

대두 가공 식품 중의 이소플라본 함량

최연배 · 손헌수*

청강문화산업대학 건강식품과학과, *(주)정식품

Isoflavone Content in Korean Fermented and Unfermented Soybean Foods

Yeon Bae Choi and Heon Soo Sohn*

Department of Health Food Science, Chungkang College of Cultural Industries,

*Dr. Chung's Food Co., Ltd.

Abstract

Soybean isoflavones known as an anticarcinogenic factor were evaluated in some Korean soybean foods by high performance liquid chromatography. Unfermented soybean foods contained predominantly isoflavone β -glycosides (genistin and daidzin), but in the fermented soybean foods isoflavones were present mainly as aglycones (genistein and daidzein). Average contents of isoflavones of tofu, soymilk and soy sprout were 1, 151, 676 and 424 mg/kg, respectively. Among the fermented soybean products, soybean paste (*Chongkukjang*) was highest in the isoflavone content (920 mg/kg) and the degree of hydrolysis of β -glycosidic bonds was ranged from 30 to 100%. *Doenjang*, *Chunjang* and *Kanjang* contained lesser amounts of isoflavones and their contents were 627, 291 and 10 mg/kg, respectively. Korean traditional fermented foods, *Chongkukjang* and *Doenjang* could be regarded as the excellent sources of soy isoflavone aglycones.

Key words: isoflavone, genistein, daidzein, soybean foods

서 론

대두에는 독특한 기능성을 갖는 많은 종류의 유용한 생리활성물질이 존재하며, 이중에서도 이소플라본에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 대두에 함유되어 있는 이소플라본은 genistein과 daidzein, 이들의 배당체인 genistin, daidzin과 그밖에 여러 유도체 등으로 구성되어 있다.

Genistein은 epidemiological study^(1,2), 동물실험^(3,4), *in vitro*^(3,5) 실험에서 뛰어난 항암 효과를 보이며, 특히 유방암과 전립선암의 예방 효과가 높다고 알려지고 있다⁽¹⁾. 또한 genistein은 여성 호르몬인 estrogen과 유사한 작용을 하기 때문에 phytoestrogen으로 불리기도 하고, 따라서 폐경기 여성의 estrogen 결핍으로 인해 유발되는 골다공증의 예방과 진행 억제에도 효과가 있는 것으로 알려지고 있다⁽⁶⁾.

대두 이소플라본은 약 0.1~0.4% 정도 함유되어 있

으며, 함량과 조성은 대두의 품종과 재배지역, 재배연도와 같은 재배환경에 따라 차이가 있다^(7,8). 대두에서도 부위에 따라 함량 차이가 있는데, 배아에 약 2%가 함유되어 있어 자엽부에 비해 많다⁽⁹⁾. 대두 가공 식품의 경우에는 가공 공정에 따라 함량과 조성이 변하기 때문에 식품의 종류에 따라 차이가 있으며, 발효 대두 식품은 발효과정에서 미생물에 의해 이소플라본이 분해되어 총량이 감소하는 경우도 있다⁽¹⁰⁻¹²⁾.

대두 이소플라본은 포도당 잔기가 β -1,4 glycoside 결합을 한 배당체 형태로 대부분 존재하지만, 발효식품에는 당이 분해된 aglycone 형태가 많이 존재한다. 배당체 형태의 이소플라본은 섭취된 후 당이 제거되어 aglycone 형태로 체내에 흡수되거나, 장내 미생물에 의해 파괴된다. 흡수된 이소플라본은 간에서 glucuronide나 sulfate 형태로 전환되어 소변으로 배설된다⁽¹³⁾.

Aglycone인 genistein을 섭취한 경우와 배당체인 genistin을 섭취한 경우에 이들의 체내 대사는 약간 차이가 있는데, 실험동물을 이용한 실험과 인체 실험에서 genistein이 더 빨리 흡수되는 현상을 보였다. 그러나 체내에 흡수된 총량, 즉 생체 이용성에 대해서는

Corresponding author: Yeon Bae Choi, Department of Health Food Science, Chungkang College of Cultural Industries, San 37, Haewoli-li, Majang-myun, Ichon-si, Kyonggi-do 467-810, Korea

실험동물과 인체를 이용한 실험에서 약간의 차이를 보였다. 즉 실험동물에서는 소변에서 회수된 총량은 aglycone과 배당체간에 큰 차이가 없이 약 21% 정도이었다⁽¹⁴⁾. 그러나 인체 실험에서는 genistein의 소변 중 회수량이 genistin보다 더 높게 나타나 배당체가 aglycone으로 전환되었을 때 이소플라본의 생체 이용성이 더 높아졌다⁽¹⁵⁾.

