

Antioxidant and Fibrinolytic Activities of Extracts from Soybean and *Chungkukjang* (Fermented Soybean Paste)

Eun-Young Joo¹ and Chan-Sung Park^{2*}

¹Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

²Faculty of Herbal Food Cuisine & Nutrition, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

대두와 청국장 추출물의 항산화능과 혈전용해능

주은영¹ · 박찬성^{2*}

¹대구의대의대학교 한약자원학과, ²대구의대의대학교 한방식품조리영양학부

Abstract

To develop natural preservatives or functional health foods from soybeans (*Baektae* and *Taekwang*), the antioxidant and fibrinolytic activities of the water and 70% (v/v) ethanol extract of soybeans and fermented soybean paste (*Chungkukjang*) were examined. The polyphenol contents of water extracts from *Baektae* and *Baektae Chungkukjang* were 189.25 mg/100 g and 814.58 mg/100 g, respectively, whereas those from *Taekwang* and *Taekwang Chungkukjang* were 210.23 mg/100 g and 834.23 mg/100 g. The polyphenol contents of the water extracts from *Chungkukjang* was 4.0~4.3-fold higher than those from soybean. The electron-donating abilities (EDAs) and superoxide dismutase-(SOD)-like activities of the water and ethanol extracts from *Chungkukjang* were higher than those of the extracts from soybean. Both extracts were found to have had fibrinolytic activity, and the highest activity was present in the water extracts of *Baektae Chungkukjang*. The polyphenol contents and antioxidative and fibrinolytic activities of the extracts from *Chungkukjang* were higher than those of the other soybean extracts. These results indicate that *Chungkukjang* can be used as a material for health foods or natural antioxidants.

Key words : soybean, *Chungkukjang*, polyphenol, antioxidative activity, fibrinolytic activity

서 론

콩은 양질의 단백질과 식이섬유가 풍부하며 특히 콩의 성분 중에서 40% 이상을 차지하는 단백질은 필수아미노산이 고르게 함유된 우수한 식품이다(1). 콩은 이소플라본, 사포닌, 레시틴, 항산화물질 등과 같은 기능성 물질을 많이 함유하고 있으며(2-3), 일본의 기능성식품 시장에서는 가장 폭넓게 이용되는 것이 콩을 소재로 하는 식품들로서 시장규모는 1조엔이 넘는 것으로 추정되고 있다(3).

콩을 이용한 가공식품으로서 청국장은 삶은 콩에 식염이나 조미료를 첨가하지 않고 약 40°C에서 2-3일간의 짧은 기간 동안 *Bacillus*균을 번식시켜 발효하여 독특한 향과 맛을 내는 식품이다. 최근에 콩 발효식품의 생리활성에 관한 많은 보고(4-6)가 있으며, 특히 청국장은 원료 콩에 비하

여 생리활성 물질이 크게 증가한다는 보고가 있어서 그 소비가 크게 증가하고 있다.

콩을 이용한 가공식품에 함유된 isoflavone 함량을 조사한 결과, 원료 콩보다는 청국장의 함유량이 더 높은 것으로 보고되었다(7). 콩의 기능성을 높일 수 있는 발효가공식품에 관한 연구 가운데 청국장에 대한 연구로는 혈전용해 작용(8,9), 항염증작용(10), 혈중 glucose 저하에 따른 항당뇨작용(11,12), 혈당조절 및 지질대사 개선효과(13), 비만억제 효과(14) 등이 보고되고 있으며, 청국장이 비만, 암, 혈전, 당뇨, 고혈압 등에 효능이 있다고 하여 가루, 환, 캡슐 등 건강식품으로 개발되어 판매되고 있다(15).

본 연구는 여러 가지 기능성이 우수한 것으로 알려진 대두 중에서 백태와 태광을재료로 각각의 청국장을 제조한 후, 원료 콩과 청국장의 기능성을 비교하기 위하여 대두와 청국장을 물과 에탄올로 추출하여 각 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정하고 항산화능과 혈전용해능을 분석하여 천연

*Corresponding author. E-mail : parkcs@dhu.ac.kr
Phone : 82-53-819-1426, Fax : 82-53-819-1494

식품보존료 및 건강 기능성 식품의 개발에 활용하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 청국장 제조

본 실험에 사용한 백태와 태광은 영주시 문수면의 우가네 농장에서 재배한 것을 구입하여 4°C의 냉장고에 보관하면서 사용하였다. 청국장의 제조는 Park과 Joo (16)의 방법으로 백태와 태광을 3시간동안 물에 불린 후, 100°C에서 6시간 동안 삶아 물기를 제거한 후에 채반에 부직포를 깔고 콩을 고르게 펴서 5 cm 정도의 벧짚을 꽂은 후, 43°C에서 24시간 동안 발효시킨 후에, 50°C에서 48시간동안 건조하였다.

