

Comparison of the antioxidant activities of small-black-bean-*Chungkukjang*-added black food and soybean *Chungkukjang* extracts

Hyun-Sook Park¹, Seung-Ryeul Shin², Ju-Yeon Hong², Kyung-Mi Yang^{2*}

¹Department of Food Nutrition and Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 704-742, Korea

²Faculty of Herbal Food Cuisine and Nutrition, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-720, Korea

블랙푸드 첨가에 따른 약콩 청국장 및 대두청국장의 항산화 활성 비교

박현숙¹ · 신승렬² · 홍주연² · 양경미^{2*}

¹대구공업대학 호텔외식조리계열, ²대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Abstract

This study was conducted to analyze the polyphenol contents and antioxidant activities of small-black-bean-*Chungkukjang*-added black food (SBCB) and soybean *Chungkukjang* (SC) extracts for the development of functional materials. The yields of the hot-water-and-ethanol SC extracts were higher than those of the hot-water-only SC extracts, which were higher than those of the ethanol-only SC extracts. The total phenol contents of the hot-water-and-ethanol SBCB extracts were higher than those of the other extracts. The EDA values of the hot-water-and-ethanol SBCB extracts were higher in the 0.625–5.0 mL/mL extract concentration than those of the other extracts, and those of the SC extracts were high in the 10 mg/mL extract concentration. The SOD-like activities of the hot-water- and ethanol-only SC extracts were higher than those of the other extracts. The nitrite scavenging ability of the ethanol-only SC extracts was higher at pH 1.2 than that of the hot-water-only SC extracts. The xanthine oxidase inhibitory activities of the hot-water- and ethanol-only SBCB extracts were higher in the 0.625 mL/mL extract concentration than those of the other extracts, and increased along with the extract concentration. The inhibitory activities of tyrosinase also increased along with the extract concentration, and the reducing power increased along with the extract concentration and was high in the hot-water-only SBCB and SC extracts.

Key words : soybean, *Chungkukjang*, black food, polyphenol, antioxidant activity

서 론

최근 삶의 질 향상과 함께 생활양식의 변화로 건강에 대한 관심이 높아지면서 가공식품을 단순한 먹을거리뿐만 아니라 건강증진 기능을 갖춘 기능성 식품의 형태로 이용하려는 경향이 두드러지고 있으며, 성인병과 알츠하이머성 치매와 같은 만성 질환을 예방하기 위해 평상시에 꾸준히 섭취할 수 있는 기능성 식품에 대한 개발과 연구가 중요하게 인식되고 있다(1). 또한, 일상적으로 먹고 있는 식품에서도 천연소재에 대한 관심이 증가하고 건강과 관련한 3차

기능성을 중시하는 경향이 고조되면서 천연 식재료 속에 함유되어 있는 기능성 성분은 항산화, 항균, 항노화, 항알러지, 항암효과는 다양한 효능이 밝혀지고 있다(2-4). 이 중에서 항산화 반응은 알츠하이머성 치매와 같은 만성질환 및 노화의 원인이 되는 각종 활성 산화물질의 반응을 차단 및 억제시킨다는 기전이 밝혀짐에 따라 항산화효과를 가진 식품을 섭취하고자 하는 노력이 증가하고 있다(5).

대두(*Glycin max Merrill*)는 우리나라를 비롯한 동남아시아에서 오랫동안 사용된 중요 식물 자원이고, 단백질 공급원으로 영양분이 풍부하고 가격이 저렴한 특징이 있다(6). 뿐만 아니라 phytoestrogen인 isoflavone계의 genistein, daidzein 등의 우수한 생리활성 물질을 함유하고 있으며, 성인병 예방효과 등 기능성이 우수하여 식생활 측면에서

*Corresponding author. E-mail : jiboosin@dhu.ac.kr
Phone : 82-53-819-1490, Fax : 82-53-819-1494

건강증진의 방안으로 대두 섭취를 증가시킬 수 있는 방법이 다양하게 연구되고 있다(7). 대두로 만든 된장이나 청국장 은 발효·숙성 과정 중에 미생물과 여러 종류의 효소 작용으로 trypsin inhibitor, 식이섬유소, 비타민 E와 발효과정 중에 삶은 대두에 존재하지 않았던 caffeic acid와 ferulic acid 등의 유리 phenolic acid 등의 함량이 증가되며(8,9), 이러한 생리활성 성분들로 인하여 대두 발효식품은 비발효 식품에 비하여 생리활성이 뛰어나 건강 기능성이 증진될 것으로 추정되고 있다.

한의학에서는 약콩(쥐눈이콩, 서목태, *Rhynchosia Nulubilis*) 이 노인성 치매예방 및 신장에 좋다고 알려져 있으며, 약콩의 종실은 대두와 영양성분 면에서 크게 차이가 없으나 종피에 안토시아닌 색소를 가지고 있는 특징이 있다(10). 약콩에는 비타민 E와 이소플라본을 다량 함유하고 있어 고혈압과 당뇨병을 예방하고 노화방지와 골다공증을 억제시킬 뿐만 아니라, 약콩 추출물은 해독작용이 뛰어나 혈액순환을 촉진하여 질병예방과 치료에 사용되어 왔다(11).

