J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
26(2), 203~208(1997)

국산 대두의 항산화 효과

배은아 · 문갑순†
인제대학교 식품영양학과

A Study on the Antioxidative Activities of Korean Soybeans

Eun-A Bae and Gap-Soon Moon†
Dept. of Food Science and Nutrition, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

Abstract

To investigate the antioxidative effect of Korean soybeans, four kinds of soybeans(yellow, brown, black and small black bean) were selected and determined their antioxidative activities *in vitro* by POV method. Dark colored soybeans such as brown, black and small black soybean showed stronger antioxidative effect than pale yellow one. When compared the antioxidative effect of these soybeans in hull and dehulled condition, in dehulled soybeans, they showed the same antioxidative effect in each soybeans, but in soybean hull, dark colored soybeans showed stronger antioxidative effect than yellow soybean hull, which means the pigments of soybeans play important roles in their antioxidative activities. To separate the main components showing antioxidative effect in soybeans, these soybeans were extracted with hexane, methanol and water. The methanol extract showed the strongest antioxidative effect among them, which means the major antioxidative effect materials contained in methanol extract.

Key words: Korean soybeans, antioxidative effect, soybean hull, dehulled soybean

서 론

대두에는 영양성분 이외에 여러 기능성 성분들이 함유되어 있음이 속속 밝혀지고 있고(1), 그 중에서도 대두의 isoflavone인 genistein의 항암효과에 관해서는 많은 연구가 행해지고 있다(2,3). Genistein의 항암효과에 관해서는 여러 매카니즘들이 알려져 있지만 Wei 등에 의하면 genistein은 superoxide anion의 형성을 억제하고 tumor promoter인 hydrogen peroxide를 scawenger하여 항산화효과를 나타내므로 항암효과를 나타낸다고 밝히고 있고(4), UV조사나 Fenton반응 시스템에서 DNA의 8-hydroxy-2′-deoxyguanosine(8-OHdG)의 생성을 현저하게 막아 항암작용에 관여함을 밝히고 있다(5). 대두의 항산화성에 관한 연구로서는 Pratt(6)가 대두의 열수추출물에서 강한 항산화효과를 확인하였고 Pratt 등(7)은 대두단백질 가수분해물에서 강력한 항산화 효과를 발견하고 그 원인물질로 genistein, daidzein, glycitein의 세 isoflavone임을 밝힌 바 있다.

Hayes 등(8)은 대두분의 항산화성 물질로서 토코페롤, flavonoids, isoflavone과 그 유도체, 인지질, 아미노산, 펩티드 등을 들었다. 대두에 함유되어 있는 saponin의 항산화 효과도 보고되어 있고(9), 대두의 항산화 효과의 원인물질로서 isoflavon 물질 뿐만 아니라 chlorogenic, caffeic, ferulic과 p-coumaric acid 등의 phenolic acid도 상당한 항산화효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(10-12).

한편 검정콩은 예로부터 노인성 치매예방에 효과가 있는 물질로 알려져 있고 신장에 좋다고하여(13) 한방에서 귀하게 여기고 있는 물질이며 검정콩의 색소는 chrysanthemine으로서 anthocyan계통의 색으로 알려져 있으며(14) anthocyan계 색소의 항산화 효과가 검은쌀(15), 검정콩(16), 야생포도(17)에서 보고된 바 있다.

따라서 국산 대두의 항산화 효과를 알아보기 위하여 노란콩, 밤콩, 검정콩, 소립검정콩의 네종류의 국산콩을 가지고 콩전체 및 콩껍질과 속으로 분리하여 항산화 효과를 비교하고 항산화 효과의 원인물질을 추정

†To whom all correspondence should be addressed

하기 위하여 핵산, 메타놀 및 물추출물로 분획하여 항산화 효과를 측정하고 이들 콩의 anthocyanin 함량 및 total phenol 함량을 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 시료로 사용한 노란콩은 단원콩으로서 영남작물시험장에서 분양받았으며 검정콩은 수원155호로서 전북 태안군 농촌지도소에서 구입하였으며 밤콩은 충남 홍성에서, 소립검정콩은 경남 산청의 농민에게서 직접 구입하였다.

