

## 정선산 쥐눈이콩의 부위별 이화학적 특성 및 항산화 효과

사재훈\* · 신인철 · 정경진 · 심태흠 · 오홍석 · 김영진 · 정의호 · 김광기<sup>1</sup> · 최대성<sup>1</sup>  
강원도보건환경연구원, <sup>1</sup>정선군농업기술센터

### Antioxidative Activity and Chemical Characteristics from Different Organs of Small Black Soybean (Yak-Kong) Grown in the Area of Jungsun

Jae-Hoon Sa\*, In-Cheol Shin, Kyung-Jin Jeong, Tae-Heum Shim, Heung-Seok Oh,  
Yong-Jin Kim, Eui-Ho Cheung, Gwang Gee Kim<sup>1</sup> and Dae-Sung Choi<sup>1</sup>

Gangwon Research Institute of Health and Environment  
<sup>1</sup>Jungsun Agriculture Technology Center

Nutritional composition, contents of phenolic compounds, and antioxidative activities of small black soybean were investigated. Proximate composition of the soybean was crude fat, crude protein, carbohydrate, and crude ash at 15.9, 34.7, 38.5, and 3.7%, respectively. Potassium was the predominant mineral, followed by phosphorus, calcium, and magnesium. Glucose and galactose were the major sugars. Twelve different kinds of fatty acids were identified in whole soybean, dehulled soybean, and soybean hull. The 75% methanol and ethyl acetate extract fractions from the soybean hull contained total phenolic compounds at 4.64 and 13.53 g/100 g, respectively. The methanol extract of soybean hull showed strongest antioxidative activity among samples tested. Ethyl acetate fraction of the soybean hull exhibited DPPH radical scavenging activity at level similar to those of  $\alpha$ -tocopherol and BHT. Phenolic compounds were the major biological components in the soybean hull. These results suggest that small black soybean can be used as a new material for functional food.

**Key words:** nutritional compositions, phenolic compounds, antioxidative activity, small black soybean (Yak-Kong), functional food

## 서 론

콩(대두, *Glycine max* Merrill)은 만주를 중심으로 한 동북부 아시아로 추정되는 한해살이 식물로 곡류위주의 식습관을 지닌 우리나라 사람들에게 직접 혹은 간접적인 형태인 두부, 장류, 콩나물 등으로 다양하게 이용되고 있는 영양식품이다. 콩은 단백질(30~45%), 지방(18~22%), 탄수화물(22~29%), 무기질 등을 다량 함유하고 있으며, 영양성분 이외에 여러 기능성 성분들이 함유되어 있음이 속속 밝혀지고 있다<sup>(1)</sup>. 펩타이드 성분은 항암, 혈압강하, 면역증강, 칼슘흡수 촉진 등의 광범위한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되었다<sup>(2)</sup>. 그 중에서도 isoflavone인 genistein의 항암효과에 관해서도 많은 연구가 행하여지고 있다. 대부분 항산화성 물질로서 tocopherol, flavonoids,

isoflavone과 그 유도체, 인지질, 아미노산, 펩티드 등이라고 언급하였으며, 항산화 효과의 원인 물질로 saponin, chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid과 *p*-coumaric acid 등의 phenolic acids도 상당히 항산화 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다<sup>(3-6)</sup>. Flavonoid, glyceolin 등의 2차 대사산물의 존재가 보고되어지고 있는 것 외에 체내 과산화 지질의 생성을 억제하는 등의 생리활성 측면에서 유효한 것으로 알려진 soyasaponin 계의 올리고 배당체 성분들과 이들 saponin의 비당부 성분인 soyasapogenol 등이 알려져 있고, 지용성 성분으로는 sterol계, sterol 배당체등이 단리 보고되어져 있는 등 상세한 화학적 성분 연구가 행하여졌다. 또한 한방에서는 검정콩이 노인성 치매예방 및 신장에 좋다고 알려지고 있으며, 검정콩의 색소는 anthocyan 계통의 색으로 알려져 있으며, anthocyan 계 색소의 항산화 효과가 검은쌀, 검정콩에서 보고된 바 있다<sup>(7)</sup>. 국내에서는 anthocyanin이 갖는 기능성에 대한 연구가 진행되고 있으며, 특히 안토시아닌 색소중 cyanidin 3-glucoside는 항산화력이 높고 뇌혈관 및 심장질환의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

최근에 사회적으로 편의성이 강조되어 간편한 가공식품의

\*Corresponding author : Jae-Hoon Sa, Department of Food & Drug Analysis, Gangwon Research Institute of Health and Environment, Chuncheon 200-822, Korea  
Tel: 82-33-250-1720  
Fax: 82-33-250-1749  
E-mail: jhoonsa@provin.gangwon.kr