약콩 이외에 다시마, 흑미, 흑임자 등의 블랙푸드 중에서 다시마는 칼륨, 나트륨, 마그네슘 등 다량의 무기질을 함유하고 있어 신체 생리 대사를 촉진시키고, fucoidan, laminaran 및 alginic acid 같은 식이섬유를 함유하여 동맥경화 예방, 대장암 예방, 비만억제 등 다양한 효과와 당에 대한 내성 증가, 면역력 증강 등의 생리활성을 보인다(12). 또한 흑미는 식이 섬유와 폴리페놀, 플라보노이드, 안토시아닌 및 γ -oryzanol 등 생리 활성 성분들을 함유하고 있으며, 이들은 생체에서 항산화 기능을 나타내는 것으로 알려져 있고, 흑임자는 필수 아미노산이 풍부하고 영양적으로 우수하여 간과 신장을 보호하고 오장을 튼튼히 해 주어 혈액순환을 도와 머리를 검게 한다고 하였다(13).

따라서 본 연구에서는 여러 가지 기능성이 우수한 것으로 알려진 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 약콩청장에 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드를 혼합한 블랙푸드 첨가 약콩청국장에 열수 및 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 비교 분석하여 청국장이 알츠하이머성 치매와 같은 산화적 스트레스와 연결된 만성적 질환에 대한 항산화 효능의 연구의 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드인 흑미, 흑임자, 다시마를 첨가한 블랙푸드 약콩청국장은 전라북도 남원시에 위치해 있는 (주)지리산 두류실에서 제조하여 시판하고 있는 제품을 본 실험에 이용하였다.

대두청국장은 대두를 40시간 동안 물에 불려 싹이 나오기 시작 할 때 채반에 걸러서 물기를 제거하였다. 그런 다음

100℃에서 6시간 동안 전기증탕기(중형전기증탕기 400 L, 고려산업, Korea)를 이용하여 찌 다음 식힌 후 발효실인 황토방 바닥에 물기를 준 짚을 깔고 소쿠리에 담아서 놓고 그 위에 30 cm로 자른 짚을 편 후 각목을 엮어 이불을 덮어 44℃에서 70~75시간 발효시켰다. 발효시킨 청국장은 다목적 전기열풍 건조기(UDS-4522F, (주)유니크대성, Korea)에 넣어 42℃를 유지한 상태로 48시간 건조시킨 후 건식분쇄기(JMPC 14, 전주식품제약기계, Korea)를 이용하여 분말로 만들었다. 약콩청국장은 대두청국장과 같은 방법으로 제조하였으며, 블랙푸드 첨가 약콩청국장은 약콩청국장 80%에 볶은 약콩 6%, 흑임자 6%, 흑미 6%, 다시마 2%를 첨가하여 제품으로 만들었다.

추출물의 제조

열수 추출물은 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 각 시료 50 g당 10배에 해당하는 3차 증류수를 각각 가한 후 85℃에서 3시간 동안 환류 추출하였다. 이 과정을 3회 반복 추출한 각각의 추출액은 여과지(Whatman No. 4)로 여과하여 제조하였다. 또 에탄올 추출물은 각 시료 50 g에 10배량의 70% 에탄올을 각각 가한 후 60℃에서 3시간 동안 추출하였고, 이 과정을 3회 반복 추출하여 모아진 각각의 추출액은 여과지(Whatman No. 4)로 여과하여 제조하였다. 각 추출액은 회전식증발 농축기(R-210, Buchi, Frawil, Switzerland)로 감압농축 및 동결건조기(FD5510SPT, Ilshin, Korea)를 사용하여 동결 건조하여 각 추출물의 시료를 제조하였다.

추출물의 폴리페놀 함량

추출물의 폴리페놀 함량은 Folin-Denis의 방법(14)에 따라 각 추출물 시료를 10 mg/mL농도로 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 후 실온에서 1시간 방치하여 흡수분광광도계(Hitachi UV-2001, Japan)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 함량은 tannic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 산출하였다.

전자공여능 측정

각 추출물의 전자공여능(EDA : electron donating ability)은 Blois 등(15)이 행한 방법에 준하여 각 시료의 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여 효과로써 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 각 추출물을 농도별로 제조한 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하고, 10초간 혼합기로 믹싱 한 후 37℃에서 30분간 반응

시킨 다음 이 반응액을 흡수분광광도계(Hitachi UV-2001, Tokyo, Japan)를 사용해서 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가 전과 후의 흡광도 차이를 %로 나타내었다.