일반성분의 분석

각각의 콩을 mill(Takasaki kagaku, Japan)로 일차 분쇄한 후 Iwatani IFM-150 mill로 2차 분쇄하여 콩 전체의 시료분석용으로 하였으며 또한 콩을 껍질과 속으로 분리하여 mill로 분쇄하여 껍질과 속의 분리시료로 하였다. 수분은 상압 가열건조법으로, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로, 조회분은 회화법으로 각각 측정하였다.

지방산 분석

핵산으로 지방을 추출하여 1N KOH를 가하고 80°C 수조상에서 1시간 동안 환류 가열한 다음 증류수 약 10 ml, 핵산 30ml를 혼합하여 검화물을 제거한 후 지방산을 핵산층으로 옮기고 질소gas로 농축하여 Metealfe와 Schmitz의 방법(18)에 따라 methylation시켰다. 즉 BF_3-메타놀(14%)용액 2.5ml를 혼합하여 105°C dry bath(Thermolyne Co., DB 28125, USA)에서 한시간 동안 가열하고 이것을 30분간 충분히 식힌 다음 핵산 1ml를 첨가하여 vortex로 혼합하고 3000rpm에서 10분간 원심분리하여 상층을 취한 후 질소gas로 농축하였으며 gas chromatograph에 주입하였다. 이때의 GC의 분석조건은 다음과 같았다.

Table 1. Condition of gas chromatography for fatty acid analysis

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 5890 Gas Chromatograph
Column	Ultra 2 cross linked 5% diphenyl and 95% dimethylpolysiloxane (25m×0.32mm0.52μm)
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	15ml/min Nitrogen
Column temperature	5min at 170°C than to 200°C at 2°C/ min and hold 5min than to 230°C at 2°C/min
Injection temperature	210°C
Detector temperature	250°C

시료의 용매별 추출

각 콩 종류별로 100g을 분쇄한 후 중량비 10배량의 n-핵산으로 하룻밤 추출하고 잔사를 다시 3시간 추가 추출하여 합한 용액을 40°C에서 감압 농축하여 핵산추출물로 하였고, n-핵산으로 추출한 후의 콩 잔사를 중량비 10배량의 메타놀로 하룻밤 추출하고 나온 잔사를 다시 3시간 추출하여 합한 용액을 40°C에서 감압 농축하여 80% 메타놀추출물로 하였으며, 그 잔사를 중량비 10배량의 물로 하룻밤 추출하고 나온 잔사를 다시 3시간 추출하여 합한 용액을 50°C에서 감압 농축하여 물추출물로 하였다.

항산화 효과의 측정

Linoleic acid(Sigma) 1g을 ethanol 20ml에 녹여 인산완충액(0.2M, pH 7.0) 25ml를 가하고 각각의 시료를 가해 진탕incubator에 넣고 50°C에서 한달간 저장시키면서 경시적으로 AOAC법(19)에 따라 POV를 측정하였다. 이때 시료로 취한 콩의 함량은 항산화 효과를 잘 측정할 수 있는 범위에서 사용하였는 바 콩전체의 경우 0.5g을, 콩껍질과 속으로 분리한 시료의 경우 0.25g을, 용매별 추출시료의 동결건조 시료는 0.02g을 사용하였다.

Anthocyanin 함량의 측정

박 등(20)의 방법에 따라 측정하였는데 곱게 분쇄한 콩시료 2~3g을 넣은 후 40ml의 추출용매(ethanol : water : HCl=85 : 13 : 2)로 혼합하여 anthocyanin을 추출하였다. 추출액을 여과한 후 여과액을 200ml 정용플라스크로 정용한 뒤 실온의 암소에서 2시간 방치 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였으며 다음 식으로 total anthocyanin의 함량을 계산하였다.

$$\text{Total anthocyanin(mg\%)} = \text{O.D.} \times \frac{200}{W} \times 100 \times \frac{1}{65.1}$$