수요량이 증가하고 건강에 대한 관심이 커져 각종 기능성 식품의 수요가 점진적으로 늘어나고 있는 추세이다. 따라서 기능성 물질을 지닌 농업신소재를 개발하여 국제 경쟁력을 강화해야 하나, 최근 각국의 기술보호정책에 따라 그 도입 이용이 어려워 우리나라 환경에 적합한 작물로부터 특수 성분, 즉 2차 대사산물에 관한 연구를 통하여 신농업소재로 개발하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 최근에 노화(aging)와 성인병 질환의 원인이 활성산소종(reactive oxygen species)에 기인된 것이라는 학설이 인정됨에 따라 산소로부터 유래된 활성산소종을 조절할 수 있는 천연 항산화제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 활성산소종들은 생체막의 지질을 과산화시켜 생체막을 변질시킴으로써 활성산소의 연쇄반응으로 효소불활성화, 세포노화, 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 암 등의 질병을 유발한다고 보고되었다<sup>(8-11)</sup>. 그러므로 생체내 자유라디칼(free radical)의 생성을 억제하는 것이 질병 예방을 위해 중요하다. 이러한 활성산소종을 조절하거나 제거할 수 있는 항산화제에 관한 연구가 최근에 활발히 진행되고 있다. 항산화제는 식품의 가공 또는 저장중에 산화에 의한 품질저하를 예방하기 위하여 사용되며, 생체내에서는 노화 촉진의 가장 중요한 요인인 산화작용을 지연시킴으로써 노화를 억제하기 위한 목적으로 섭취되어 왔다.

본 연구는 정선지역에 자생하고 있는 쥐눈이콩(약콩)의 생리활성 탐색 및 활용방안에 관한 연구의 일환으로 콩전체 및 콩껍질과 속으로 분리하여 부위별 일반성분과 추출물의 항산화 효과, 및 총페놀성화합물 함량 등을 탐색하여 기능성 식품으로서의 가능성을 검토하고자 수행하였다. 이러한 정선산 쥐눈이콩의 생리활성에 관한 연구를 통하여 약콩의 신수요 창출과 가공산업의 활성화를 가능하게 하여 농업신소재로의 육성을 위한 기초자료로 이용될 목적으로 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 쥐눈이콩(Small black soybean)은 정선산(2000년 10월)으로 정선군 농업기술센터에서 공급받아 감별한 후, 부위별로 종실전체(Whole soybean), 종피(Soybean hull), 및 종실속(Dehulled soybean)으로 나누어 본 실험에 사용하였다.

### 일반성분 및 무기질 분석

콩을 mill(Cemotec 1090 Sample mill, Foss Tecator, Sweden)로 분쇄한후 콩 전체의 시료분석용으로 사용하였으며, 또한 콩을 껍질과 속으로 분리하여 mill로 분쇄하여 종피 및 종실속의 분리시료로 사용하였다. 일반성분은 AOAC 방법<sup>(12)</sup>에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 105°C 상압가열 건조법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 분석하였다. 조단백질은 자동단백질 분석장치(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator사, Sweden)를 이용하였으며, 질소계수 5.71을 곱하여 조단백질 함량(%)으로 표시하였다. 무기질 시료의 전처리에는 황산-질산습식 분해법<sup>(13)</sup>으로 분해한후, 일정용액으로 하여 atomic absorption spectrophotometer(Varian Spectra AA

220-FS, Australia)로 분석하였다. 칼슘은 인의 간섭을 피하기 위하여 AAS의 manual<sup>(14)</sup>에 따라 KCl을 첨가하여 nitrous oxide-acetylene gas를 사용하였다. P은 UV/Vis Spectrophotometer 8452A(Hewlett-Packard, USA)를 이용하여 몰리브덴 청 비색법으로 분석하였다<sup>(15)</sup>. Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn 등의 표준품은 일본 Wako사의 제품을 사용하였다.

### 구성당 분석

구성당은 Blakeney 등<sup>(16)</sup>의 방법으로 분리하여 정량하였다. 즉, 시료 10 mg을 정확히 취하여 72%(w/w) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 125 µL를 넣어 잘 혼합한 다음, 실온에서 45분 방치하였다. 그 혼합액에 증류수 1.35 mL를 혼합하여 100°C에서 3시간 가수분해한 후, 시료에 15 M NH<sub>4</sub>OH 320 µL를 가하여 중화시킨후, 2% NaBH<sub>4</sub> DMSO용액 1 mL를 첨가하여 40°C에서 90분 반응시켰다. 그 반응액에 18 M glacial acetic acid 100 µL를 가하고 1-methylimidazole 200 µL와 acetic anhydride 2.0 mL를 넣어 실온에서 10분간 방치하였다. 그 반응액에 증류수 5.0 mL를 가하여 과잉의 acetic anhydride를 분해후, dichloromethane 1.0 mL를 넣어 잘 섞은후, 분리된 하층부분을 microcentrifuge tube에 취해 gas chromatography를 이용하여 분석하였다. 분석시 검출기는 FID, 컬럼은 DB-225(50%-Cyanopropylphenyl methylpolysiloxane) fused silica capillary column(30 m×0.25 mm id×0.25 µm df)을 사용하였으며, 컬럼의 온도는 235°C, 주입기 온도는 285°C, 검출기 온도는 300°C로 설정하였다.

