

팥과 녹두의 이소플라빈 함량과 항산화 및 혈전용해 활성

오혜숙* · 김준호¹ · 이명희²
상지대학교 식품영양학과, ¹상지대학교 화학과, ²배재대학교 가정교육과

Isoflavone Contents, Antioxidative and Fibrinolytic Activities of Red Bean and Mung Bean

Hae-Sook Oh*, Jun-Ho Kim¹, Myung-Hee Lee²
Department of Food and Nutrition, Sangji University
¹Department of Chemistry, Sangji University
²Department of Home Economics Education, Paichai University

Abstract

This study was conducted to investigate the isoflavone (daidzein and genistein) contents, and the antioxidative and fibrinolytic activities of red and mung beans. Daidzein was not found in either the red or mung beans. The genistein contents of the red and mung beans were 40.7 and 27.8 mg/kg, respectively. Both samples had very high electron donating abilities and SOD-like activities. Fibrinolytic activities were not detected in the crude mung bean extract, but fibrinolytic substances were purified or activated under various pH conditions and with heat treatments. With heat treatment at 100 °C for 10 min, the specific activity was increased 4.61 fold. This study revealed that, although red and mung beans were poor in isoflavone, they could be good sources for functional products due to their strong antioxidative activities and heat- and acid-resistant proteolytic abilities.

Key words : red bean, mung bean, isoflavone content, antioxidative activity, fibrinolytic activity

1. 서 론

최근의 사망원인을 살펴보면, 심근경색이나 뇌졸중으로 대표되는 심혈관계 질환에 의한 사망률이 제 1순위로써 악성종양보다 발생빈도가 높은 실정이다¹⁾. 이의 주요 원인은 경제성장으로 야기된 식생활의 변화, 환경오염 및 스트레스 등을 들 수 있으며, 따라서 식사지침²⁾ 등을 통하여 동물성 식품과 식이섬유 함량이 적은 가공식품의 섭취를 제한하는 반면, 식이섬유 성분과 여러 생리활성물질을 섭취하기 위한 수단으로 채소 및 과일류를 권장하고 있다. 특히 두류는 동물성 식품에 맞먹는 양질의 단백질과 식이섬유가 풍부할 뿐 아니라 이소플라본, 사포닌,

레시틴, 항산화물질 등 여러 기능성 성분을 함유하고 있어 그의 유용성에 관심이 증대되고 있다^{3,4)}.

이소플라본은 폐경기 증후군, 골다공증, 심혈관계 질환, 유방암, 전립선암 등과 같이 호르몬 관련 질환의 예방에 효과가 있다고 한다^{5,6)}. 이소플라본의 주요 급원은 콩류 및 콩제품이며, 두류의 주요 이소플라본은 daidzein과 genistein으로 대부분 배당체로 존재한다⁷⁾. 김 등⁸⁾은 국민영양조사에 근거하여 우리나라 사람들의 이소플라본 섭취량을 추정한 결과, 콩과 두부, 된장, 콩나물이 총 섭취량의 94%를 공급하는 급원식품이라고 하였고, 일본인도 하루 섭취하는 총 이소플라본의 90% 이상을 두부, 미소, 나토, 유부 등으로부터 얻는다고 보고된 바 있다⁹⁾.

Fibrin과 혈소판 응집으로 형성되는 혈전은 혈관 벽에 축적되어 동맥경화나 심근경색 뿐 아니라 뇌출혈, 뇌혈전증, 심부전증, 심장마비 등의 원인이 될 수 있다¹⁰⁾. 혈전으로 유발되는 질병의 예방 및 치료는 fibrin 섬유소 용해 및 혈전 축소 기능을 갖는 혈

Corresponding author: Hae Sook Oh, Sangji University, 660 Woosan-dong, Wonju-si, Kangwon-do 220-702, Korea
Tel: 033-730-0498
Fax: 033-730-0403
E-mail: hsoh@mail.sangji.ac.kr

전용해제를 사용함으로써 가능하다. 따라서 혈전용해효소의 소재로 지네¹¹⁾, 지렁이¹²⁾ 등이 연구되었으며, 최근에는 청국장¹³⁾, 된장¹⁴⁾, 나토¹⁵⁾ 등 두류 발효식품으로부터 혈전용해효소의 정제 및 생산균주의 분리가 시도된 바 있다.

팥은 떡의 소나 팥고물 외에 팥죽과 팥앙금의 형태로 소비되어 왔으며, 녹두는 숙주나물과 빈대떡의 주원료가 되며, 녹두전분의 특성을 이용한 청포묵과 녹두죽 등의 별미음식으로 애용하여 왔다. 팥과 녹두에 대한 연구는 이러한 용도에 맞게 비린내 발생원인인 peroxidase^{16,17)}와 전분의 gel 형성 특성^{18,19)} 측면에서 이루어져 왔으며, 단백질의 식품학적 기능성 연구의 일환으로 묵 등의 제조시 폐기되는 상당량의 단백질의 유용성이 조사된 바 있다^{20,21)}. 그 밖에 렉틴²²⁾ 및 flavonoid²³⁾에 대한 연구, 발아시 항영양과당류의 변화²⁴⁾, 단백질의 질에 관한 연구²⁵⁾ 등 일부 생리활성과 관련된 보고도 있다.