추출물 제조

대두와 청국장의 물추출물은 증류수 1,000 mL에 100 g의 시료를 가하여 80°C에서 3시간 동안 3회 반복 추출하여 여과하였다. 에탄올추출물은 70%의 에탄올 1,000 mL에 100 g의 시료를 가하여 70°C에서 3시간 동안 3회 반복 추출하여 여과하였다. 각 추출물은 회전식증발농축기(EYELA, N-N type, Tokyo, Japan)로 농축하여 동결건조한 후, 기능성 실험의 시료로 사용하였으며, 시료의 추출 수율은 추출 전 시료의 중량에 대한 각 추출물의 동결건조 후 중량 백분율로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis법(17)으로 측정하였다. 동결건조한 추출물을 10 mg/mL 농도로 증류수에 녹인 다음 0.2 mL를 시험관에 취하고 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 여기에 0.2 mL Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 정확히 3분 후 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mL로 만든 다음 실온에서 1시간 방치하여 상정액을 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 0, 50, 100, 150, 200 및 300 ppm 용액이 되도록 취하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability; EDA)은 Blois의 방법(18)에 따라 측정하였다. 동결건조한 추출물 2 mL에 0.2 mM DPPH (1-1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)를 1.0 mL 넣고 혼합하여 30분 동안 반응시킨 다음 분광광도계로서 517 nm에서 반응액의 흡광도를 측정한 후, 시료 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

Superoxide dismutase (SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(19)에 따라 동결건조한 추출물 시료 0.2 mL에 Tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 다음 1N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후, 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거작용(nitrite scavenging ability; NSA)의 측정은 Kato 등의 방법(20)에 준하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 2 mL에 동결건조한 추출물 1 mL를 가하고, 0.2 M 구연산 완충액으로 반응용액의 pH를 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1 mL를 취하여 Griess 시약(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1 : 1) 0.4 mL를 가한 다음 혼합하여 실온에서 15분간 방치 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 백분율로 나타내었으며 공시험은 Griess 시약 대신 증류수를 가하여 동일하게 행하였다.

혈전용해능 측정

혈전용해능은 fibrin plate법(21)을 약간 수정하여 측정하였다. 0.01 M phosphate buffered saline (pH 7.25)에 fibrinogen을 0.5%가 되도록 용해시킨 후 10 mL를 petridish에 분주하고 thrombin 10 unit를 가하여 균일한 두께의 fibrin clot를 형성시킨 후 실온에서 1시간 방치하여 fibrin plate를 제조하였다. 혈전용해 효소활성은 직경 8 mm의 paper disc를 제조한 fibrin plate에 놓고 각 농도의 콩 추출물과 청국장 추출물을 20 µL 가하여 37°C에서 12시간 동안 반응시킨 후, 생성된 투명한 부위의 직경을 측정하여 면적을 계산하였으며, 이때 대조구는 plasmin (Sigma, St Louis, MO, USA)을 농도별로 조절하여 사용하였다. 콩과 청국장 추출액의 혈전용해능은 plasmin의 농도별 fibrin 용해면적을 기준으로 작성한 표준곡선에 대하여 추출시료의 fibrin 용해면적의 상대적 비율로서 계산하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 통계분석 프로그램 (version 12.0)을 이용하여 평균치와 표준편차를 산출하였으며, one way ANOVA test 및 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의적인 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

추출물의 수율

실험에 사용한 백태와 태광 및 이들 콩으로 제조한 각

청국장 추출수율은 Table 1과 같으며 2종류의 대두 물추출물 수율은 백태가 50.12%, 태광이 48.34%로 큰 차이는 없었으며, 에탄올추출물의 수율은 백태가 19.39%, 태광이 19.12%로 거의 비슷한 수율이었고 물추출물의 수율이 에탄올추출물보다 2.5배 이상 높았다. 한편, 2종류의 대두로 제조한 청국장 물추출물의 수율은 백태 청국장이 41.59%, 태광 청국장이 41.81%로 거의 비슷하였다. 청국장 에탄올추출물의 수율은 백태 청국장이 14.16%, 태광 청국장이 14.73%로 거의 비슷한 수율이었으나, 청국장 물추출물에 비하여 약 1/3 정도의 낮은 수율을 보였다. 백태와 태광 청국장 추출물의 수율은 원료 대두의 추출수율에 비하여 물추출물은 83.0~86.5% 수준의 수율을 나타내었으나 에탄올추출물에서는 73.0~77.0%의 수율을 보여 청국장 추출물의 수율이 콩 추출물의 수율보다 낮았다.

이러한 결과는 검은콩 청국장의 경우, 청국장 추출물의 수율이 원료 콩 추출물의 수율에 비하여 1.5~2배 높은 수율을 나타낸 결과(16)와는 상반된 결과를 나타내었다.

Table 1. Yields of water and ethanol extracts from soybean and *Chungkukjang*

Extract	Yield (%)		B/A
	Soybean (A)	<i>Chungkukjang</i> (B)	
BWE	50.12	41.59	0.83
BEE	19.39	14.16	0.73
TWE	48.34	41.81	0.86
TEE	19.12	14.73	0.77

BWE; *Baektae* water extract, BEE; *Baektae* ethanol extract, TWE; *Taekwang* water extract, TEE; *Taekwang* ethanol extract.