### 지방산 분석

시료를 Bligh-Dyer 개량법<sup>(17,18)</sup>으로 chloroform : methanol (2 : 1, v/v)용액으로 지방질을 추출 정제한 후, 검화하여 Metcalfe 등<sup>(19)</sup>의 방법에 따라 boron trifluoride로 methylation한 후, GLC(HP GC Model 5890 series II, USA)로 분석하였다. 즉, 총지방질 약 20 mg을 정확히 취하여 0.5 N NaOH methanol용액 1.5 mL를 가해 100°C에서 5분간 검화한후, 14% BF<sub>3</sub>-MeOH 용액 2.0 mL를 가해 100°C에서 30분간 가온하여 지방산 methylester화 한 후, isooctane 1.0 mL와 포화 NaCl용액 5.0 mL를 가해 추출하여 isooctane층을 취하여 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수후, GLC 분석시료로 하였다. 분석시 검출기는 FID, 컬럼은 HP-INNOWAX(30 m×0.32 mm id×0.50 µm df) capillary column을 사용하였으며, 컬럼의 초기온도는 170°C로 하여 분당 5°C로 260°C까지 승온하였다. 이때 주입기 온도는 250°C. 검출기 온도 270°C로 설정하였다.

### 용매추출 및 분획

부위별로 쥐눈이콩을 잘게 세절하여 분쇄후, 약 20 g 정도를 추출용기에 넣고, 에탄올, 메탄올, 클로르포름, 물, 75% 에탄올로 추출하였다. 추출하여 얻어진 용액을 농축하여 농축물을 얻은 다음 추출수율(%)을 구하였다.

쥐눈이콩 껍질의 주성분을 규명하기 위하여, 쥐눈이콩 껍질부위의 메탄올 추출물을 대상으로 hexan, 클로르포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 및 물 등의 유기용매에 의한 생리활성 물질의 분획물을 제조하였다. 쥐눈이콩 껍질 167.02 g을 4 L의 메탄올로 상온에서 2회 반복추출하여 메탄올 추출물 7.07 g(추출수율: 4.23%)을 얻은 다음, 그 메탄올 추출물을 물 2 L

에 현탁시킨 뒤, 핵산, 에틸아세테이트, 부탄올, 물 순으로 용매분획하여 분획물을 제조하였다.

**부위별 쥐눈이콩 추출물의 흡광도**

부위별 쥐눈이콩의 추출물에 대하여 항산화성 물질로 알려진 화합물들(protein, aromatic amine 및 phenol 등)의 용출 정도를 Hewlett Packard사의 HP 8452A diode array spectrophotometer를 사용하여 285 nm에서 흡광도로 측정하였다<sup>(3)</sup>. 이때 시료는 0.1%가 되게 추출물을 메탄올에 녹인후 흡광도를 측정하였다.

Carotenoids함량은 0.1% 메탄올 추출물을 450 nm에서 흡광도를 측정하여 그 함량을 측정하였다<sup>(20)</sup>.

부위별 쥐눈이콩 추출물의 갈색화반응 생성물질의 농도를 나타내는 갈색도는 490 nm에서의 흡광도를 자외선/가시광선 분광광도계(Hewlett Packard사의 HP 8452A diode array spectrophotometer)를 사용하여 흡광도를 측정하였다<sup>(3)</sup>. 일부 갈색화 반응 생성물들은 항산화효과를 나타낸다.

**총페놀성물질(Total phenolic compounds) 함량분석**

총페놀성 물질 함량은 Folin-Denis방법에 따라 분석하였다<sup>(21)</sup>. 즉 추출물 혹은 분획물을 1.0 mg/mL가 되게 제조한 후, 75 mL의 증류수가 함유된 100 mL의 메스플라스크에 1 mL씩 넣고 잘 혼합하여 Folin-Denis 시액 5 mL와 탄산나트륨 포화 용액 10 mL를 차례로 넣은 다음 증류수로 100 mL 용량으로 채운다. 이것을 잘 혼합하여 실온에서 30분 방치한 후 uv/vis 분광광도계로 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 tannic acid를 이용하였다.