최근의 질병양상이 영양결핍보다는 항산화능과 관련된 만성질환이 주를 이루는 데 따라 대두를 비롯한 각종 식물체로부터 여러 생리활성물질의 활성 탐구 및 추출에 많은 노력이 이루어지고 있으나, 대두와 같은 두류로 분류되는 팥과 녹두의 경우 이들 생리활성물질에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 팥과 녹두의 이소플라빈 함량 및 항산화활성을 측정하였고, 처리조건을 달리하여 혈전용해활성의 변화 양상을 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 시료로 사용한 팥과 녹두는 국산품종을 2000년 10월 중순경 서울 경동시장에서 구입하였다. Daidzein, genistein, flavone, butylated hydroxytoluene (이하 BHT라 표기), diethylenetriaminepentaacetic acid(이하 DTPA라 표기), Trizma base, pyrogallol,

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(이하 DPPH라 표기), fibrinogen, plasmin, thrombin, bovine serum albumin, agarose 등은 Sigma사에서 구입하였으며, 이소플라빈 추출 및 측정시 사용한 ethyl alcohol과 acetonitrile 등의 용매는 HPLC 등급의 Fisher사 제품이었고, 기타 다른 시약은 특급 시약을 사용하였다.

2. 수분함량

시료의 수분함량은 생시료를 분쇄기(후드믹서 CGS-2500/2700, 선보정밀)로 갈아 각각 2~3 g을 정확히 취해 적외선 수분측정기(Moisture Balance HA 300, Precisa Co., Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

3. Daidzein 및 genistein 정량

Daidzein과 genistein 정량은 Franke 등²⁶⁾의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 이소플라빈을 추출하기 위해 곱질체 곱게 분쇄한 시료 2 g에 96% 에틸알콜 40 mL와 10 mL의 10 N HCl을 가하고 10분간 sonicating한 후 3시간 동안 열수추출하였다. 96% 에틸알콜은 가수분해과정 중의 산화를 방지하기 위해 BHT 0.05%와 내부표준물질로 20 ppm의 flavone을 함유하도록 제조하였다. 추출물은 냉각시킨 후 여과(Whatman No. 2)하고 ethanol을 가하여 50 mL로 맞추었다. 이를 syringe filter(0.45 μ m)로 다시 여과한 후, HPLC를 사용하여 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. 각 시료 모두 추출과정부터 세번 반복 실험하여 평균값을 구하였고, 건조중량 기준으로 표시하였다.

4. SOD 유사활성 측정

SOD(superoxide dismutase) 유사활성은 김 등²⁷⁾의 방법을 변형하여 사용하였다. 시료 분말 1 g에 1 mM의 DTPA를 함유하는 55 mM Tris-HCl buffer(pH 8.2) 20 mL를 가하고 10분간 방치하여 수화시켰다.

Table 1. Conditions for isoflavone analysis by HPLC.

Items	Conditions
HPLC	9012, Varian Co., U.S.A.
Column	Nova-Pak C ₁₈ reversed-phased column, 150×3.9 mm, 4 μ m, Waters Co., U.S.A.
Guard column	Adsorbosphere C ₁₈ direct-connect guard column, 10×4.6 mm, 5 μ m, Waters Co., U.S.A.
Detector	9050 UV detector, 260 nm, Varian Co., U.S.A.
Autosampler	AI-200 automatic sample injector, Varian Co., U.S.A.
Mobile phase	10% acetic acid : acetonitrile
Composition of mobile phase	77 : 23 → 30 : 70(linear gradient for 8 min) and then 77 : 23(for 12 min)
Flow rate	0.8 mL/min
Sample injection volume	10 μ L

이를 균질화(1,000 rpm, 2 min, GTR-1000, Eylea Co., Japan), 원심분리(4°C, 12,000×g, 60 min, Supra 21, 한일과학) 및 여과하였고(Whatman, No. 1), 0.5 g의 활성탄을 가하여 24시간 탈색시킨 여액의 pH를 8.2로 조정하였다. 시료액 2.85 mL에 12 mM pyrogallol 용액 0.15 mL을 가한 후 525 nm에서 1분 동안 흡광도 변화를 측정하였다(UV-1201, Shimadzu Co., Japan). SOD 유사활성은 다음 식에 의해 산출하였으며, 바탕시험의 흡광도는 시료액 대신 buffer를 사용하였다.

$$\text{SOD 유사활성} = \left\{ \frac{\text{O.D. 바탕시험 증가분} - \text{O.D. 시료 증가분}}{\text{O.D. 바탕시험 증가분}} \right\} \times 100$$