Total phenol 함량의 측정

콩종류별 total phenol 함량은 Hammerschmidt와

Pratt(21)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 콩 종류별로 콩 전체, 콩속과 껍질, 용매별 추출물 0.1mg씩을 2% Na_2CO_3 용액 2.0ml에 녹이고 2분 후 50% Folin-Ciocalteau reagent 0.1ml를 가하여 실온에서 30분간 incubation시킨 다음 750nm에서의 흡광도를 측정하고 chlorogenic acid를 표준으로하여 total phenol 함량을 산출하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

시료로 사용한 콩전체 및 콩껍질, 콩속의 일반성분 조성은 Table 2와 같았다. 콩전체의 경우, 단백질과 지질 함량은 노란콩에서 높았고 콩껍질의 경우, 단백질량이 11~13%범위, 조지방량은 2~4%범위로 함유되어 있어 콩종류에 따라 성분간에 차이가 나타났으며 콩 속의 경우, 단백질과 지방 함량은 역시 노란콩에서 가장 높았다.

지방산의 조성

콩 종류별 구성 지방산의 조성은 Table 3과 같았다. 지방산의 조성에 있어 콩 종류별로 큰 차이는 보이지 않았는데 linoleic acid 함량이 약 50%정도로 가장 높았고 다음이 oleic acid로서 약 30%정도였고 palmitic acid 함량이 13~17%정도였다. 노란콩의 경우 특히 palmitic acid 함량이 다른 콩에 비해서 높았고 상대적으로 oleic acid와 linoleic acid 함량이 낮았다. 검정콩의 경우 linoleic acid 함량이 50.8%로 가장 높았다. 이러한 결과는 Gunston 등(22)의 대두 및 이(23)의 한국산 검정콩의 지방산 조성에 관한 연구 결과와 일치함을 알 수 있었다.

항산화 효과

콩 전체의 POV를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 네종류의 콩 모두에서 높은 항산화 효과가 인정되었으나, 검정콩이나 밤콩의 항산화 효과가 노란콩 보다 월등히 높은 것으로 나타났다. 소립검정콩의 경우도 노란콩 보다는 항산화 효과가 높았으나 저장 10일 이후부터는 POV값이 약간 상승하는 것으로 나타나서 검정콩이나 밤콩 보다는 항산화 효과가 약한 것으로 나타났다. 지금까지 주로 항산화 효과를 살펴본 콩의 종류는 노란콩이었던데(1-10) 비해 본 실험에서 노란콩 보다는 검정콩이나 밤콩에서 항산화 효과가 큰 것으로 나타난 것은 흥미있는 결과이며, 이렇게 짙은 색을 가진 콩들의 항산화 효과가 큰 것은 검정콩이나 밤콩의 껍질에 함유되어 있는 색소 성분 때문인 것으로 추정되기 때문에 콩들을 껍질과 속으로 분리하여 항산화 효과를 비교하였다. 그 결과(Fig. 2) 껍질의 경우 노란콩의 항산화 효과는 가장 약했으나 밤콩, 검정콩, 소립검정콩의 항산화 효과는 매우 강력하여 50°C에서

Table 2. Proximate analysis of soybeans, soybean hulls and dehulled soybeans

Kind of soybeans	Moisture(%)	Protein(%)	Lipid(%)	Ash(%)
Yellow soybean	10.33	39.03	14.00	5.38
Brown soybean	10.53	36.80	13.45	4.74
Black soybean	10.30	37.20	13.18	5.15
Small black soybean	9.90	37.15	11.53	5.48
Yellow soybean hull	7.4	11.39	4.35	4.70
Brown soybean hull	7.2	12.69	1.50	4.82
Black soybean hull	9.9	11.35	2.78	5.60
Small black soybean hull	9.5	11.97	3.20	4.33
Dehulled yellow soybean	9.9	42.68	20.88	5.60
Dehulled brown soybean	9.7	40.76	18.63	4.71
Dehulled black soybean	9.8	40.90	16.68	5.00
Dehulled small black soybean	9.2	40.68	15.95	4.88