**DPPH free radical 소거법에 의한 항산화 효과**

추출물이나 분획물등의 검체를 적당한 농도로 에탄올 혹은 메탄올에 희석한 용액 4 mL와 0.2 mM DPPH 1 mL씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음, 실온에서 30분간 방치한 후, 515 nm에서 흡광도를 측정하였다<sup>(20)</sup>. 항산화 효과는 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검체의 농도(IC<sub>50</sub>)로 표시하였으며, 각 시료를 3회 반복 실시하여 평균하였다. 이 효능검정을 통하여 항산화력을 확인하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 무기질 함량**

쥐눈이콩을 부위별(종실전체, 종실속, 종피)로 나누어 분석한 일반성분의 조성은 Table 1과 같다. Table 1에서 보느냐와 같이 부위에 따라서 많은 차이를 보이고 있는데, 종실전체의 경우, 탄수화물(38.5%), 조단백(34.7%), 조지방(15.9%) 순으로 일반성분을 함유하고 있었다. 종실 속의 경우, 조단백(37.7%), 탄수화물(30.7%), 조지방(20.2%) 순으로 함유하고 있었다. 종피의 경우, 탄수화물(74.7%)을 다량 함유하고 있었으며, 조단백은 11.4%를 함유하고 있었고, 조지방(2.0%)은 소량 함유하고 있었다. 무기성분의 경우, 칼륨(K)이 모든 부위에서 1541.0~1832.3 mg%로 함량이 높았으며, 인(P), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)등을 다량 함유하고 있었다. 철(Fe), 아연(Zn), 구리(Cu) 등은 미량 함유하고 있는 것으로 나타났고, 인(P)

**Table 1. Proximate composition and mineral contents of small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun, Korea**

Composition	Whole soybean	Soybean hull	Dehulled soybean
Proximate compositions (%)			
Moiture	7.2	9.0	6.9
Crude ash	3.7	2.9	4.5
Crude protein	34.7	11.4	37.7
Crude fat	15.9	2.0	20.2
Carbohydrate	38.5	74.7	30.7
Mimeral (mg %)			
K	1605.5	1541.0	1832.3
P	350.0	770.5	160.9
Ca	225.5	183.6	282.5
Mg	176.3	190.8	153.2
Fe	19.1	12.5	20.6
Zn	3.0	3.2	2.8
Cu	1.0	1.0	0.8

**Table 2. Component sugars of polysaccharides in small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun, Korea (unit: mg/100 g)**

Sugar composition	Whole soybean	Soybean hull	Dehulled soybean
Rhamnose	-	-	-
Arabinose	171.67	64.96	36.65
Xylose	77.98	104.82	19.86
Mannose	60.18	42.10	20.34
Galactose	430.99	53.68	104.93
Glucose	760.95	555.91	163.92
Total	1501.77	821.47	382.35

의 경우에는 주로 종피(770.5 mg%)에 분포되어 있었으며, 종실속(160.9 mg%)에는 소량의 양을 함유하고 있었다.

**구성당 함량**

부위별 쥐눈이콩의 구성당 함량을 Table 2에 나타내었다. 쥐눈이콩의 구성당은 arabinose, galactose, glucose, mannose, xylose 이었으며, glucose와 galactose가 주요 구성당이였다. 부위별 쥐눈이콩의 총 구성당은 종실전체가 100 g당 1501.77 mg으로 가장 높은 함량을 지니고 있었으며, 종피가 100 g당 821.47 mg을 함유하고 있었으며 종실속은 382.25 mg을 함유하고 있었다.

**지방산 조성**

부위별 쥐눈이콩의 지방산 조성 분석결과는 Table 3과 같다. 쥐눈이콩 종실전체의 주된 지방산으로는 불포화 지방산인 Linoleic acid(18:2), Oleic acid(18:1), Linolenic acid(18:3)으로 주로 탄소수 18개가 주종을 이루고 있는 것으로 나타났다. 종실속과 종피의 경우에도 불포화지방산인 Linoleic acid(18:2), Oleic acid(18:1), Linolenic acid(18:3)가 주종을 이루고 있었다. 종실전체, 종실속 및 종피에서 모두 12종의 지방산이 동정되었으며, 불포화 지방산의 총합량은 종실

**Table 3. Fatty acid composition in small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun, Korea** (unit: %)

Fatty acid (%)	Whole soybean	Soybean hull	Dehulled soybean
Palmitic acid (16:0)	12.56	12.52	13.24
Palmitoleic acid (16:1)	trace	0.13	0.23
Heptadecanoic acid (17:0)	0.12	0.11	0.21
Stearic acid (18:0)	3.77	3.79	4.02
Oleic acid (18:1)	14.60	14.78	13.87
Linoleic acid (18:2)	56.65	56.60	52.78
Linolenic acid (18:3)	11.05	10.93	14.01
Arachidic acid (20:0)	0.33	0.34	0.43
Eicosenoic acid (20:1)	0.33	0.24	0.41
cis-11,14-Eicosadienoic acid (20:2)	trace	trace	0.13
Behenic acid (22:0)	0.43	0.41	0.45
Lignoceric acid (24:0)	0.17	0.14	0.22
Total saturated fatty acids	17.37	17.32	18.57
Total unsaturated fatty acids	82.63	82.68	81.43

전체가 82.63%, 종피가 82.68%, 종실속이 81.43%로 매우 높은 함량을 지니고 있는 것으로 분석되었다. 특히 동맥경화 유발의 원인이 되는 콜레스테롤의 농도저하에 효과가 큰 것으로 알려진<sup>(22,23)</sup> linoleic acid(18:2)의 함량이 모든 부위에서 52.78~56.65%로 매우 높은 함량을 지니고 있는 것으로 나타났다.