5. 전자공여능에 의한 항산화활성 측정

Blois²⁸⁾ 및 김 등²⁹⁾의 실험과정에 따라 전자공여능을 측정하였다. 분말화한 시료 2~3 g을 취해 3배 분량(w/v)의 증류수를 가한 다음 10분간 수화시켰다. 1,000 rpm에서 2분간 균질화시킨 후(GTR-1000, Eylea Co., Japan) 12,000×g에서 60분간 원심분리하고(Supra 21, 한일과학) 여과한(Whatman, No. 1) 여액 0.4 mL를 시험관에 넣고 5.6 mL의 1×10^{-4} M의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) ethanol 용액을 가하여 6 mL이 되도록 하였다. 4분간 반응시키고 다시 여과한 다음, 총 반응시간이 10분이 되면 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(UV-1201, Shimadzu Co., Japan). 다음 식에 의해 전자공여능을 계산하였으며, 바탕시험은 증류수를 사용하였다.

$$\text{전자공여능} = \{1 - (\text{O.D. 시료} / \text{O.D. 증류수})\} \times 100$$

6. 혈전용해활성 측정용 시료의 조제

곱게 간 시료를 일정량 취해서 5배 분량(w/v)의 증류수를 가하여 균질화시켰다(GTR-1000, Eylea Co., Japan). 이를 4°C, 12,000×g에서 60분간 원심분리한 후(Supra 21, 한일과학) 상층액을 조효소액으로 사용하였다.

단백질 분해효소와 공존하는 저해제들을 제거하기 위하여 조효소액을 가열 및 산처리하였다. 가열 조건에 따른 혈전용해활성 비교는 조효소액을 55°C에서 30분, 100°C에서 10분, 100°C에서 30분간 각각 열처리한 후 원심분리하여 얻은 상층액을 사용하였다. 조효소액의 산처리는 적정 농도의 염산으로 pH 6.4 혹은 3.0으로 조절하였다(720 A, Orion Co., U.S.A.). pH 6.4로 조절한 조효소액은 4°C에서 18시간 동안 냉장 후, 그리고 pH 3.0으로 조절한 것은

즉시 원심분리하여 각각의 상층액을 얻었으며, 최종 pH를 8.0으로 재조정하여 원심분리한 상층액을 산 처리에 따른 혈전용해활성 비교 실험의 시료로 사용하였다. 열처리 및 산처리 후의 원심분리 과정은 모두 4°C, 12,000×g에서 30분간 행하였다.

7. 혈전용해 활성 측정

Fibrin 분해 활성은 Haverkate-Trass의 fibrin plate법³⁰⁾에 따라 측정하였다. 0.7%(w/v) fibrinogen을 함유하는 2% gelatin 용액 10 mL와 50 mM barbital buffer(pH 7.5)에 녹인 thrombin(100 NIH units) 50 μ L를 잘 섞고 petri dish에 부어 fibrin막을 만든 다음, 시료용액을 20 μ L씩 점적한 후 36°C에서 17시간 방치하여 용해된 fibrin막의 면적을 측정하였다. 혈전용해활성은 혈전용해효소인 plasmin(3 units)을 연속적으로 희석하여 얻은 표준곡선으로부터 3회 반복 실험에서 얻어진 면적의 평균값을 비교하여 산출하였다. 사전자료는 2.0 unit/ml의 plasmin과 팔 추출물을 같이 점적한 것으로 용해면적을 상대비교할 수 있도록 한 예이다. 비활성도 산출에 필요한 단백질 농도는 Lowry 등³¹⁾의 방법에 의하여 bovine serum albumin 표준곡선에 의하여 환산하였다.

8. 통계처리

팔과 녹두의 생리활성의 유의적 차이 여부는 T-검정에 의해 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이소플라본 함량

Daidzein과 genistein은 대두에 가장 많이 들어있는 이소플라본이다. 이제까지의 보고에 의하면 이소플라본 함량은 콩의 품종에 따라 큰 차이가 보였는데, 국산 대두중 이소플라본 함량이 가장 높은 품종인 신탄달 2호는 899~2115 μ g/g으로 연구자에 따라 많은 차이를 나타내었고, 다원콩은 309 μ g/g으로 가장 낮은 것으로 알려져 있다³²⁻³⁴⁾. 최근 이 등³⁴⁾은 46품종의 대두에서 daidzein과 genistein 유도체의 양을 측정한 바 있으며, daidzein, genistein 및 이들 합계의 평균은 각각 467 μ g/g, 342 μ g/g, 809 μ g/g라고 하였다. 신탄달 2호의 함량에서도 알 수 있는 바와 같이 대두중의 총 이소플라본 함량은 실험자에 따라 비교적 큰 차이가 있었는데, 이는 실험방법의 차이 때문일 수도 있으나 동일 품종이라 할지라도 생산년도와 재배환경이 다른 것도 주요 요인이라

고 한다³⁵⁾.