총 폴리페놀 함량

Table 2는 백태와 태광의 추출물 및 이들 콩으로 제조한 청국장 추출물의 총폴리페놀 함량을 측정한 결과이다. 백태와 태광 물추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 189.25 mg/100 g, 280.23 mg/100 g이었으며, 백태와 태광으로 제조한 청국장 추출물의 총 폴리페놀 함량은 백태 청국장이 814.58 mg/100 g, 태광 청국장이 834.23 mg/100 g으로 태광 청국장의 함량이 약간 높게 나타났으나 콩추출물과 청국장추출물 모두에서 콩의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었다.

한편, 에탄올추출물의 총 폴리페놀 함량은 백태가 86.02 mg/100 g, 태광이 90.12 mg/100 g으로서 태광의 폴리페놀 함량이 약간 높았다. 백태와 태광으로 제조한 청국장 에탄올추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 백태 청국장이 324.24 mg/100 g, 태광 청국장이 359.64 mg/100 g으로 태광 청국장이 백태 청국장보다 높았으나 물추출물에서와 마찬가지로 콩과 청국장 모두 콩의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었다.

전체적으로 콩의 물추출물과 에탄올추출물의 총 폴리페놀 함량은 백태와 태광 사이에 유의적인 차이가 없었으며, 청국장의 물추출물과 에탄올추출물 역시 콩의 종류에 따른 총 폴리페놀함량은 유의적인 차이가 없었다. 그러나 백태와 태광 청국장의 총 폴리페놀함량은 물과 에탄올추출물 모두 원료 콩의 각 추출물보다 4.0~4.3배 높은 함량을 나타내었다. 이 결과는 검은콩으로 제조한 청국장 추출물의 총 폴리페놀함량이 검은콩에 비하여 2.8배 높았던 결과(16)보다 월등히 높은 것으로 나타났다.

Kwak 등(6)은 청국장이 삶은 콩에 비하여 isoflavone 함량이 3.4배 증가하였다고 보고하였는데 이는 발효과정에서 aglycone isoflavone 및 malonylglycoside isoflavone의 증가가 그 원인인 것으로 밝힌 바 있으며, 생성된 폴리페놀함량의 증가와 더불어 기능성도 증가되었다고 하였다. 또한 Ryu (22)도 콩 발효식품이 콩 자체보다 높은 생리활성을 나타내는 것은 콩에 함유되어 있는 이소플라본 및 유용성분의 배당체가 당이 떨어진 아글리콘 형태로 변화하여 콩 자체보다 높은 생리활성을 나타내는 것으로 보고하고 있다.

Table 2. Total polyphenol contents of water and ethanol extracts from soybean and *Chungkukjang*

Extract	Total polyphenol		B/A
	Soybean (A)	<i>Chungkukjang</i> (B)	
BWE	189.25±3.20 ^a	814.58±2.47 ^a	4.30
BEE	86.02±2.79 ^b	364.24±4.05 ^b	4.23
TWE	210.23±2.34 ^a	834.23±2.08 ^a	3.97
TEE	90.12±2.05 ^b	359.64±2.89 ^b	3.99

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments.

^aIn each column, different superscripts are significantly different at p<0.05.

BWE; *Baektae* water extract, BEE; *Baektae* ethanol extract, TWE; *Taekwang* water extract, TEE; *Taekwang* ethanol extract.

청국장 추출물의 항산화능

전자공여능

백태와 태광의 물추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 물추출물의 전자공여능은 Fig. 1과 같으며, 백태와 태광 물추출물 500 ppm에서의 전자공여능은 각각 8.9%, 12.1%였으며, 이들 콩으로 제조한 청국장 물추출물의 전자공여능은 500 ppm에서 백태가 50.2%, 태광이 51.1%로서 콩의 종류에 따른 유의적인 차이가 없었다. 1,000 ppm에서는 백태와 태광이 각각 28.2%, 35.2%로서 태광의 전자공여능이 유의적으로 높았으나(p<0.05) 이들 콩으로 제조한 청국장의 전자공여능은 백태가 65.3%, 태광이 66.1%로서 큰 차이가 없었다.

각 콩으로 제조한 청국장 물추출물의 전자공여능은 500 ppm 농도에서, 원료콩에 비하여 백태 청국장은 5.6배, 태광

청국장은 4.2배 높은 활성을 나타내었으며, 1,000 ppm에서는 원료콩에 비하여 백태는 2.3배, 태광은 1.9배 높은 활성을 나타내어 백태로 제조한 청국장이 태광으로 제조한 청국장에 비하여 전자공여능의 증가비율이 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과로서 Park과 Joo (16)의 검은콩(약콩과 서리태)에서 전자공여능 측정결과 1,000 ppm에서는 콩 추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 추출물의 전자공여능 간에 유의적인 차이가 없었지만 500 ppm에서는 검은콩 청국장 추출물이 검은콩 추출물보다 1.3~1.5배 높은 전자공여능을 나타내었으며 대두로 제조한 청국장에서도 현저하게 높은 활성의 증가를 보였다는 보고와 함께 콩의 발효에 의한 전자공여능의 향상을 확인 할 수 있었다.