#### 부위별 쥐눈이콩 추출물의 흡광도

항산화성 물질로 알려진 화합물들(protein, aromatic amine, 및 phenol 등)의 용출정도를 Hewlett Packard사의 HP 8452A diode array spectrophotometer를 사용하여 285nm에서 측정하였다<sup>(3)</sup>. 쥐눈이콩 부위별 추출물의 페놀성화합물의 함량을 Table 4에 나타내었다. 쥐눈이콩 종피의 70% 메탄올 추출물이 흡광도 0.704로 가장 높게 측정되었으며, 그 다음이 종피 75% 에탄올 추출물(0.543), 종피 메탄올 추출물(0.430) 순으로 페놀성 화합물을 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 부위별로는 주로 쥐눈이콩의 껍질에서 나타나는 것으로 보아서, 쥐눈이콩의 페놀성화합물은 주로 껍질 부위에 함유되어 있는 것으로 확인되었다.

대부분의 카로테노이드(carotenoids)는 450 nm 파장에서 높은 흡광계수(extinction coefficient)로 흡수하므로, 450 nm에서의 흡광도를 측정하여 그 함량을 추정할 수 있다<sup>(20)</sup>. 카로테노이드계 화합물의 경우 쥐눈이콩 종피의 물 추출물이 0.117로 다소 높게 측정되었고, 다른 모든 추출물에서 흡광도가 낮게 측정되는 것으로 보아, 카로테노이드계 화합물이 거의 함유되지 않음을 확인할 수 있었다. 따라서 카로테노이드계 화합물은 쥐눈이콩의 생리활성에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 추정되었다.

쥐눈이콩 부위별 추출물의 갈색화반응 생성물질의 농도를 나타내는 갈색도는 흡광도 490 nm에서 측정하였다. 일부 갈색화 반응 생성물들은 항산화 효과를 나타낸다고 알려져 있다<sup>(20)</sup>. 그 결과를 Table 4에 나타내었는데, 쥐눈이콩 종피의 물 추출물(0.106)을 제외하고 모든 추출물이 흡광도가 낮게

**Table 4. Absorbance<sup>1)</sup> of small black soybean (Yak-Kong) extracts by using various solvents at 285, 450 and 490 nm**

Extracts	A <sub>285</sub>	A <sub>450</sub>	A <sub>490</sub>
Whole soybean			
Methanol	0.111	0.008	0.007
Ethanol	0.048	0.001	0.001
Chloroform	0.023	0.002	0.002
Water	0.113	0.016	0.013
75% Ethanol	0.339	0.032	0.020
70% Methanol	0.201	0.000	0.000
Soybean hull			
Methanol	0.430	0.033	0.026
Ethanol	0.240	0.020	0.012
Chloroform	0.109	0.029	0.019
Water	0.380	0.117	0.106
75% Ethanol	0.543	0.079	0.069
70% Methanol	0.704	0.045	0.031
Dehulled soybean			
Methanol	0.122	0.007	0.007
Ethanol	0.093	0.005	0.002
Chloroform	0.016	0.001	0.001
Water	0.083	0.016	0.014
75% Ethanol	0.177	0.005	0.002
70% Methanol	0.211	0.000	0.000

<sup>1)</sup>The absorbance is measured with a 0.1% solution in methanol over an optic path of 1 cm.

**Table 5. Contents of total phenolic compounds in small black soybean (Yak-Kong) extracts by using various solvents**

Extracts	Total phenolic compounds (g/100 g)		
	Whole soybean	Soybean hull	Dehulled soybean
Methanol	0.39	2.39	0.37
Ethanol	0.23	1.54	0.25
Water	0.23	1.17	0.15
75% Ethanol	0.71	4.64	0.68
70% Methanol	0.62	3.88	0.41

측정되는 것으로 나타났다. 이로 미루어 보아서, 쥐눈이콩 추출물에는 갈색화 반응물질이 거의 함유되어 있지 않음을 확인할 수 있었으며, 갈변물질에 의한 생리활성 효과는 크지 않을 것으로 추정된다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 쥐눈이콩 추출물은 모든 부위에서 카로테노이드계 화합물과 갈변물질은 거의 용출되지 않았으며, 주로 페놀성화합물이 용출됨을 확인하였다. 특히, 페놀성화합물은 종피 부위에 가장 많이 함유되어 있음을 확인하였다.