대두와 달리 전분을 주로 사용하는 팥과 녹두에서는 daidzein이 검출되지 않았고, genistein은 건조중량 1 kg 당 40.7 mg과 27.8 mg이 들어있었다(Table 2). 일반적으로 대두의 이소플라본 함량은 daidzein에 비해 genistein이 더 많은 것으로 보고되었으며^{36,37)}, 김등³⁶⁾은 daidzein/genistein의 비율이 0.85라고 하였으나 본 실험에 사용한 팥과 녹두는 daidzein이 검출되지 않았으므로 0이었다. 흔히 혼식용으로 사용되는 밥밀콩류를 분석한 결과³⁸⁾에서도 대두의 경우와 상당히 다른 양상을 보였는데, 서리태에서는 daidzein과 genistein이 모두 검출되지 않았으며, 강남콩과 거두, 울타리에는 daidzein이 없는 것으로 나타났고, 청태는 daidzein과 genistein이 각각 28 mg/100 g 및 22 mg/100 g으로 비교적 적은 양이 포함되었다고 한다. 김³⁹⁾은 검정콩중 자엽이 녹색인 품종은 이소플라본 함량이 높았고, 갈색콩은 이소플라본 함량이 낮았다고 하였으나, 배 등⁴⁰⁾은 노란콩, 반콩, 검정콩 및 소립검정콩의 이소플라본 함량을 측정된 결과 노란콩과 밤콩에 비해 검정콩의 이소플라본 함량이 낮았다고 하여 서로 상반된 결과를 보였다.

2. 항산화활성

전자공여능은 항산화물질로부터 전자나 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하는 DPPH의 특성을 이용한 항산화활성 측정방법의 하나이다. Rhee 등⁴¹⁾은 종실류의 페놀성 화합물중 flavonoid류와 phenolic acid가 가장 중요한 항산화물질이라고 하였다. 찰옥수수⁴²⁾와 유색미⁴³⁾의 경우도 색을 띠는 종자의 항산화활성이 상당히 높았고 이는 페놀화합물과 안토시아닌계 색소 때문이라고 하였다. 한편 대개가 자색과 청색 등의 색을 띠고 있는 밥밀콩류의 경우 대부분 전자공여능이 높은 편이었는데, 항산화활성에 껍질의 색이 미치는 영향은 무시할만한 정도라고 하였다³⁸⁾. SOD는 superoxide radical(O²⁻)을 산소로 산화시키는 천연 항산화제이다. 일부 저분자

물질들은 산화방지 및 노화억제 등 SOD와 유사한 활성을 지니면서 열에 약하고 흡수율이 낮은 등의 SOD의 단점을 보완하는 기능을 갖는다. 이들은 SOD와 결합된 phenol류로 밝혀진 바 있으며, 우리나라에서는 감잎차⁴⁴⁾, 과채류²⁷⁾ 밥밀콩류³⁸⁾ 등의 SOD 유사활성에 대해 보고되었다.

팥과 녹두의 항산화활성은 전자공여능 및 SOD 유사활성을 통해 추정하였다. 찰옥수수⁴²⁾나 유색미⁴³⁾ 등과 같이 유색의 껍질을 지닌 팥과 녹두는 전자공여능이 높은 것으로 나타났다. Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 전자공여능은 90%의 활성을 보인 팥이 84.6%의 활성을 나타낸 녹두에 비해 유의적으로 높았다. 이를 동일한 조건에서 측정된 7종의 밥밀콩류와 비교해보면³⁸⁾, 울타리콩, 황태, 강남콩, 거두 및 서리태와 유사하였으며, 각각 57%와 50%를 나타낸 선비콩 및 청태에 비하면 매우 강한 항산화활성을 지닌다고 할 수 있다.

팥과 녹두의 SOD 유사활성 역시 거의 같은 수준으로 높았고, 2.5분 경과시에도 6%정도만 감소함으로써 항산화활성이 거의 유지된다고 볼 수 있다. 이들과 같은 부류로 분류할 수 있는 밥밀콩류들중 울타리콩과 강남콩, 거두 역시 SOD 유사활성이 컸고, 2.5분 경과시에도 2~6% 정도만 감소하여 항산화활성이 거의 유지되었으나, 황태와 서리태는 전자공여능으로 확인한 항산화활성은 높은 반면 SOD 유사활성이 높지 않았고, 청태는 전자공여능과 SOD 유사활성이 모두 낮았다고 한다³⁸⁾.

따라서 팥과 녹두는 밥밀콩류중 울타리콩, 강남콩, 거두 등과 함께 항산화활성이 우수한 종류로 여겨지며, 대두에 비해 이소플라본 함량이 매우 낮은 점도 이들과 유사한 특성이라 할 수 있다.