Lee 등(23)은 콩제품의 추출물을 항산화제로 활용하고자 기존의 항산화제인 BHT, BHA와 콩제품 추출물의 항산화 효과를 비교, 조사하여 보고하였는데 그 효과는 청국장, 된장, 두유의 순으로서 청국장 추출물의 항산화능이 가장 우수한 것으로 밝혔으며 식품 제조 시에 첨가제로서의 이용가능성도 제시하였다.

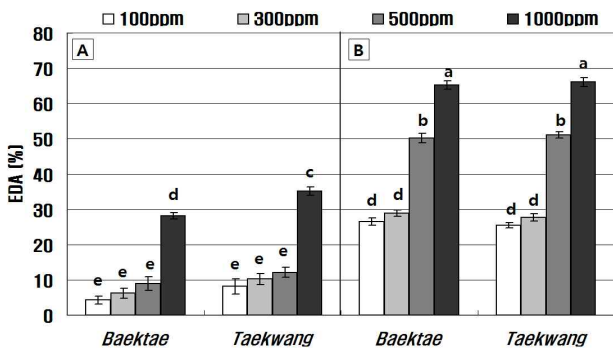


Fig. 1. Electron donating ability of water extracts from soybean (A) and *Chungkukjang* (B).

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

백태와 태광의 에탄올추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 에탄올추출물의 전자공여능은 Fig. 2와 같다. 백태와 태광 에탄올추출물의 전자공여능은 500 ppm의 농도에서는 각각 35.3%, 29.6%로서 백태추출물의 활성이 유의적으로 높았으나 1,000 ppm에서는 각각 48.3%, 58.6%로서 태광이 유의적으로 높은 활성을 나타내었다.

한편, 백태와 태광으로 제조한 청국장의 에탄올추출물의 전자공여능은 500 ppm에서 각각 54.7%, 55.3%였으며 1,000 ppm에서는 각각 69.1%, 68.7%로서 추출물의 농도에 비례하여 전자공여능이 증가하였으나 대두의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었다. 그러나 대두와 대두로 제조한 청국장 모두 500~1,000 ppm에서 에탄올 추출물의 전자공여능이 물추출물(Fig. 1)에 비하여 대두는 18~26% 높았으며, 청국장은 2.6~4.4% 높았다.

각 콩으로 제조한 청국장의 전자공여능은 에탄올추출물

500 ppm에서, 원료콩에 비하여 백태는 1.5배, 태광은 1.9배 높은 활성이었으며, 1,000 ppm에서는 원료콩에 비하여 백태는 1.4배, 태광은 1.2배 높은 활성을 나타내었다. 청국장 제조에 따른 에탄올추출물의 전자공여능의 활성 증가 비율은 대두의 종류에 따라 큰 차이가 없었으며, 물추출물에 비하여 활성의 증가비율이 아주 낮은 편이었다.

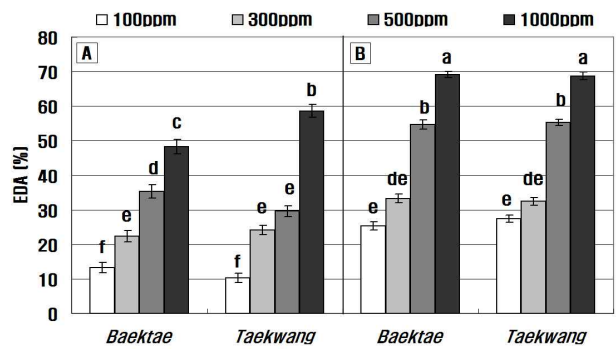


Fig. 2. Electron donating ability of ethanol extracts from soybean (A) and *Chungkukjang* (B).

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

이상의 전자공여능 실험결과에서 백태와 태광 청국장의 물과 에탄올추출물 모두 콩 추출물에 비하여 높은 활성을 나타내었는데, 이는 본 실험에서 측정된 청국장의 폴리페놀함량(Table 2)이 콩 추출물보다 4배 이상 증가한 결과에서 기인한 것으로 판단된다. Kwak 등(6)은 청국장이 삶은 콩에 비하여 월등하게 항산화능이 증가한 것은 발효과정에서 생성된 폴리페놀함량의 증가와 더불어 isoflavone 함량이 3.4배 증가하였으며 특히 aglycone isoflavone 및 malonylglycoside isoflavone의 증가가 그 원인인 것으로 밝힌 바 있다.