또한 각종 대두 가공 식품의 추출물을 이용한 항돌연변이 실험에서는 발효 식품 추출물의 효과가 이 비발효 식품보다 훨씬 높게 나타났는데, 이는 발효를 통해 배당체가 활성을 갖는 aglycone 형태로 전환되었기 때문이다. 또한 식품에 함유된 이소플라본의 aglycone의 함량에 비례하여 항돌연변이 정도가 증가하였다⁽¹⁶⁾. 따라서 비발효 식품보다는 발효 식품을 섭취하는 것이 이소플라본을 더 효과적으로 이용할 수 있는 것이다.

본 연구는 국내에서 시판되는 주요 대두 가공 식품에 함유되어 있는 이소플라본의 함량과 조성을 측정하여 건강식품으로서 대두 가공 식품의 특성을 살펴보고자 수행되었다.

재료 및 방법

재료

국내에서 시판되는 각 대두 가공식품을 수거하여 실험에 사용하였다. 비발효 식품으로는 두유, 두부, 콩나물을 조사하였고, 발효식품으로는 된장, 간장, 청국장, 춘장을 조사하였다.

이소플라본의 정량적인 분석은 HPLC (Waters)를 사용하였고, genistein, daidzein 표준물질은 Sigma (U. S.A.)사의 제품을 구입하여 사용하였다. HPLC column은 Merck사의 RP-8 (250×4 mm ID)를 사용하였다.

이소플라본의 분석

이소플라본 성분의 정량은 Wang 등의 방법⁽¹⁷⁾을 일부 수정한 HPLC법을 사용하였다. 시판 시료를 수거하여 냉동 보관하면서 분석하였다. 두유, 된장, 청국장, 춘장은 시료에 동일한 중량의 증류수를 첨가한 후 homomixer (GmbH)로 균일하게 분쇄, 혼합하여 건조중량과 이소플라본 분석에 사용하였다. 콩나물은 분쇄한 후 동결건조하여 10%로 현탁시켜 시료로 사용하였으며, 간장은 전처리없이 사용하였다. 시료 0.5 g에 1M HCl를 2 mL 첨가한 후 2시간 동안 항온수조에서 가열하였다(95~98°C). 냉각시킨 후 8 mL의 acetonitrile를 첨가하여 완전히 교반한 다음 2시간 정도 정치하여 상

등액을 취했다. 상등액을 여과한 후 HPLC로 이소플라본 함량과 조성을 측정하였다. 또한 HCl을 첨가한 후 가열하지 않고 acetonitrile로 추출하여 분석한 genistein과 daidzein의 양을 유리 이소플라본, 즉 aglycone의 함량으로 하였다. 사용한 용매는 acetonitrile과 0.05 M KH₂PO₄용액(인산으로 pH를 2.0으로 조정)을 25 : 75로 혼합한 용액이었고, UV detector로 260 nm에서 측정하였다. 시료 중에 함유된 이소플라본의 함량은 시료의 건조중량을 기준으로 하여 표시하였다.

결과 및 고찰

이소플라본의 가수분해

대두 가공식품을 전처리한 후 1 M HCl로 가수분해하여 총 이소플라본 함량을 측정하였다. 반응시간에 따른 이소플라본 배당체의 가수분해 정도는 Fig. 1에서 나타난 것과 같았다. Genistein은 90~120분 정도 가열하였을 때 당잔기가 완전히 가수분해되었으며, 그 이후 가열시간이 증가함에 따라 aglycone이 파괴되는 현상을 보였다. Daidzein의 당잔기 역시 genistein과 유사한 경향으로 가수분해되었지만 aglycone의 파괴는 일어나지 않았다. 이러한 차이는 genistein과 daidzein의 분자 구조적 차이에 기인한 것으로 알려지고 있다⁽¹⁷⁾. 따라서 시료의 가수분해 시간은 2시간으로 결정하여 실시하였다.