3. 혈전용해활성

팥의 혈전용해활성은 조추출물에서는 활성이 나타나지 않았으나, 산처리 및 열처리에 의해 활성이 발현되었으며, 녹두 역시 산 및 열처리에 의해 비활

Table 2 Isoflavone contents(ug/g, dry basis) in red bean and mung bean

Samples	Moisture (%)	Isoflavones (dry wt. basis, mg/kg)	
		Daidzein	Genistein
Red bean	12.5±0.6	ND	40.7±4.1
Mung bean	14.0±0.4	ND	27.8±5.4
t-value	-	-	3.31*

ND : not detected, * : p<0.05

Values are Mean±S.D. of triplicate measurements.

Table 3. Antioxidative activities of red bean and mung bean

Samples	Electron donating activity(%)	SOD-like activity(%)	
		for 1 min	for 2.5 min
Red bean	90.0±0.1	91.5±1.5	86.2±1.2 (94.2%) [^]
Mung bean	84.6±1.3	92.1±0.0	86.8±1.5 (94.2%)
t-value	7.2*	1.6	0.2

Values are Mean±S.D. of triplicate measurements.

[^] : %loss, * : p<0.05

성도가 증가하였다(Table 4, 5). 이들 시료는 36°C에서 배양시 14시간까지는 반응을 거의 보이지 않다가 15시간이 지나면서 급격히 활성을 나타내는 특이성을 보였는데, 이는 혈전용해성분 저해제의 작용 때문으로 여겨진다. 두류마다 단백질 함량과 영양저해 물질의 종류 및 함량이 각기 다르다. 연구 결과에 따르면 대두에는 5~6개의 trypsin inhibitor가 분리되었고, lima bean에는 6개 있는 것으로 밝혀졌으며, 이들 저해제는 열, 알카리, 산에 의해 불활성화되는 정도가 차이를 보이는 것으로 알려졌다⁴⁵⁻⁴⁷.

Table 4는 팥과 녹두 추출물의 pH를 조절하여 혈전용해활성을 측정된 결과이다. 혈전용해물질과 공존하고 있는 것으로 여겨지는 저해성분을 부분적으로 제거하기 위해 추출액의 pH를 6.4로 조절한 후 18시간 동안 냉장처리한 결과, 원액에서 활성이 없었던 팥은 비교적 큰 활성을 보였으며, pH 3.0으로 조절시 더욱 증가하였다. 녹두의 경우 pH 6.4와 3.0으로 조절시 모두 비활성도가 증가하였으나 pH 3.0에서는 pH 6.4보다 활성이 적게 나타났다.

이소플라본 함량 및 항산화활성 측면에서 비교적 유사한 양상을 나타낸 밥밀콩류의 경우, 추출액의 pH를 3.0으로 조정 후 침전물을 원심분리시키고 pH 8.0로 재조정 후 원심분리하여 얻은 상층액

의 혈전용해활성은 강남콩에서는 비활성도가 크게 증가한 반면, pH 6.4 조절 및 냉장처리시 혈전용해 활성이 컸던 거두와 울타리콩에서는 실패되었다고 하였다³⁸). 따라서 팔속에 들어있는 혈전용해성분은 활성이 클 뿐 아니라 비교적 강산에서도 안정한 물질임을 확인할 수 있었다. Fig. 1은 팥을 산처리 및 열처리한 후 plasmin 2.0 unit(가운데)과 같이 점적함으로써 용해면적을 상대비교할 수 있도록 한 것이다.

열처리 결과를 비교해보면, 팥과 녹두 모두 100°C에서 10분 처리시 가장 활성이 컸고, 그 다음이 55°C에서 30분, 100°C에서 30분 순으로 유사한 양상을 보였다. 특히 열처리 강도가 높은 100°C에서 10분간 처리시 55°C에서 30분 처리한 것에 비해 혈전용해 활성이 증가한 것으로 미루어 팥과 녹두의 혈전용해활성은 열에 대한 안정성이 크다고 할 수 있다. 반면 100°C에서 30분간의 과도한 열처리는 혈전용해물질의 변성을 초래함으로써 활성의 저하를 초래했다고 여겨진다. 본 실험에서 특이할만한 것은 팥과 녹두 모두 100°C에서 30분간의 과도한 열처리에 도 상당량의 활성이 잔존할 뿐 아니라 조추출액보다 비활성도가 더 큰 것으로 미루어, 내열성이 큰 혈전용해성분을 지닌 이들 콩류를 식품으로 상용시 혈액순환을 도와줄 수 있을 것으로 기대된다. 열처

Table 4. Fibrinolytic activities and specific activities of water extracts and their acid-treated samples obtained from red bean and mung bean

Samples	Crude extracts		pH control			
	Enzyme activity ¹	Specific activity ²	pH 6.4		pH 3.0	
			Enzyme activity	Specific activity	Enzyme activity	Specific activity
Red bean	ND	ND	1.540	0.045 (-) ^A	1.809	0.105 (-)
Mung bean	0.891	0.026	1.763	0.061 (2.35)	0.403	0.035 (1.35)