특히 된장과 청국장의 주성분인 대두는 발효·숙성 과정에서 미생물과 여러 효소들의 작용으로 isoflavone, trypsin inhibitor, 식이섬유소, 비타민 E와 발효과정 중에 삶은 대두에 존재하지 않았던 caffeic acid와 ferulic acid 등의 유리 pheolic acid 함량이 증가되어(24,25), 이러한 생리활성이 성분들로 인하여 대두 발효식품은 비발효식품에 비하여 생리활성이 뛰어나 건강 기능성이 증진될 것으로 추정된다.

한편, Huang 등(26)은 45°C, 37°C, 25°C에서 두부를 발효시킨 Sufu의 전자공여능이 각각 54.7%, 47.1%, 32.5%로서 발효 균주와 숙성온도에 따라 큰 차이가 있으며 발효하지 않은 두부에 비하여 발효두부의 전자공여능이 유의적으로 높았다고 보고하였다.

SOD 유사활성

백태와 태광의 물추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 물추출물의 SOD 유사활성은 Fig. 3과 같다. 1,000 ppm에서

백태와 태광의 물추출물은 각각 27.3%, 26.1%로서 비슷한 활성을 나타내었고, 청국장은 백태가 49.2%, 태광이 46.6%로서 청국장 물추출물이 대두 추출물에 비하여 20% 이상 높은 활성 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

청국장 물추출물은 100, 300, 500 ppm에서도 동일한 농도의 대두 물추출물에 비하여 유의적으로 높은 SOD 유사 활성을 나타내었으며($p < 0.05$) 청국장 제조에 의해 SOD 유사 활성이 1.8배 증가하였다.

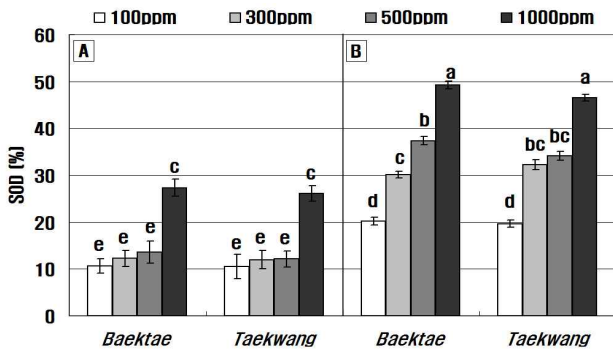


Fig. 3. SOD-like activity of water extracts from soybean (A) and Chungkukjang (B).

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

백태와 태광의 에탄올추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 에탄올추출물의 SOD 유사활성은 Fig. 4와 같다. 1,000 ppm에서 백태와 태광은 각각 39.2%, 37.9%로서 비슷한 활성을 나타내었으며 물추출물의 SOD 유사활성에 비하여 12% 높았다. 청국장 에탄올추출물의 SOD 유사활성은 백태가 55.1%, 태광이 49.6%로서 백태로 제조한 청국장의 활성이 유의적으로 높았으며($p < 0.05$) 물추출물에 비해서는 3~6% 높은 것으로 나타났다. 각 대두로 제조한 청국장 에탄올추출물의 SOD 유사활성은 500~1,000 ppm에서, 원료콩에 비하여 1.3~2배 높은 활성을 나타내었다.

Kwak 등(6)은 Sprague-Dawley를 이용한 *in vivo* 실험에

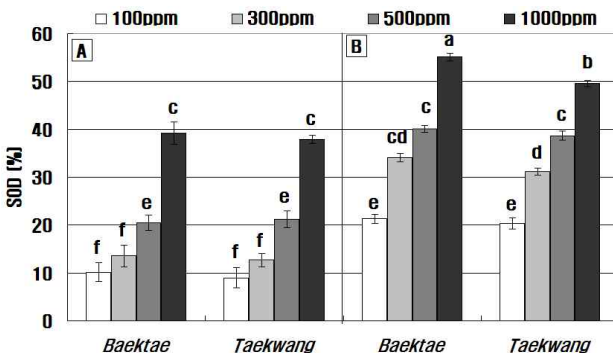


Fig. 4. SOD-like activity of ethanol extracts from soybean (A) and Chungkukjang (B).

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

서, 고지방식에 청국장을 10% 함유한 사료로 사육했을 때, 실험동물의 간장 Cu/Zn-SOD 활성이 고지방식이나 삶은 콩을 급여한 실험동물에 비하여 유의적으로 높았다는 결과를 보고함으로써, 청국장의 우수한 항산화기능을 밝힌 바 있다.

아질산염소거능

백태와 태광 물추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 물추출물을 pH 1.2에서 아질산염소거능을 측정하고 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 1,000 ppm에서 백태와 태광 물추출물의 아질산염소거능은 각각 33.6%, 30.2%로서 활성이 비슷하였으나 청국장 물추출물에서는 백태가 51.4%, 태광이 53.2%로서 콩과 청국장의 추출물 모두 콩의 종류에 따른 유의적인 차이가 없었다.