비발효 식품 중의 이소플라본의 조성 및 함량

국내에서 소비되는 주요 비발효 대두 가공 식품으로는 두유와 두부, 콩나물을 들 수 있다.

두유는 Table 1에서 보는 바와 같이 제조회사에 따

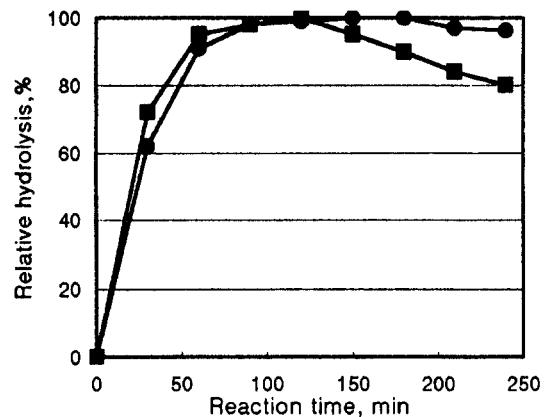


Fig. 1. Hydrolysis of isoflavone glycosides with 1 M HCl at 95-98°C. ■—■: genistein, ●—●: daidzein

Table 1. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in soymilk products

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio ¹⁾	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
A	7	293	8	373	666	0.79	2	2
B	16	191	20	299	490	0.64	8	7
C	7	329	12	405	734	0.81	2	3
D	3	227	5	307	534	0.74	1	2
E	34	564	54	600	1,164	0.94	6	9
F	10	373	10	392	765	0.95	3	3
G	5	334	8	333	667	1.00	1	2
H	5	261	8	326	587	0.80	2	2
I	6	208	9	269	477	0.77	3	3
Average	10	309	15	367	676	0.83	3	4

¹⁾D/G ratio: daidzein/genistein ratio.

라 이소플라본의 함량이 약간씩 차이를 보였다. 건조 중량 기준으로 하였을 때, 평균 이소플라본의 함량은 daidzein은 약 309 mg/kg, genistein은 약 367 mg/kg 정도이었으며, 따라서 총 이소플라본의 양은 676 mg/kg 이었다. 생산 업체에 따른 차이는 원료 및 제조공정의 차이와 원료인 대두의 첨가 비율이 달라 유래된 것으로 추정된다. Dwyer 등⁽¹⁸⁾은 액상 두유 중에 daidzein은 7 mg/kg, genistein이 21 mg/kg이 존재한다고 보고 하였는데, 본 실험에서는 이보다 더 높게 나타났다. Wang 등⁽¹²⁾은 분말 두유에 295~407 mg/kg의 daidzein이, 560~666 mg/kg의 genistein이 함유되어 있다고 보고하여 본 실험과 유사하였다. 그러나 두유에 genistein은 130, daidzein은 92 mg/kg이 함유되어 있다는 보고도 있어 실험에 따른 차이가 심한 편이다⁽¹⁷⁾. 대부분의 이소플라본이 배당체 형태로 존재하여 aglycone의 함량은 4% 내에 불과하였다.

두부는 건조중량을 기준으로 하였을 때 이소플라본의 함량이 두유에 비해 약간 더 높게 나타났다(Table 2). 일반 두부의 이소플라본의 함량은 두유와 유사하였으나, 연두부나 순두부의 경우에는 더 높게 나타났다. 이런 차이는 두부 제조 공정의 차이에 의해 기인한 것으로써 Wang 등은 두부 제조에서 많은 양의 이

소플라본이 응고 후 압착 과정에서 순물이 제거될 때 손실된다고 하였다⁽¹¹⁾. 본 실험에서도 압착을 하지 않는 순두부에서 더 높은 이소플라본의 함량을 보여 이와 유사한 결과를 나타냈다.

대두가 발아하여 콩나물이 되는 과정에서 총 이소플라본의 함량은 발아시간에 비례하여 증가하는 것으로 보고되었다⁽¹⁷⁾. 특히 daidzein의 양이 크게 증가한다. 본 실험에서는 완전히 발아된 시판 콩나물의 이소플라본 함량을 측정하였다(Table 3). 콩나물의 종류에 따라 함량 차이가 크게 유발되었는데, 이는 콩의 품종, 발아기간 및 저장 조건 등에 따라 차이가 생긴 것으로 사료된다.