Data from triplications

1 : plasmin unit/mL, 2 : plasmin unit/mg, A : purification fold

ND : not detected

Table 5. Fibrinolytic activities and specific activities of water extracts and their heat-treated samples obtained from red bean and mung bean

Samples	Crude extracts		Heat treatment					
	Enzyme activity ¹	Specific activity ²	55°C, 30min		100°C, 10 min		100°C, 30 min	
			Enzyme activity	Specific activity	Enzyme activity	Specific activity	Enzyme activity	Specific activity
Red bean	ND	ND	1.580	0.046 (-) ^A	3.086	0.113 (-)	0.628	0.029 (-)
Mung bean	0.891	0.026	1.491	0.058 (2.23)	2.450	0.120 (4.61)	0.579	0.035 (1.34)

Data from triplications

1 : plasmin unit/mL, 2 : plasmin unit/mg, A : purification fold

ND : not detected

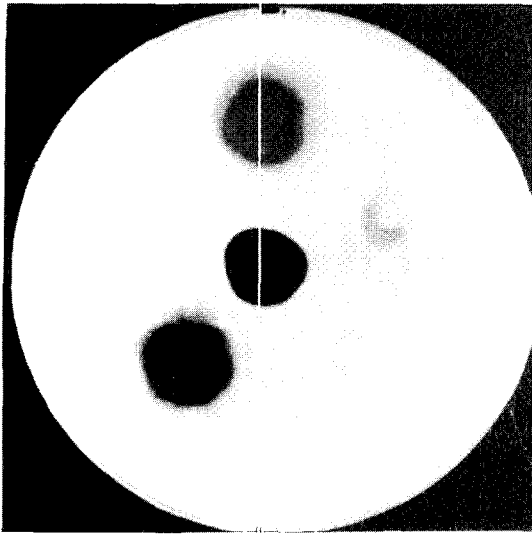


Fig. 1. Fibrinolytic activity of plasmin and extract of acid-treated(pH 3.0) red beans

- A : plasmin(2.0 unit)
 B : crude extract
 C : pH controled(6.4) red bean
 D : pH controled(3.0) red bean

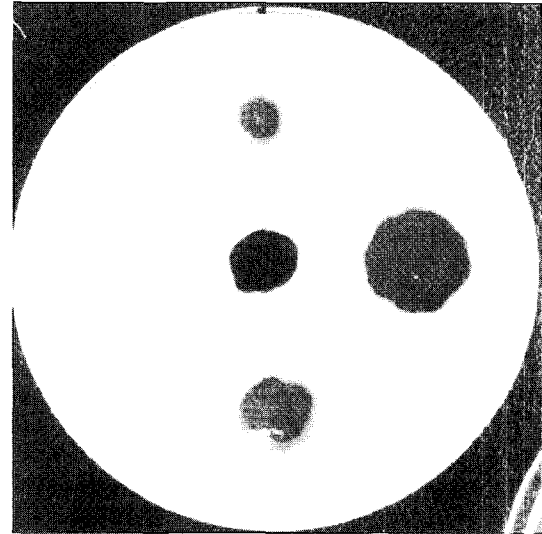


Fig. 2. Fibrinolytic activity of plasmin and extract of heat-treated red beans

- A : plasmin(2.0 unit)
 B : crude extract
 C : 55°C, 30min treated
 D : 100°C, 10min treated
 E : 100°C, 30min treated

리한 밥밀콩류 추출물의 혈전용해활성을 조사한 오 등³⁸⁾의 결과에 의하면 선비콩과 강남콩, 황태의 비활성도는 약간 증가하는 경향을 보인 반면, 거두, 서리태, 울타리콩은 55°C에서 30분간 열처리시 11~22배로, 100°C에서 10분간의 처리로 22~31배까지 활성이 더 커졌다고 한다. Fig. 2는 팥추출물을 50°C에서 30분, 100°C에서 10분간 및 30분간 처리하여 plasmin 2.0 unit(가운데)과 같이 점적한 후 용해면적을 비교할 수 있도록 한 것이다.

IV. 요약

팥과 녹두는 떡의 소나 앙금 등 주로 전분의 특성을 이용하는 형태로 소비가 제한적인 편이다. 식생활을 통해 질병의 예방 및 개선 가능성이 대두되면서 각종 식물체로부터 여러 생리활성물질의 활성 탐구 및 추출에 많은 노력이 이루어지고 있으나, 대두와 같은 두류로 분류되는 팥과 녹두의 경우 이들 생리활성물질에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 대두에 비해 상대적으로 연구가 미진한 팥과 녹두의 생리활성 및 이소플라빈 함량을 조사하였고, 그 결과는 다음과 같다.