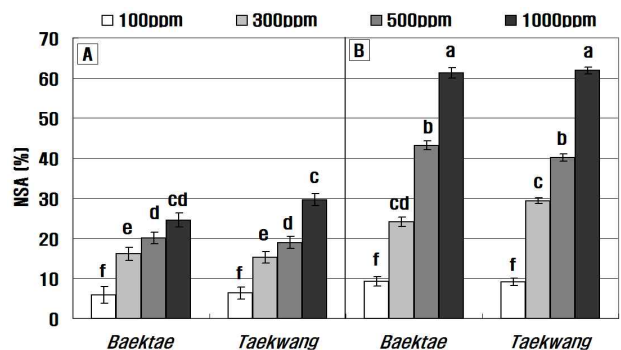


Fig. 5. Nitrite scavenging ability of water extracts from soybean (A) and Chungkukjang (B) at pH 1.2.

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

백태와 태광의 에탄올추출물과 이들 콩으로 제조한 청국장 에탄올추출물을 pH 1.2에서 아질산염소거능을 측정할 결과는 Fig. 6과 같다. 1,000 ppm에서 백태와 태광은 각각 24.6%, 29.7%로서 비슷한 활성을 나타내었으며, 청국장은 백태가 61.3%, 태광이 61.9%로서 콩과 청국장의 추출물

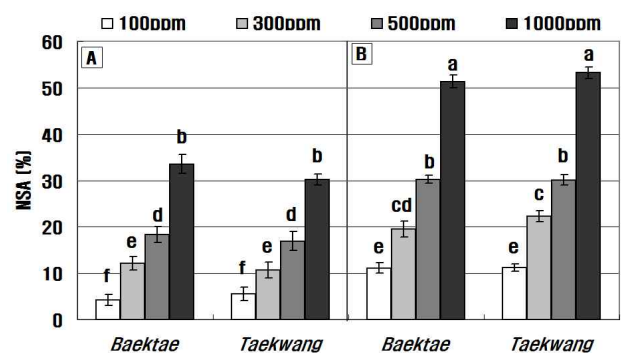


Fig. 6. Nitrite scavenging ability of ethanol extracts from soybean (A) and Chungkukjang (B) at pH 1.2.

The values represent the Mean±SD for triplicate experiments and those with different alphabetical letters are significantly different at $p < 0.05$.

모두 콩의 종류에 따른 유의적인 차이는 없었다. 에탄올추출물과 물추출물의 아질산염소거능을 비교해 보았을 때 대두 추출물에서는 큰 차이가 없었으나, 청국장 추출물에서는 백태와 태광의 에탄올추출물이 물추출물보다 10% 이상 높은 활성을 나타내었다.

청국장 추출물의 혈전용해능

대두와 대두 청국장 추출물의 혈전용해능을 측정하기 위해 각 추출물과 plasmin을 농도(0-1.0 unit)별로 fibrin plate 상에 처리한 결과, 각 추출물의 혈전용해작용에 의해 형성된 투명환은 Fig. 7과 같으며 투명환이 타원형인 경우에는 긴 지름과 짧은 지름을 평균하여 면적을 계산하였다.

분석되었으므로 청국장 제조에는 백태가 적합한 것으로 생각된다.

Table 3. Fibrinolytic activity of extracts from soybean and *Chungkukjang*

Soybean	Extract	Fibrinolytic activity (plasmin unit/mL)		B/A
		Soybean (A)	<i>Chungkukjang</i> (B)	
<i>Baektae</i>	Water	0.257	0.357	1.39
	Ethanol	0.129	0.257	1.99
<i>Taekwang</i>	Water	0.169	0.211	1.25
	Ethanol	0.211	0.257	1.22

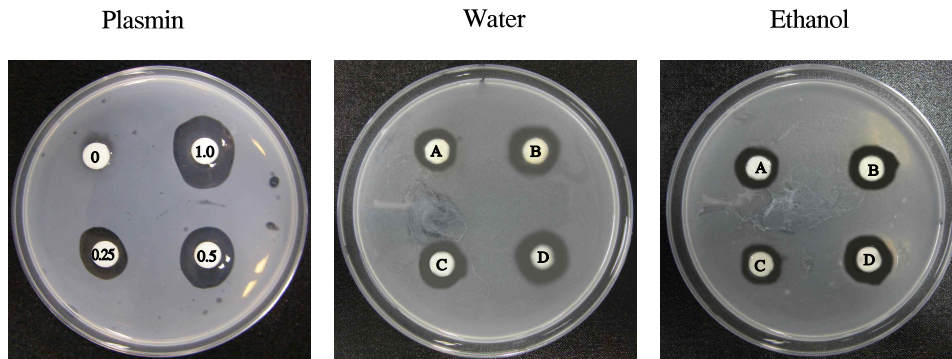


Fig. 7. Fibrinolytic activity of extracts from soybean and *Chungkukjang*.

Plasmin (Unit); A: 0 Unit, B: 0.25 Unit, C: 0.5 Unit, D: 1.0 Unit.