두유, 두부 및 콩나물에서 이소플라본의 조성을 살펴보면, 원료인 대두와 마찬가지로 대부분이 배당체 형태로 존재한다는 것을 알 수 있다. 또한 건조중량을 기준으로 볼 때 두부, 특히 순두부의 이소플라본 함량이 가장 높았다.

발효식품중의 이소플라본의 조성 및 함량

국내에서 시판되는 주요 대두 발효식품으로는 간장, 된장, 청국장, 춘장 등을 들 수 있다. 간장은 제조 방법에 따라 제품의 종류가 양조간장, 산분해간장, 혼

Table 2. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in tofu products

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
Hard tofu	10	318	6	305	622	1.04	3	2
Hard tofu	25	420	31	447	867	0.94	6	7
Semisoft tofu	20	398	26	652	1,050	0.61	5	4
Semisoft tofu	29	733	24	597	1,330	1.23	4	4
Soft tofu	22	719	13	626	1,345	1.15	3	2
Soft tofu	46	914	23	778	1,692	1.17	5	3
Average	25	584	21	568	1,151	1.02	4	4

Table 3. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in soy sprouts

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
A	35	256	44	389	645	0.66	14	11
B	33	302	27	317	619	0.95	11	9
C	16	148	16	136	284	1.09	11	12
D	3	68	2	79	147	0.86	4	2
Average	22	194	22	230	424	0.89	10	8

Table 4. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in Kanjang

Products	Daidzein		Genistein		Total
	Free	Total	Free	Total	
A	21	22	9	4	26
B	14	11	4	1	12
C	6	10	1	ND ¹⁾	10
D	8	9	1	ND	9
E	4	4	ND	ND	4
F	3	3	ND	ND	3
G	7	8	ND	ND	8
AVG	9	10	2	1	10

¹⁾ND: not detected.

합간장으로 분류되며, 국내에 유통되는 간장은 주로 혼합간장과 양조간장이다. 혼합간장은 양조간장과 산분해 간장을 일정비율로 혼합한 것으로 여러 종류가 있다. 간장의 이소플라본 함량은 Table 4에서 보는 것과 같이 건조 중량당 3~26 mg/kg으로 나타났으며, 대부분 aglycone 형태로 존재하였다. 양조간장의 이소플라본의 함량이 산분해 간장보다 약간 높게 나타났지만 전체적으로는 다른 대두 발효 식품에 비해 낮은 함량을 보였다. Daidzein에 비해 genistein은 거의 검출되지 않았다. Genistein은 daidzein보다 미생물적, 화학적으로 더 쉽게 분해되는 구조를 하고 있는 것으로 알려지고 있다^(17,19). 따라서 간장 제조과정 중에서 화학적 또는 미생물적인 공정에 의해 genistein이 분해되어 소실되었을 것으로 사료된다.

Table 5에서 나타난 것과 같이 된장의 총 이소플라본의 함량은 제품에 따라 차이가 심하였으며, 평균적으로 daidzein은 295 mg/kg, genistein은 333 mg/kg 정도 존재하였다. Wang 등⁽¹⁰⁾은 soybean paste에 daidzein

과 genistein이 각각 272, 또는 약 245 mg/kg정도 존재한다고 보고하여 본 실험과 유사한 범위의 값을 보였다. 배당체의 상당부분이 β -glucosidase에 의해 가수분해되어 daidzein은 70% 이상, genistein은 80% 이상이 aglycone 형태로 존재하였다.

춘장 역시 총 이소플라본이 약 290 mg정도 함유되어 있었고, 많은 양이 aglycone으로 전환되어 있었다 (Table 6).