Table 3. Fatty acid composition in soybeans

Kind of soybeans	Fatty acids(%)						
	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1
Yellow soybean	16.6	0.3	4.4	25.9	43.1	8.7	1.0
Brown soybean	12.5	0.1	3.2	28.6	47.3	8.1	0.2
Black soybean	12.5	trace	4.9	26.3	50.8	5.5	trace

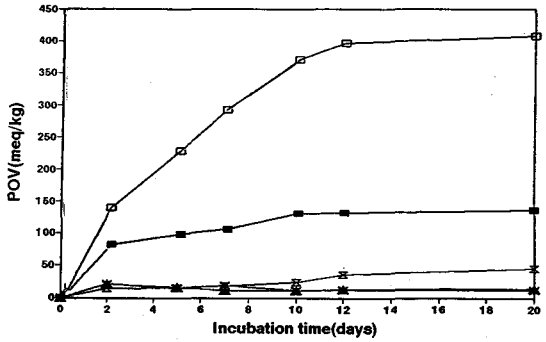

Fig. 1. Peroxide values of soybeans in linoleic acid emulsion at 50°C.
—□— Control —■— Yellow soybean
—▲— Brown soybean —×— Black soybean
—⧖— Small black soybean

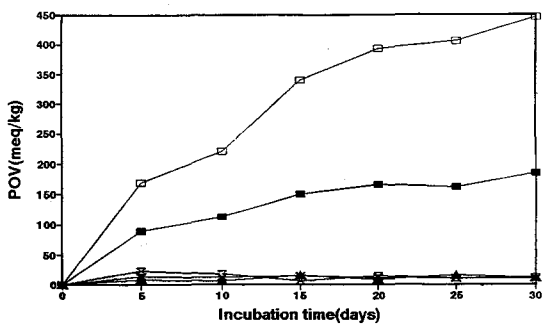

Fig. 2. Peroxide values of soybean hulls in linoleic acid emulsion at 50°C.
—□— Control —■— Yellow hull
—▲— Brown hull —×— Black hull
—⧖— Small black hull

30일간 저장하였을 때 거의 POV의 증가를 나타내지 않았다. 그런데 껍질을 제거한 콩의 경우(Fig. 3) 항산화 효과는 껍질에서처럼 높지 않았고 POV값들도 네 종류의 콩에서 유사하게 나타나서 콩종류에 따른 항산

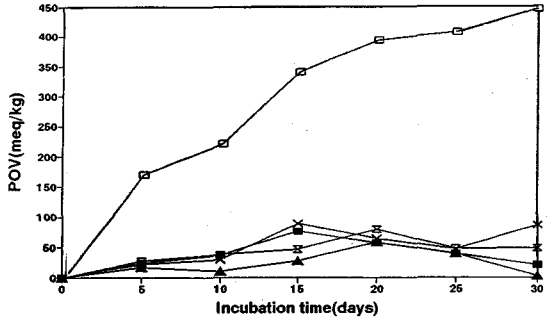

Fig. 3. Peroxide values of dehulled soybeans in linoleic acid emulsion at 50°C.
—□— Control —■— Dehulled yellow
—▲— Dehulled Brown —×— Dehulled Black
—⧖— Dehulled S. black

화 효과의 차이는 거의 인정되지 않았다. 이는 실험에 사용한 네종류의 콩의 항산화 효과는 콩껍질의 색소성분에 크게 관련되어 있음을 짐작할 수 있게 하였다. Choi 등(15)과, Osawa(16)는 검정콩과 검은쌀에서 강력한 항산화 효과물질을 분리하여 그 물질이 적자색의 anthocyanin임을 밝힌 바 있다.