#### 총페놀성화합물 함량

쥐눈이콩 추출물의 총페놀성화합물 함량을 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 보는 바와 같이 종피의 75% 에탄올 추출물이 4.64 g/100 g으로 가장 높은 함량을 지니고 있었고, 그 다음이 종피 70% 메탄올 추출물, 종피 메탄올 추출물 순으

**Table 6. Antioxidant activity of each extract from small black soybean (Yak-Kong) on DPPH radical scavenging method**

Extracts	Antioxidant activity <sup>1)</sup> (IC <sub>50</sub> : µg/mL)		
	Whole soybean	Soybean hull	Dehulled soybean
Methanol	250.0	8.3	>250.0
Ethanol	>250.0	38.9	>250.0
Chloroform	>250.0	>250.0	>250.0
Water	152.8	30.6	>250.0
75% Ethanol	63.9	10.0	186.1
70% Methanol	150.0	11.1	144.7
Antioxidants			
BHT	5.4		
Vitamin C	4.2		
α-Tocopherol	3.3		

<sup>1)</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH (0.04 mM) after 30 min.

**Table 7. Absorbance<sup>1)</sup> of solvent fractionations from the hull of small black soybean (Yak-Kong) at 285, 450, and 490 nm**

Fractions	A <sub>285</sub>	A <sub>450</sub>	A <sub>490</sub>
n-Hexane fr.	0.183	0.025	0.017
EtOAc fr.	1.414	0.053	0.026
n-BuOH fr.	0.357	0.057	0.041
Aqueous fr.	0.358	0.032	0.009

<sup>1)</sup>The absorbance is measured with a 0.1% methanol solution over an optic path of 1 cm.

로 각각 3.88 g/100 g, 2.39 g/100 g을 함유하고 있었다. 부위별로는 종피 > 종실전체 > 종실속 순으로 총페놀성화합물 함량을 다량 함유하고 있었다. 용매별로는 75% 에탄올 > 70% 메탄올 > 메탄올 > 에탄올 > 물 추출물 순으로 총페놀성화합물을 함유하고 있었다. 이 결과로 미루어 보아, 총페놀성화합물은 주로 종피에 다량 함유되어 있음을 확인할 수 있었다.

**항산화 효과**

부위별 쥐눈이콩 추출물들에 대한 항산화 효과를 DPPH radical 소거활성에 의해 측정하였다. 그 결과를 Table 6에 나타내었는데, 쥐눈이콩 종피의 메탄올 추출물이 항산화효과 (IC<sub>50</sub>: 8.3 µg/mL)가 가장 높게 나타났고, 종피 75% 에탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 10.0 µg/mL), 종피 70% 메탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 11.1 µg/mL) 순으로 높은 항산화 활성을 나타내었다. 부위별로는 쥐눈이콩의 껍질부위에서 강력한 항산화 효과가 나타났다. 쥐눈이콩 종실 전체의 추출물의 경우, 75% 에탄올 추출물 (IC<sub>50</sub>: 63.9 µg/mL), 70% 메탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 150.0 µg/mL), 물 추출물(IC<sub>50</sub>: 152.8 µg/mL) 및 메탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 250.0 µg/mL)에서 항산화 효과가 나타났으며, 에탄올 추출물과 클로로포름 추출물에서는 나타나지 않았다. 쥐눈이콩 종실 속 추출물의 경우, 70% 메탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 144.7 µg/mL) 및 75% 에탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 186.1 µg/mL)을 제외하고 모든 추출물에서 항산화 효과가 나타나지 않았다. 이로 미루어 보아서 쥐눈이콩의 항산화 활성물질은 주로 껍질부위에 포함되어 있음을 확인할 수 있었다.

**Table 8. Contents of total phenolic compounds in solvent fractionations from the hull of small black soybean (Yak-Kong)**

Fractions	Total phenolic compounds (g/100 g)
n-Hexane fr.	3.23
EtOAc fr.	13.53
n-BuOH fr.	5.59
Aqueous fr.	5.82

**Table 9. Antioxidant activity of solvent fractionations from the hull of small black soybean (Yak-Kong) on DPPH radical scavenging method**

Fractions	Antioxidant activity <sup>1)</sup> (IC <sub>50</sub> : µg/mL)
n-Hexane fr.	>250.0
EtOAc fr.	11.1
n-BuOH fr.	160.5
Aqueous fr.	44.7
Antioxidants	
BHT	5.4
Vitamin C	4.2
α-Tocopherol	3.3

<sup>1)</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH (0.04 mM) after 30 min.