Table 7은 시판 청국장장의 이소플라본의 함량과 조성을 나타낸 것이다. 총 이소플라본의 함량은 평균 약 920 mg/kg으로 나타났으며, 이중 daidzein은 520 mg/kg, genistein은 400 mg/kg이었다. 그리고 발효를 통해 배당체가 가수분해되어 약 70% 내외의 이소플라본은 aglycone 형태로 존재하였다. 그러나 제품에 따라 가수분해되는 정도는 30%에서 100%의 범위로 차이가 심하였는데 이것이 미생물의 종류에 따른 차이인지 발효 정도나 숙성에 따른 차이인지는 향후 더 많은 실험을 통해 밝혀져야 할 것이다.

발효 식품의 이소플라본 함량을 측정하는 데 있어 일부의 식품에 있어서 aglycone인 genistein의 함량이 aglycone과 배당체의 총량보다 더 높게 나타나는 경우가 있었는데, 이러한 현상은 Wang 등⁽¹⁷⁾이 보고한 바와 마찬가지로 함유되어 있는 당의 영향으로 인한 것으로 사료된다. 즉, 당이 genistein과 반응하여 HPLC에서 검출되지 않는 conjugate를 형성하였기 때문에 실제량보다 더 낮게 나타난다는 것이다.

발효 식품에서는 청국장장의 이소플라본 함량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 많은 양의 이소플라본이 생체 이용성이 배당체 보다 우수한 aglycone의 형태로

Table 5. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in Doenjang

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
A	179	214	244	226	440	0.95	84	108
B	125	174	155	188	362	0.93	72	82
C	167	291	196	314	605	0.93	57	62
D	382	500	496	602	1,102	0.83	76	82
Average	213	295	273	333	627	0.91	72	84

Table 6. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in Chunjang

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
A	74	178	100	143	321	1.24	42	70
B	120	159	140	79	238	2.01	75	177
C	80	163	114	152	315	1.07	49	75
Average	91	167	118	125	291	1.44	55	107

Table 7. Isoflavones content (mg/kg, dry basis) in Chongjukjang

Products	Daidzein		Genistein		Total	D/G ratio	Aglycones, %	
	Free	Total	Free	Total			Daidzein	Genistein
A	143	386	140	461	847	0.84	37	30
B	316	441	236	444	885	0.99	72	53
C	268	561	185	507	1,068	1.11	48	36
D	551	592	349	392	984	1.51	93	89
E	356	595	195	446	1,041	1.33	60	44
F	615	596	376	365	961	1.63	103	103
G	545	596	150	350	946	1.70	91	43
H	343	401	279	276	677	1.45	86	101
I	486	510	365	367	877	1.39	95	99
Average	403	520	253	401	921	1.33	76	67

존재하는 것을 확인하였다. 시판되는 대두 가공식품의 이소플라본 함량은 원료 대두의 품종, 가공 공정, 다른 원료와의 혼합비율 등에 의해 영향을 받을 수 있으며, 발효 식품인 경우 관련된 미생물의 종류에 따라 총량이나 aglycone의 함량이 변할 수 있다. 특히 발효 식품의 경우에는 발효 중에 미생물에 의해 상당한 양의 이소플라본이 분해되어 손실되는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 템페나 미소의 경우 발효과정에서 이소플라본이 파괴되어 총량이 감소한다고 알려지고 있다⁽¹²⁾. 따라서 미생물의 종류나 발효 정도에 따른 이소플라본의 함량 및 조성 변화 정도는 향후 더 연구를 해야 할 것으로 사료된다.

요 약

대두에 함유되어 있는 이소플라본은 항암, 골다공증 예방과 같은 기능을 수행하는 유용 생리활성물질이다. 국내의 주요 대두 가공 식품은 두부, 콩나물, 두유와 같은 비발효 식품과 간장, 된장, 청국장, 춘장과 같은 발효식품이 있다. 비발효 식품에서는 대두와 마찬가지로 대부분 배당체 형태로 존재하였다. 두유에는 평균 676 mg/kg의 이소플라본이 존재하였고, 두부는 종류에 따라 차이가 있었으며, 평균 1,151 mg/kg이 존재하였다. 콩나물에는 약 424 mg/kg이 존재하였다. 발효 식품 중에는 청국장(920 mg/kg)과 된장(627 mg/

kg)에 많은 양의 이소플라본이 함유되어 있으며, 춘장에도 상당량이 존재하지만 간장에는 매우 적은 양이 함유되어 있었다. 또한 많은 양의 이소플라본이 aglycone의 형태로 존재하였다. 따라서 국내 전통 발효 식품인 청국장과 된장은 생체 이용성이 우수한 형태인 이소플라본 aglycone의 좋은 공급원이라고 할 수 있다.