각각의 콩을 n-핵산, 80% 메타놀 및 물로 추출하여 농축건고한 것을 동결건조하여 linoleic acid emulsion에 0.02g씩 가한 후 50°C에서 저장하면서 5, 10, 15, 19, 25일째의 POV를 측정한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 핵산추출물의 경우 밤콩과 소립검정콩에서 항산화 효과가 인정되었으나, 나머지 콩들의 항산화 효과는 인정되지 않았다. 80% 메타놀추출물의 경우 네종류의 콩 모두 낮은 과산화물가를 나타내어 높은 항산화 효과가 인정되었으나 물추출물에서는 네종류의 콩 모두 약한 항산화 효과를 나타내었다. 따라서 80% 메타놀로 주요 항산화 물질들이 추출됨을 알 수 있었다. Chang 등(24)은 sage의 핵산추출물은 라드에 대해 항산화 효과가 없

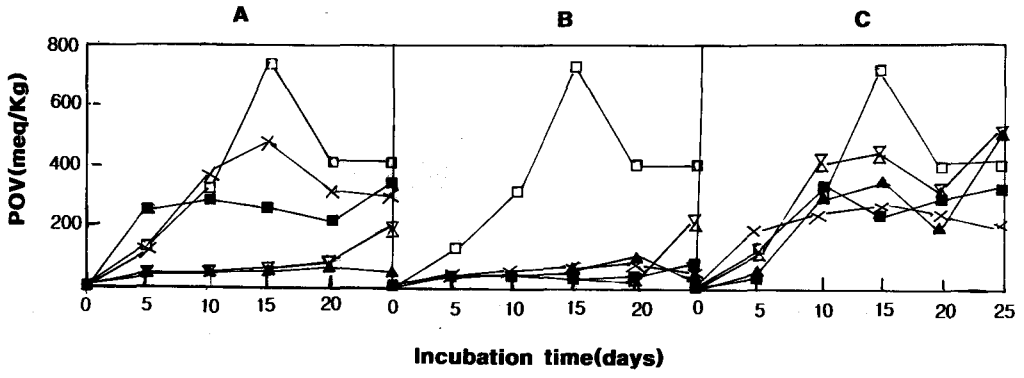

Fig. 4. Peroxide values of hexane(A), methanol(B) and water extracts(C) of soybeans in linoleic acid emulsion at 50°C.
—□— Control —■— Yellow hull —▲— Brown hull —×— Black hull —— Small black hull

음을 보고하였고 대두단백질 및 sage의 chloroform획분보다는 에타놀 및 메타놀획분의 항산화 효과가 크다고 하였고 Fukuda 등(25)은 맥아 및 참깨에서 비극성 용매에 가용성인 물질 보다 극성용매에 가용성인 물질이 보다 더 항산화 효과가 크다고 하였다. 또한 김 등(26)이 다양한 용매를 이용하여 대두추출물의 항산화 효과를 비교한 결과 날대두군과 탈지대두군의 메탄올 상온추출물과 볶은 대두군과 탈지 볶은 대두군의 메탄올 환류추출물의 항산화 효과가 좋았으며, 가장 항산화 효과가 뛰어난 것은 탈지 볶은 대두의 메탄올추출물임을 밝힌 바 있어 본 실험과 일치하는 결과를 나타내었다.

Anthocyanin의 함량

콩의 항산화 효과와 anthocyanin 함량과의 관계를 규명하기 위하여 실험에 사용한 콩종류별 anthocyanin의 함량을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 소립검정콩의 경우 anthocyanin의 함량이 196.01mg으로서 제일 높았고 다음이 검정콩으로서 143.01mg이었고 밤콩과 노란콩의 함량은 유사하게 나타났다. 그런데 앞에서 밤콩의 경우 콩전체 및 콩껍질에서 매우 높은 항산화 효과를 나타내었는데 밤콩의 경우 anthocyanin 함량 뿐만 아니라 다른 강력한 항산화 물질의 존재도 예측할 수 있겠다.