Extracts; A: *Taekwang*, B: *Taekwang Cheonggukjang*, C: *Baektae*, D: *Baektae Cheonggukjang*

대두와 대두로 제조한 청국장 추출물에 의하여 형성된 투명환의 면적을 plasmin의 양으로 환산하여 혈전용해능을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 본 실험에 사용한 각 콩과 청국장 추출물의 농도는 5%로서, 백태 청국장 물추출물의 혈전용해능은 plasmin 0.357 unit에 해당하는 활성으로서 4종의 물추출물 가운데 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 백태의 물추출물, 백태 청국장의 에탄올추출물과 태광 청국장의 에탄올추출물의 혈전용해능이 모두 plasmin 0.257 unit의 동일한 활성을 나타냈다.

대두로 제조한 청국장의 혈전용해능이 원료 대두에 비하여 백태는 1.4~1.9배, 태광은 약 1.2배 증가하여 청국장 제조에 의해 물과 에탄올추출물에서 모두 혈전용해능이 증가하는 결과가 나타났다. 이렇게 청국장의 혈전용해능이 대두의 혈전용해능 보다 증가하는 현상은 검은콩으로 제조한 청국장의 경우에도 같은 결과가 보고되었으며(16), Chang 등(8)은 청국장의 발효에 의해 혈전용해능과 면역세포 활성화 능력이 증가하였다는 결과를 보고한 바 있다.

그리고 대두의 종류와 추출물의 종류에 따른 혈전용해능을 비교한 결과, 백태의 물추출물과 백태 청국장의 물추출물이 태광의 혈전용해능에 비하여 1.5~1.7배 높은 것으로

Oh 등(27)은 밤밀콩으로 이용되는 7종류의 콩에 대한 항산화활성과 혈전용해능을 측정하여 울타리콩, 강낭콩 등에서 우수한 항산화 효과가 나타난 것으로 보고하였으며 특히, 선비콩, 황태, 강낭콩 등은 혈전용해능이 뛰어난 것으로 밝혀진 바 있다. 또, Chang 등(8)도 청국장의 발효과정에서 단백질 분해력과 점질물 생성능이 우수하고 혈전용해능과 면역세포 활성화 능력이 뛰어난 *Bacillus* 속 균주를 분리·동정함으로써 생리활성이 우수한 청국장을 제조하여 기능성식품 재료로 사용할 수 있는 가능성을 시사하였다. Cho 등(28)은 *Bacillus subtilis* CS90을 이용한 청국장 발효에서 phytochemical 구성성분의 변화가 나타나서 총 페놀함량이 253 mg/kg에서 9,414 mg/kg으로 증가하였으며, 전자공여능은 53.6%에서 93.9%로 높아졌다고 청국장의 우수한 기능성을 보고하였다. 한편, 청국장의 기능성은 발효 온도와 발효 시간에 따라 유용물질의 생성량이 변하며, 발효시간이 길어지면 생리활성 물질의 생성량이 감소하기 때문에 발효시간의 적정성도 중요한 것으로 보고되고 있다(28,29).

이러한 결과를 종합해 볼 때, 대두에 비하여 대두로 제조한 청국장 추출물의 폴리페놀 함량이 매우 높고, 청국장 제조와 함께 항산화능과 혈전용해능도 증가하는 것으로

분석되었으므로, 청국장은 건강식품의 개발이나 천연항산화제로서의 이용가능성이 높을 것으로 판단된다. 아울러, 청국장을 이용한 건강기능성식품의 개발을 위해서는 콩의 종류별 최적 발효시간의 분석 또는 특정 생리활성물질을 대량으로 추출할 수 있는 발효조건 등에 관한 연구도 필요하다고 생각된다.

요 약

대두를 이용하여 천연보존료나 건강 기능성식품을 개발하기 위하여 백태와 태광으로 청국장을 제조하여 물과 70% 에탄올로 추출한 후, 폴리페놀 함량, 항산화능 및 혈전용해능을 측정하였다. 백태와 백태 청국장에 대한 물추출물의 폴리페놀 함량은 각각 189.25 mg/100g, 814.58 mg/100g 이었으며 태광과 태광 청국장에 대한 물추출물의 폴리페놀 함량은 각각 210.23 mg/100g, 834.23 mg/100g으로 대두 청국장 물추출물의 폴리페놀 함량은 각각의 대두에 비하여 4~4.3배 증가하였다. 대두로 제조한 청국장 물추출물의 전자공여능과 SOD 유사활성은 원료의 콩에 비하여 높은 활성을 나타내었다. 대두와 대두 청국장의 물과 에탄올추출물은 모두 혈전용해능을 나타내었으며 백태 청국장의 물추출물이 가장 우수한 혈전용해능을 나타내었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 대두에 비하여 대두로 제조한 청국장 추출물의 폴리페놀 함량이 유의적으로 높았으며 청국장의 제조와 함께 항산화능과 혈전용해능도 증가하는 것으로 분석되었으므로 청국장은 건강식품의 개발이나 천연항산화제로서의 이용가능성이 높을 것으로 판단된다.