문 헌

- Adlercreutz, H.: Phytoestrogens: epidemiology and a possible role in cancer protection. *Environ. Health Perspect.*, **103**, 103-112 (1995)
- Adlercreutz, H., Hockerstedt, K., Bannwart, C., Bloigu, S., Hamalainen, E., Fotsis, T. and Ollus, A.: Effect of dietary components, including lignans and phytoestrogens on enterohepatic circulation and liver metabolism of estrogens and on sex hormone binding globulin. *J. Steroid Biochem.*, **27**, 1135-1144 (1987)
- Wei, H., Wei, L., Frenkel, F., Bowen, R. and Barnes, S.: Inhibition of tumor promoter-induced hydrogen peroxide formation *in vitro* and *in vivo* by genistein. *Nutr. Cancer*, **20**, 1-12 (1993)
- Sharma, O.P., Adlercreutz, H., Strandberg, J.D., Zirkin, B.R., Coffey, D.S. and Ewing, L.L.: Soy of dietary source plays a preventive role against the pathogenesis of prostatitis in rats. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, **43**, 557-564 (1992)
- Adlercreutz, H., Mousavi, Y., Clark, J., Hockerstedt, K., Hamalainen, E., Wahala, K., Makela, T. and Hase, T.:

- Dietary phytoestrogens and cancer : *in vitro* and *in vivo* studies. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, **41**, 331-337 (1992)
6. Messina, M. and Messina, V.: *The Simple Soybean and Your Health*, Avery Publishing Group, New York, p.67 (1994)
 7. Choi, J.S., Kwon, T.W. and Kim, J.S.: Isoflavone contents in some varieties of soybean. *Foods Biotechnol.*, **5**, 167-169 (1996)
 8. 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**, 1674-1677 (1994)
 9. 大久保一良, 吉城由美子, 吉越昌樹, 本知玄, 工藤重光 : 大豆配糖體成分의 種類, 構造, 分布, 遺傳性 및 生理活性. : 뉴-푸드인더스트리, **36**, 17-27 (1994)
 10. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone content in commercial soybean foods. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1666-1673 (1994)
 11. Wang, H. and Murphy, P.A.: Mass balance study of isoflavones during soybean processing. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 2377-2383 (1996)
 12. Murphy, P.A.: Phytoestrogen content of processed soybean products. *Foods Technol.*, **36**, 60-64 (1982)
 13. Axelson, M. and Setchell, K.D.R.: The extraction of lignans in rats-evidence for an intestinal bacterial source for this new group of compounds. *FEBS Lett.*, **123**, 337-342 (1981)
 14. King, R.A., Broadbent, J.L. and Head, R.J.: Absorption and excretion of the soy isoflavone genistein in rats. *J. Nutr.*, **126**, 176-182 (1996)
 15. Hutchins, A.M., Slavin, J.L. and Lampe, J.W.: Urinary isoflavonoid phytoestrogen and lignan excretion after consumption of fermented and unfermented soy products. *J. Am. Diet Assoc.*, **95**, 545-551 (1995)
 16. Kiyosawa, I., Matsuyama, J., Arai, C. and Setoguchi, T.: Suppressing effects of the methanol extracts from soybean products on SOS response of *Salmonella typhimurium* induced by mutagens and their contents of isoflavones. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, **42**, 835-842 (1995)
 17. Wang, G., Kuan, S.S., Francis, O.J., Ware, G.M. and Carman, A.S.: A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 185-190 (1990)
 18. Dwyer, J.T., Goldin, B.R., Saul, N., Gualtieri, L., Barakat, S. and Adlercreutz, H.: Tofu and soy drinks contain phytoestrogens. *J. Am. Diet Assoc.*, **94**, 739-743 (1994)
 19. Xu, X., Wang, H., Murphy, P.A., Cook, L. and Hendrich, S.: Daidzein is a more bioavailable soymilk isoflavone than is genistein in adult women. *J. Nutr.*, **124**, 825-832 (1994)

(1998년 2월 13일 접수)