Total phenol 함량

검정콩의 경우는 별도로 하고 지금까지 노란콩의 주요 항산화 효과의 원인물질은 페놀물질과 phenolic acid로 알려져 왔다(6-10). 따라서 실험에 사용한 네종류의 콩의 total phenol 함량과 항산화 효과와의 관련성을 규명하기 위하여 total phenol 함량을 측정하고 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 콩전체와 콩껍질 및 콩속의 경우 모두 소립검정콩>밤콩>검정콩의 순으로 그 함량이 높았고 노란콩에서 가장 낮았다. 용매별 추출물의 total phenol 함량은 메타놀추출물과 물추출물 중에 주로 함유되어 있었는데 메타놀추출물의 경우 소립검정콩과 검정콩에서, 물추출의 경우 밤콩과 노란콩의 total phenol 함량이 높아서 서로 다른 경향을 나타내었다. 앞으로 이들 콩중의 isoflavon 및 phenolic acid의 성분분석에 의해 구체적인 성분을 규명할 예정이나 total phenol 함량이 노란콩 보다 밤콩, 검정콩, 소립검정콩에서 높은 함량을 나타내었으며 콩속 보다는 콩껍질에서 그 함량이 높았고, 용매별 추출물중에서는 메타놀추출물에서 높아서 POV로 확인한 콩의 항산화 효과와 일치함을 확인할 수 있었다.

Table 4. Anthocyanin contents of soybeans

Kind of soybeans	Anthocyanin content(mg%)
Yellow soybean	120.17
Brown soybean	120.07
Black soybean	143.01
Small black soybean	196.01

요 약

국산 대두의 항산화 효과를 확인하고 그 원인 물질을 규명하기 위하여 노란콩, 밤콩, 검정콩, 소립검정콩을 각각 콩전체, 콩껍질과 속으로 분리하여 실험한 결과, 콩전체의 경우 노란콩 보다 밤콩, 검정콩, 소립검정콩 등의 색이 짙은 콩의 항산화 효과가 높았고 이들을 껍질과 속으로 분리하여 항산화 효과를 측정한 결과 콩속의 항산화 효과는 네종류의 콩에서 유사한 것으로 나타났으나 껍질의 경우 노란콩 보다 밤콩, 검정콩, 소립검정콩 등의 색이 짙은 콩껍질에서 높은 항산화 효과를 나타내어서 콩의 항산화 효과에는 콩껍질에 함유되어있는 색소물질이 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 콩의 짙은 색의 주요 색소성분인 anthocyanin 함량을 측정한 결과 소립검정콩과 검정콩의 anthocyanin 함량이 높았고 밤콩과 노란콩은 적게 나타났다. 콩의 항산화 효과의 주요물질을 분리하기 위하여 핵산, 메타놀 및 물로 추출하여 항산화 효과를 측정한 결과 80% 메타놀추출물에서 네종류의 콩 모두 강한 항산화 효과를 나타내었다. 콩의 항산화 원인 물질인 total phenol 함량을 측정한 결과 노란콩 보다 밤콩, 검정콩, 소립검정콩에서 높은 함량을 나타내었고 용매별 추출물 중에서는 메타놀추출물에서 그 함량이 높아서 콩의 항산화 효과

Table 5. Total phenol contents in soybeans, dehulled soybeans, soybean hulls and solvent extracts of soybeans (mg/ml)

	Total soybean	Dehulled soybean	Soybean hull	Hexane ext.	Methanol ext.	Water ext.
Yellow soybean	1.38	0.39	1.59	0.06	1.78	2.30
Brown soybean	2.31	2.18	2.23	0.15	1.94	2.42
Black soybean	2.16	1.62	1.85	0.28	2.33	1.97
Small black soybean	2.77	2.86	2.42	0.49	2.99	2.47