참고문헌

- Kim YH (2006) Market trends of soy based products - Soy based beverages in the market of USA and Europe. Korean J Food Sci Technol, 39, 11-16
- Kwon HJ (1999) Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. Korean Soybean Digest, 16, 63-68
- Ryu YW (2006) Health, emerging soybean as a functional food. Korea Soybean Digest, 23, 1-2
- Kwon SH, Lee KB, Im KS, Kim SO, Park KY (2006) Weight reduction and lipid lowering effects of Korean traditional soybean fermented products. J Korean Soc Food Sci Nutr, 35, 1194-1199
- Omura K, Hitisugi M, Zhu X, Ikeda M, Maeda H, Tokudome S (2005) A newly derived protein from *Bacillus subtilis natto* with both antithrombotic and fibrinolytic effects. J Pham Sci, 99, 247-51
- Kwak CS, Lee MS, Park SC (2007) Higher antioxidant properties of *Chungkookjang*, a fermented soybean paste, may be due to increased aglycone and malonylglycoside isoflavone during fermentation. Nutr Res, 27, 719-727
- Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak, TS (2002) Isoflavone content in soybean and its processed products. Food Sci Biotechnol, 34, 365-369
- Chang JH, Shim YY, Kim SH, Chee KM, Cha SK (2005) Fibrinolytic and immunostimulating activities of *Bacillus* spp. strains isolated from *Chungkukjang*. Food Sci Biotechnol, 37, 255-260
- Sohn BH, Song YJ, Oh KH (2008) Fibrinolytic activity and characterization of *Bacillus licheniformis* HK-12 isolated from *Chungkook-Jang*. Korean J Biotech Bioeng, 23, 251-256
- Choi YH, Lim H, Heo MY, Kwon DY, Kim HP (2008) Anti-inflammatory activity of the ethanol extract of *Chungkukjang*, Korean fermented bean: 5-lipoxygenase inhibition. J Med Food, 11, 539-543
- Kim DJ, Jeong YJ, Kwon JH, Moon KD, Kim HJ, Jeon SM, Lee MK, Park YB, Choi MS (2008) Beneficial effect of Chungkukjang on regulating blood glucose and pancreatic beta-cell functions in C75BL/KsJ-db/db mice. J Med Food, 1, 215-213
- Kwon DY, Daily JW 3rd, Kim HJ, Park S (2010) Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. Nutr Res, 30, 1-13
- Kim JI, Kang MJ, Kwon TW (2003) Antidiabetic effect of soybean and *Chongkukjang*. Korean Soybean Digest, 20, 44-52
- Lee JJ, Kim AR, Lee H, Kim CH, Chang HC, Lee MY (2011) Effects of soybean, *Cheonggukjang* and *Doenjang* on serum cholesterol Level and weight reduction in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. Korean J Food Preserv, 18, 226-235
- Yang HR, Park SS, Lee JW, Lee KB, Han MK (2009) Comparison of vitamin contents and organoleptic characteristics in powdered Cheongkukjang dried by different drying methods. Korean J Food Nutr, 22, 192-198
- Park CS, Joo EY (2010) Antioxidative and fibrinolytic activity of extracts from soybean and *Chungkukjang* (fermented soybeans) prepared from a black soybean cultivar. Korean J Food Preserv, 17, 874-880
- AOAC (2005) Official method of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington

DC. USA

18. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1224
19. Marklund S, Marklund G (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem*, 47, 469-474
20. Kato H, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem*, 51, 1333
21. Astrup TS, Mullertz S (1952) The fibrin plate method for estimating fibrinolytic activity. *Arch Biochim Biophys*, 40, 346-351
22. Ryu SH (2002) Studies on antioxidative effects and antioxidative components of soybean and Chungkukjang. Doctoral thesis, Inje University, p 23-122
23. Lee CH, Moon SY, Lee JC, Lee JY (2004) Study on the antioxidant activity of soybean products extracts for application of animal products. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 24, 405-410
24. Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S (1993) Genistein, diadzein, and their beta-glycoside conjugates, antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J Agric Food Chem*, 41, 1961-1968
25. Lee SM, Rhee SH, Park KY (1993) Antimutagenic effect of soluble dietary fiber from kale and soybean. *Environ Mut Carcinogens*, 13, 26-30
26. Huang YH, Lai YJ, Chou CC (2011) Fermentation temperature affects the antioxidant activity of the enzyme-ripened sufu, an oriental traditional fermented product of soybean. *J Biosci Bioeng*, 112, 49-53
27. Oh HS, Park YH, Kim JH (2002) Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of some commercial cooking-with rice soybeans. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 498-504
28. Cho KM, Lee JH, Yun HD, Ahn BY, Kim H, Seo WT (2011) Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolic acids) during cheonggukjang soybeans fermentation using potential probiotics *Bacillus subtilis* CS90. *J Food Comp Anal*, 24, 402-410
29. Ann YG (2011) Changes in components and peptides during fermentation of *Cheonggookjang*. *Korean J Food Nutr*, 24, 124-131

(접수 2011년 5월 20일 수정 2011년 10월 31일 채택 2011년 11월 11일)