총페놀성화합물의 함량결과, 주로 종피 > 종실전체 > 종실속 순으로 높은 함량을 지니고 있었다. 쥐눈이콩의 항산화 활성이 주로 껍질부위에서 나타났으며, 총페놀성화합물도 주로 껍질 부위에서 나타나는 것이 일치하는 것으로 보아서, 쥐눈이콩 종피의 강력한 항산화 활성은 총페놀성화합물에 의한 영향일 것으로 추정된다. 이러한 결과들은 쥐눈이콩의 껍질부위가 강력한 항산화 활성을 지니고 있으며, 총페놀성물질의 함량이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 쥐눈이콩 껍질 부위의 뛰어난 생리활성을 활용한 다양한 식품의 보존제, 기능성식품소재, 혹은 기능성화장품 소재로서의 개발이 적극적으로 모색되어져야 할 것으로 판단된다.

**쥐눈이콩 종피 분획물의 흡광도**

쥐눈이콩 껍질 분획물의 용출정도를 흡광도를 측정하여 알아보았다. 그 결과를 Table 7에 요약하였다. Table 7에서 보는 바와 같이, 카로테노이드계 화합물(A<sub>450</sub>)과 갈변물질(A<sub>490</sub>)의 경우에는 흡광도가 거의 나타나지 않는 것으로 미루어 보아서 쥐눈이콩 종피의 주된 활성물질이 아닌 것으로 판단되어진다. 그러나 페놀계화합물의 용출정도를 나타내는 285 nm에서의 흡광도는 에틸아세테이트 분획물이 1.414로 매우 높게 측정되는 것으로 보아서, 페놀계 화합물이 매우 많이 용출되어져 나오는 것을 확인하였다. 그 다음으로 물 추출물과 부탄올 추출물에서 페놀성 화합물이 많이 용출되어져 나오는 것을 확인하였고, 헥산 분획물에서는 거의 용출되지 않는 것을 보여주었다.

**쥐눈이콩 종피 분획물의 총페놀성화합물 함량**

쥐눈이콩 껍질 분획물의 총페놀성화합물 함량을 Table 8에

나타내었다. Table 8에서 보는 바와 같이 에틸아세테이트 분획물의 경우, 100 g당 13.53 g으로 매우 높은 페놀성화합물 함량을 지니고 있었으며, 물 분획물(5.82 g/100 g), 부탄올 분획물(5.59 g/100 g) 순으로 측정되었다.

### 쥐눈이콩 종피 분획물의 항산화효과

쥐눈이콩 껍질 분획물의 항산화 효과를 측정된 결과를 Table 9에 나타내었다. 에틸아세테이트 분획물의 항산화효과(IC<sub>50</sub>: 11.1 µg/mL)으로 항산화 활성을 나타내는 주분획임을 확인하였다. 최근 노화와 각종 성인병의 원인물질이 활성산소에 기인된 것이라는 학설이 인정되어짐에 따라 활성산소를 조절할 수 있는 항산화제의 개발이 절실히 요구되어지고 있다. 본 연구결과, 쥐눈이콩 껍질의 에틸아세테이트 분획물에 천연의 항산화제가 다량 함유되어 있으며, 다량의 페놀성 화합물을 함유하고 있는 것으로 보아, 항산화 활성 주성분은 이들 페놀계 화합물에 의한 영향일 것으로 추정된다.

국산 대두의 항산화 효과에 관한 연구에서 배 등<sup>(7)</sup>은 항산화 활성의 원인물질을 규명하기 위하여 노란콩, 밤콩, 검정콩, 소립검정콩 등을 부위별로 콩전체, 콩껍질과 속으로 분리하여 실험한 결과, 콩전체의 경우에는 노란콩보다는 검정콩 등의 색이 짙은 콩의 항산화 효과가 높았고 이들을 부위별로 나누어 측정된 결과 주로 색이 짙은 콩껍질에서 높은 항산화 효과를 나타낸다고 보고하였다. 본 연구결과에서도 정선산 쥐눈이콩의 껍질에 다량의 총페놀성 화합물을 함유하고 있으며 항산화 활성이 가장 탁월한 부위임을 규명하였다. 현재 쥐눈이콩 종피의 에틸아세테이트 분획물을 대상으로 항산화 활성 주성분의 분리 및 구조규명에 관한 연구를 수행하고 있다. 또한, 쥐눈이콩을 활용한 노화억제 및 성인병 예방을 목적으로 하는 다양한 종류의 기능성 식품 개발과, 더불어 쥐눈이콩의 부산물인 껍질을 이용한 피부노화 억제 효능을 지닌 기능성 화장품 원료개발에 관한 연구가 진행 중에 있다.