1. 팥과 녹두에서는 daidzein이 검출되지 않았고, genistein은 건조중량 1 kg당 40.7 mg과 27.8 mg이 들어있었다.
2. 팥과 녹두의 전자공여능은 90%의 활성을 보인 팥이 84.6%의 활성을 나타낸 녹두에 비해 유의적으로 높았다.
3. 팥과 녹두의 SOD 유사활성 역시 거의 같은 수준으로 높았고, 매우 안정적이었다.
4. 혈전용해능은 팥의 경우 원액에서는 활성이 없었으나, 추출액의 pH를 6.4로 조절한 후 18시간 동안 냉장처리한 결과 비교적 큰 활성을 보였으며, pH 3.0으로 조절시 더욱 증가하였다. 녹두는 추출액을 pH 6.4와 3.0으로 조절시 모두 비활성도가 증가하였으나 pH 3.0에서는 pH 6.4보다 활성이 낮았다. 이들 시료는 36°C에서 배양시 14시간까지는 반응을 거의 보이지 않다가 15시간이 지나면서 활성이 크게 나타나는 특이성을 보였다.
5. 열처리가 혈전용해활성에 미치는 영향을 비교해보면, 팥과 녹두 모두 100°C에서 10분 처리시 가장 활성이 컸고, 그 다음이 55°C에서 30분, 100°C에서 30분 순으로 유사한 양상을 보였다. 특히 100°C에서 10분간의 열처리시 55°C에서 30분 처리한 것에 비해 혈전용해활성이 증가한 것으로

미루어 팔과 녹두의 혈진용해활성은 열에 대한 안정성이 크다고 할 수 있다. 반면 100°C에서 30 분간의 과도한 열처리하는 활성의 저하를 초래했다.

V. 참고문헌

1. <http://www.nso.go.kr/report/data/svca9900.htm>
2. 한국영양학회 : 한국인의 영양권장량. 제 7차개정. 중앙문화사, pp485-489, 2001
3. Kwon, HJ : Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. Korean Soybean Digest, 16(1):63, 1999
4. Sohn, HS, Lee, YS, Shin, HC and Chung HK : Does soybean isoflavone have adverse effects on human?. Korean Soybean Digest, 17(2):9, 2000
5. Knight, DC and Eden, JA : A review of the clinical effects of phytoestrogens. Obstet. Gynecol., 87(5):897, 1996
6. Cassidy, A : Physiological effects of phyto-estrogens in relation cancer and other human health risks. Proc. Nutr. Soc., 55:399, 1996
7. Choi, YB and Sohn, HS : Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. Korean J. Food Sci. Technol., 30(4):745, 1998
8. Kim, JS and Kwon, TW : Estimated dietary isoflavone intake of Korean population based on national nutrition survey. Nutrition Research, 21:947, 2001
9. Wakai, K, Egami, I, Kato, K, Kawamura, T, Tamakoshi, A, Lin, Y, Nakayama, T, Wada, M and Ohno, T : Dietary intake and sources of isoflavones among Japanese. Nutrition and Cancer, 33(2):139, 1999
10. Voet, D and Voet, JG : Biochemistry. p. 1087, John Wileysons, New York, , 1990
11. Kim, JH : Purification of a plasminogen activator from the Scolopendra. Theses collection of Sangji university, 15:1, 1994
12. Mihara, H, Nakajima, N and Sumi, H : Characterization of potent fibrinolytic enzymes in earthworm, Lumbricus rubellus. Biosci. Biotech. Biochem., 57(10):1730, 1993
13. Kim, YT, Kim, WK and Oh, HS : Purification and characterization of a fibrinolytic enzyme produced from Bacillus sp. strain CK 11-4 screened from Chungkookjang. Appl. Environ. Microbiol., 62:2482, 1996
14. Kim, SH : New trends of studying on potential activities of Doen-jang - fibrinolytic activity -. Korean Soybean Digest, 15(1):8, 1998
15. Sumi, H, Hamada, H, Tsushima, H, Mihara, H and Muraki, HA : A noble fibrinolytic enzyme(nattokinase) in the vegetable cheese Natto : a typical and popular soybean food in the Japanese diet. Experientia, 43:1110, 1987
16. Jun, TH, Nam, MH, Lee, SK and Park, WC : Changes in peroxidase activity and its isozymes of sobean, red-bean and mung-bean during germination. J. Korean Agricultural Chemical Society, 26(3):151, 1983
17. Lee, SK, Park, WC and Hong, JU : Isolation and characterization of two isoperoxidases from mung bean seedling. J. Korean Agri. Chem. Soc., 29(3):279, 1986
18. Rho, JH and Rhee, HS : Physicochemical properties and gel-forming properties of corn and red bean crude starches. Korean J. Soc. Food Sci., 4(1):1, 1988
19. Kim, AK, Kim, SK and Lee, AR : Comparison of chemical composition and gelatinization property of mungbean flour and starch. Korean J. Soc. Food Sci., 11(5):472, 1995
20. Min, SH and Sohn, KH : A study of the foaming properties of mungbean protein isolate. Korean J. Soc. Food Sci., 4(2):1, 1990
21. Kim, HJ, Sohn, KH and Park, HK : Emulsion properties of small red bean protein isolates. Korean J. Soc. Food Sci., 6(4):9, 1990
22. Jeune, KH, An, MG, Jung, SN, Choi, KM, Lee, SH and Chung, SR : Effect of mung bean lectin(MBL) on cytokine gene expression from human peripheral blood mononuclear cells. Kor. J. Pharmacogn., 30(4):355, 1999
23. Jeong, SJ, Kang, TH, Ko, EB and Kim, YC : Flavonoids from the seeds of Phaselous radiatus. Kor. J. Pharmacogn., 29(4):357, 1998
24. Chang, YS and Mo, SM : Effects of germination on antinutritional oligosaccharieds of mung beans. J. Korean Soc. Food Nutr., 14(3):284, 1985
25. Choi, KS : A study of elucidation of protein quality of raw and heated legumes fed by three different dietary levels on rats, J. Korean Home Economics Assoc., 20(4):91, 1982
26. Franke, AA, Custer, LJ, Cerna, CM and Narala, KK : Rapid HPLC analysis of dietary phytoestrogens from legumes and from human urine. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 208(1):18, 1995
27. Kim, SJ, Han, DS, Park, MH and Rhee, JS : Screening for superoxide dismutase - like compounds and its activators in extracts of fruits and vegetables. Biosci. Biotech. Biochem., 58(12):2263, 1994
28. Blois, MS : Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181:1199, 1958
29. Kim, YJ, Kim, CK and Kwon, YJ : Isolation of antioxidative components of Perillae semen. Korean J. Food Sci. Technol., 29(1):38, 1997
30. Haverkate, F and Traas, DW : Dose-response curves in the fibrin plate assay. Fibrinolytic activity of protease. Thromb. Haemost., 32:356, 1974
31. Lowry, OH, Rosenbrough, NJ and Randall, AJ : Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193:265, 1951
32. Moon, BK, Jeon, KS and Hwang, IK : Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. Korean J. Soc. Food Sci., 12(4):527, 1996
33. Choi, JS, Kwon, TW and Kim, JS : Isoflavone contents in same varieties of soybean. Foods and Biotechnology, 5(2):137, 1996
34. Lee, MH, Park, YH, Oh, HS and Kwak, TS : Isoflavone content in soybean and its processed products. Korean J. Food Sci. Technol., 34(3):365, 2002
35. Wang, H and Murphy, PA : Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: Effects of

- variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.*, 42:1674, 1994
36. Kim, JS and Yoon, S : Isoflavone contents and β -glucosidase activities of soybeans, Meju, and Doenjang. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(6):1405, 1999
 37. Hui, HJ : Encyclopedia of Food Science and Technology. vol. 4 p239. In: Soybeans. A Wiley-Interscience Publication. New York. U.S.A., 1992
 38. Oh, HS, Kim, JH and Park, YH : Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of some commercial cooking-with rice soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34(3):498, 2002
 39. Kim, SR, Hong, HD and Kim, SS : Some properties and contents of isoflavone in soybean foods. *Korean Soybean Digest*, 16(2):35, 1999
 40. Bae, EA, Kwon, TW and Moon GS : Isoflavone contents and antioxidative effects of soybeans, soybean curd and their by-products. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 26(3):371, 1997
 41. Rhee, KS, Ziprin, YA and Rhee, KC : Antioxidant activity of methanolic extracts of various oilseed protein ingredients. *J. Food Sci.*, 46:75, 1981
 42. Seo, TH, Kim, IJ, YIE, AS and Min HK : Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn(*Zea mays L.*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(3):581, 1999
 43. Choi, HC and Oh, SK : Diversity and function of pigments in colored rice(in Korea). *Korean J. Crop Sci.* 41(Special Issue):1, 1996
 44. Park, YJ, Kang, MH, Kim, JI, Park, OJ, Lee, MS and Jang, HD : Changes of vitamin C and superoxide dismutase(SOD)-like activity of persimmon leaf tea by processing method and extraction condition. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(3):281, 1995
 45. Morita, S, Fukase, M, Hoshino, K, Fukuda, Y, Yamaguchi, M and Morita, Y : Partial purification and characterization of a novel soybean protease which is inhibited by Kunitz and Bowman-Birk trypsin inhibitors. *J. Biochem.*, 119(4):711, 1996
 46. Kang, MH, Kim, YH and Lee, SR : Trypsin inhibitor and hemagglutinating activities of some minor beans in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 12(1):24, 1980
 47. Kembhavi, AA, Buttle, DJ, Knight, CG and Barrett, AJ : The two cysteine endopeptidases of legume seeds: Purification and characterization by use of specific fluorometric assay. *Arch. of Biochem. and Biophys.*, 303(2):208, 1993

(2002년 8월 22일 접수, 2003년 4월 18일 채택)