와 total phenol 함량은 일치하는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 연구는 '94년도 한국과학재단 연구비 지원(KOSEF 94-0402-02-3)에 의한 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 2nd International symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease abstract book. Brussels, Belgium(1996)
2. Banes, S., Grubbs, C., Setchell, K. D. R. and Carlson, J. : Soybeans inhibit mammary tumors in models of breast cancer. In *"Mutagens and carcinogens in the diet"* Pariza, M. and Liss, A.(eds.), New York, Wiley-Liss, p.239(1990)
3. Messina, M. J., Persky, V., Setchell, K. D. R. and Barnes, S. : Soy intake and cancer risk, a review of *in vitro* and *in vivo* data. *Nutrition and Cancer*, **21**, 113(1994)
4. Wei, H., Wei, L., Frenkel, K., Bowen, R. and Barnes, S.: Inhibition of tumor promotor-induced hydrogen peroxide formation *in vitro* and *in vivo* by genistein. *Nutrition and Cancer*, **20**, 1(1993)
5. Wei, H., Cai, Q. and Rahn, R.: Inhibition of UV light- and Fenton reaction-induced oxidative DNA damage by the soybean isoflavone genistein. *Carcinogenesis*, **17**, 73(1996)
6. Pratt, D. E. : Water soluble antioxidant activity in soybeans. *J. Food Sci.*, **37**, 322(1972)
7. Pratt, D. E., Pietro, C., Porter, W. and Giffee, W. : Phenolic antioxidants of soy protein hydrolyzates. *J. Food Sci.*, **47**, 24(1981)
8. Hayes, R. E., Bookwalter, G. N. and Bagley, E. B. : Antioxidant activity of soybean flour and derivatives-A review. *J. Food Sci.*, **42**, 1527(1977)
9. Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Hayashi, T. and Taniyama, T. : Characterization of saponin constituents in soybeans of various origins and quantitative analysis of soyasaponins by gas-liquid chromatography. *Yakagaku zasshi*, **104**, 162(1984)
10. Naim, M. B., Gestetner, B., Zikah, S., Birk, Y. and Bondi, A. : Soybean isoflavones, characterization, de termination and antifungal activity. *J. Agr. Food Chem.*, **22**, 806(1974)
11. Sangor, M. R. and Pratt, D. E.: Lipid oxidation and fatty acid changes in beef combined with vegetables and textured vegetable protein. *J. Am. Diet. Assoc.*, **64**, 268(1974)
12. Pratt, D. E. and Birac, P. M. : Source of antioxidant activity of soybeans and products. *J. Food Sci.*, **44**, 1720(1979)
13. 堀田 満ら 編輯 : 世界有用植物事典. 平凡社, 東京, 日本(1989)
14. 이춘영, 김우정 : 천연향신료와 식용색소. 향문사, 서울(1995)
15. Choi, S. W., Kang, W. W. and Osawa, T.: Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods and Biotechnology*, **3**, 131(1994)
16. Osawa, T. : Protective role of phenolic antioxidants in dietary plants against oxidative stress. IUFoST '96 regional symposium abstract, Seoul(1996)
17. Igarashi, K., Takanashi, K., Makino, M. and Yasui, T. : Antioxidative activity of major anthocyanine isolated from wild grapes. *Nippon shokuhin kogyo gakkaishi*, **36**, 852(1989)
18. Metealfe, L. D. and Schmitz, A. A. : The rapid preparation of fatty acid ester for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **177**, 751(1949)
19. AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington D.C., U.S.A.(1990)
20. 박성준, 이재하, 임재호, 권경섭, 장희규, 유무영 : 딸기잼의 안토시아닌과 Spreadmeter치의 가열 및 저장중 변화. 한국식품과학회지, **26**, 365(1994)
21. Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. : Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.*, **43**, 556(1978)
22. Gunstone, F. D., Harwood, J. L. and Padley, F. B. : The lipid handbook. 2nd ed., Chapman and Hall chemical database, London, p.97(1994)
23. 이경임 : 한국산 검정콩의 지질성분에 관한 연구. 부산대학교 이학석사학위논문(1984)
24. Chang, S. S., Matijasevic, B. O., Hsieh, O. A. L. and Hwang, C. H. : Natural antioxidants rosemary and sage. *J. Food Sci.*, **42**, 1102(1977)
25. Fukuda, Y., Osawa, T., Namiki, M. and Ozaki, T. : Studies on antioxidative substances in sesame seed. *Agric. Biol. Chem.*, **49**, 301(1985)
26. 김지영, 맹영선, 이기영 : 다양한 용매를 이용한 대두 추출물의 항산화 효과. 한국식품과학회지, **27**, 635(1995)

(1997년 2월 1일 접수)