## 요 약

이상의 결과를 종합해 볼 때, 쥐눈이콩은 조단백 및 조지방의 함량이 높고, 무기질이 풍부하며, 불포화지방산이 풍부하고 linoleic acid가 다량 함유되어 있었다. Glucose와 galactose가 주요 구성당이었으며, 12종의 지방산이 동정되었다. 쥐눈이콩 추출물의 항산화 활성을 탐색한 결과 종피 메탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 8.3 µg/ml)과 종피 75% 에탄올 추출물(IC<sub>50</sub>: 10.0 µg/ml)이 높은 항산화 활성을 나타내었다. 항산화 활성이 가장 높은 쥐눈이콩 종피 추출물을 용매분획하여 각 분획물에 대한 생리활성을 조사한 결과 에틸아세테이트 분획물에서 주된 활성이 나타났으며 페놀성화합물의 경우 100 g당 13.53 g으로 매우 높은 함량을 지니고 있었다. 쥐눈이콩의 생리활성 탐색결과 종피 부위에 다량의 페놀성 화합물을 함유하고 있으며 항산화 활성이 가장 높은 부위임을 규명하였다.

## 감사의 글

본 연구는 정선군 농업기술센터로부터 연구용역사업 지원

(2001. 4.~2001. 12.) 에 의해 이루어진 결과로서 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Souci, S.W., Fachmann, W. and Kraut, H. Food Composition and Nutrition Tables, pp. 770-771. CRC Press, New York, USA (1994)
2. Fiat, A. M., Migliore-Samour, D. Biologically active peptides from milk proteins with emphasis on two examples concerning antitrombotic and immunomodulating activities. J. Dairy Sci. 76: 301-310 (1993)
3. Kim, J.-Y., Maeng, Y.-S. and Lee, K.-Y. Antioxidative effects of soybean extracts by using various solvents. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 635-639 (1995)
4. Kim, C.S., Lee, Y.-S., Kim, J.-S. and Hahn, Y.H. High performance liquid chromatographic analysis of isoflavones in soybean foods. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 25-30 (2000)
5. Kim, J.-S. and Yoon, S. Isoflavone contents and β-glucosidase activities of soybeans, meju, and *doenjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1405-1409 (1999)
6. Choi, Y.B. and Sohn, H.S. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 745-750 (1998)
7. Bae, E.A. and Moon, G.-S. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 203-208 (1997)
8. Richard, M.J., Guiraud, P., Meo, J. and Favier, A. High performance liquid chromatographic separation of malondialdehyde thiobarbituric acid adduct in biological materials (plasma and human cells) using a commercially available reagent. J. Chromatogr. 577: 9-18 (1992)
9. Lissi, E. A., Salim-Hanna, M., Pascual, C. and del Castillo, M. D. Evaluation of total antioxidant potential (TRAP) and total antioxidant reactivity from luminol-enhanced chemiluminescence measurements. Free Rad. Biol. Med. 18: 153-158 (1995)
10. Ghiselli, A., Serafini, M., Maiani, G., Azzini, E. and Ferro-Luzzi, A. A fluorescence-based method for measuring total plasma antioxidant capability. Free Rad. Biol. Med. 18: 29-36 (1995)
11. Frei, B., Stocker, R. and Ames, B. N. Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma. Proc. Natl. Acad. Sci. 85: 9748-9752 (1998)
12. AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
13. Pharmaceutical Society of Japan. Standard Method of Analysis for Hygienic Chemists. Pharm. Soc. Japan, Tokyo, Japan (1995)
14. Varian. Analytical Methods for Flame Spectroscopy, Varian Techtron PTY, Ltd., Springvale, USA (1979)
15. Pharmaceutical Society of Japan. Standard Method of Analysis for Hygienic Chemists. Pharm. Soc. Japan, Tokyo, Japan (1995)
16. Blakeney, A.B., Harris, P.J., Henry, R.J. and Stone, B.A. A simple and rapid preparation of alditol acetates for monosaccharide analysis. Carbohydr. Res. 113: 291-299 (1983)
17. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917 (1959)
18. Kates, M. Techniques of Lipidology. Elsevier, USA (1986)
19. Metcalfe, L.D. and Schmitz, A.A. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Anal. Chem. 33: 363-364 (1961)
20. Seo, Y.-H., Kim, I.-J., Yie, A.-S. and Min, H.-K. Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn (*Zea mays* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 31: 581-585 (1999)
21. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1980)
22. Lee, H.-A., Yoo, I.-J., and Lee, B.-H. Research and development

trends on omega-3 fatty acid fortified foodstuffs. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 161-174 (1997)

23. Baek, N.-I., Bang, M.-H., Song, J.-C., Lee, S.-Y. and Park, N.-K. N-feruloylserotonin, antioxidative component from the seed of

*Carthamus tinctorius* L. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42: 366-368 (1999)

---

(2002년 11월 19일 접수; 2003년 4월 14일 채택)