의 콩을 수집하여 콩전체와 각 부위의 isoflavone 중 genistein과 daidzein의 함량을 분석하고 시판 콩 가공식품과 실험실에서 가공 조건을 달리하여 제조한 콩식품의 isoflavone을 genistein과 daidzein 함량의 합으로 계산하였다.

콩 품종에 따른 isoflavone 함량의 차이는 매우 커서 그 농도 범위가 308.2~1,134.2 µg/g으로 다양했으며 isoflavone을 가장 많이 함유한 품종은 단엽콩이었다. 콩을 각각 배아, 배유, 종피로 부위를 나누어 isoflavone 함량을 분석한 결과는 배아에 가장 높은 농도의 isoflavone이 함유되어 있는 것으로 나타났으며 종피에서 가장 낮은 농도를 보였다. 콩 전체로 볼 때 daidzein과 genistein의 함량 비율(D/G)은 1~2 정도이었으나 배아, 배유, 종피에서는 특징적으로 다르게 나타나 배아에서의 D/G는 4~12로 상당히 높았으며, 배유와 종피에는 D/G의 비율이 0.1~4로 약간 높거나 오히려 genistein이 더 많이 함유된 품종도 있었다.

수침시간을 달리하여 제조한 두유의 isoflavone 함량은 수침시간이 8시간에서 16시간으로 길어짐에 따라 1.1~1.2배 정도 감소하였으나 시판 두유보다 약 7배 정도 높았다. MgCl₂ 응고제를 사용하여 제조한 두부의 isoflavone 함량은 CaSO₄ 응고제를 사용한 두부

보다 더 높았으나, 시판 두부와 큰 차이를 보이지는 않았다. 시판 콩나물의 부위별 isoflavone 함량은 뿌리에 55.8~142.8 µg/g, 머리에 149.8~189.3 µg/g, 줄기에 3.4~8.8 µg/g 정도 존재하는 것으로 나타나서 머리카 뿌리에 많은 양의 isoflavone이 함유되어 있었다.

시판 고추장은 2.8~3.0 µg/g 정도의 낮은 isoflavone 함량을 나타내었으며 시판 된장의 경우는 49.1~63.6 µg/g 정도의 isoflavone을 함유하고 있는 것으로 나타나서 제조업체간에 많은 차이를 보였다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 한국학술진흥재단의 자유공모 과제연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이홍석, 콩: 유전육종 및 재배생리-회갑기념책발간추진위원회, 서울대학교 출판부, p. 1-27 (1994).
2. Messina, M., Messina, V.: Increasing use of soyfoods and their potential role in cancer prevention. *J. Am. Diet. Assoc.*, **91**: 836 (1991).
3. Messina, M., Barnes, S.: The role of soy products in reducing risk of cancer. *JNCL.*, **83**: 541 (1991).
4. Tetsu A., Junko I., Suguru N., Hiroshi O., Shun-ichi W., Noriki I., Masabumi S., Yasuo F., Genistein: a Specific Inhibitor of Tyrosine-specific Protein Kinases. *J. Biol. Chem.*, **262**: 5592 (1987).
5. Messina, M., Persky, V., Setchell, K., Barnes, S., Soy intake and cancer risk: a review of the *in vitro* and *in vivo* data. *Nutr. Cancer.*, **21**: 113 (1994).
6. Agostino M., Loredana B., Victoria P.: In Vitro Hormonal Effects of Soybean Isoflavones. *J. Nutr.* **125**: 751S (1995).
7. AOAC, Association of official analytical chemists. 15th ed. Washington D.C., (1990).
8. Wang, G., Kuan, S., Fransis, O., Ware, G., and Carman, A.S.: A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.*, **38**: 185 (1990).
9. 식품 성분표, 제 4개정판. 농촌 진흥청 농촌영양개선연수원 (1991).
10. 조재영 외 31인: 사정 전작. 향문사, 서울, p. 278-279 (1987).
11. Choi, J.S., Kwon, T.W. and Kim, J.S.: Isoflavone Contents in Some Varieties of Soybean. *Foods and Biotechnology*, **5**(2): 167-169 (1996).
12. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone composition

- of american and japanese soybeans in iowa: Effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.*, **42**: 1674 (1994).
13. Kitamura, K., Igita, K., Kikuchi, K., Kudou, S., and Okubo, K.: Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so-called "summer-type soybeans". *Japan J. Breed*, **41**: 651 (1991).
14. Eldrige, A.C. and Kwolek, W.F.: Soybean Isoflavones: Effect of environment and variety on composition. *J. Agric. Food Chem.*, **31**: 394 (1983).
15. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone content in commercial soybean foods. *Agric. Food Chem.*, **42**(8): 1670 (1994).
16. Coward, L., Barnes, N.C., Kenneth D., R., Setchell, and Barne, S.: Genistein, daidzein, and their β -glycoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from american and asian diets. *J. Agric. Food Chem.*, **41**: 1961 (1993).
-

(1996년 10월 28일 접수)