SOD 유사활성 측정

각 추출물의 SOD 유사활성 측정은 Marklund 등(16)이 행한 방법에 따라 hydrogen peroxide(H_2O_2)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 즉 일정농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5인 tris-HCl buffer(50 mM tris [hydroxymethyl] amino-methane and 10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하였다. 그런 다음 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 0.1 mL로 반응을 정지시킨 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

각 추출물의 아질산염 소거능은 Kato 등(17)이 행한 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 1 mM의 $NaNO_2$ 용액 2 mL에 각 농도의 시료 1 mL를 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.1 M 구연산 완충용액을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0으로 조정 한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% acetic acid 5 mL를 첨가한 다음 griess reagent 0.4 mL를 가하여 혼합시켰다. 그런 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후, 흡수분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로 나타내었다. 공시험은 griess reagent 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 같은 방법으로 행하였다. pH 1.2에서 추출물의 농도에 따른 아질산염 소거능은 1 mM의 $NaNO_2$ 용액 1 mL에 각 농도(0.625, 1.25, 2.5, 5.0, 10 mg/mL)의 각 추출물을 첨가하고 여기에 0.1 N HCl을 사용하여 반응용액의 pH 1.2로 조정 한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 측정하여 추출물의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 %로 나타내었다.

Xanthine oxidase 저해 활성 측정

각 추출물의 xanthine oxidase 저해 활성은 Stripe와 Corte (18)가 행한 방법에 따라 측정하였다. 각 시료용액 0.1 mL와 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL에 xanthine(2 mM)을 녹인 기질액 0.2 mL를 첨가하고 xanthine oxidase(0.2 unit/mL) 0.1 mL를 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 종료시킨 다음 반응액 중에 생성된 uric acid의 양을 292 nm에서 흡광도를 측정하였다. Xanthine oxidase 저해 활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 %로 나타내었다. 대조군

은 ascorbic acid를 추출물 대신 동일한 농도로 첨가하여 위의 방법으로 측정하였다.

Tyrosinase 저해 활성 측정

Tyrosinase 저해활성 측정은 Yagi 등(19)의 행한 방법에 따라 측정하였다. 반응구는 0.175 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.5 mL에 10 mM L-DOPA를 녹인 기질액 0.2 mL 및 시료용액 0.1 mL의 혼합액에 mushroom tyrosinase(110 U/mL) 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 2분간 반응시켜 반응액 중에 생성된 DOPA chrome을 475 nm에서 측정하였다. Tyrosinase 저해활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 %로 나타내었다. 대조군은 ascorbic acid를 추출물 대신 동일한 농도로 첨가하여 위의 방법으로 측정하였다.

환원력 측정

환원력은 Wong 등(20)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 각 추출물의 시료용액 0.5 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 1 mL와 1% potassium ferricyanide 1 mL를 넣은 다음 잘 혼합하고 50°C에서 30분간 반응시킨 후 실온으로 냉각시켜 10% TCA용액 1 mL를 넣은 다음 10분간 방치하였다. 이 중 0.5 mL를 취해 증류수 1 mL와 0.1% $FeCl_3$ 0.5 mL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조군으로 butylated hydroxy toluene(BHT)를 사용하였다.

통계처리

본 실험결과는 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험 결과를 평균±표준편차로 나타내었다. 실험군간의 유의성을 검정하기 위하여 SPSS Ver. 18.0 for windows program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA test를 실시하여 유의성이 있는 경우, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

추출물의 수율 및 총 폴리페놀 함량

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 열수 및 에탄올 추출물에 수율 및 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 대두청국장 열수 및 에탄올 추출물의 수율은 각각 27.13%, 11.54%로 열수 추출물이 에탄올 추출물보다 수율이 높았다. 약콩청국장 열수 추출물의 수율은 18.84%, 에탄올 추출물의 수율은 4.69%로 대두청국장과 같이 열수 추출물이 에탄올 추출물보다 높은 수율을 보였다. 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 열수 및 에탄올 추출물의 수율은 각각 9.82%, 4.23%로 열수 추출물에서

높은 수율을 보였다. 또한 열수 및 에탄올 추출물에서 각각 대두청국장>약콩청국장>블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물 순으로 높은 수율을 보였다.

Table 1. Extract yield and polyphenol contents of extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Extract Yield (%)		Polyphenol (mg/g)	
	Hot-water extracts	Ethanol extracts	Hot-water extracts	Ethanol extracts
SC	27.13±0.18 ^{2(a3)}	11.54±0.08 ^d	8.98±0.36 ^b	10.40±0.38 ^c
SBC	18.84±0.14 ^b	4.69±0.11 ^b	15.17±0.01 ^a	13.87±0.02 ^b
SBCB	9.82±0.07 ^c	4.23±0.09 ^c	8.02±0.01 ^c	16.49±0.03 ^a

¹⁾The experimental samples are as follows SC : Soybean *chungkukjang* extract, SBC : Small black bean *chungkukjang* extract, SBCB : Small black bean *chungkukjang* extract added black food.

²⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations.

³⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 다음과 같다. 대두청국장 열수 및 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 8.98 mg/g과 10.40 mg/g이었고, 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물에서는 15.17 mg/g과 13.87 mg/g, 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물에서는 8.02 mg/g과 16.49 mg/g의 폴리페놀 함량을 나타내어 열수 추출물은 약콩청국장에서 폴리페놀 함량이 높았고, 에탄올 추출물에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 총 폴리페놀 함량이 높았다. 콩의 폴리페놀 성분으로는 isoflavone, daidzein, genistein, glycitein 등이 있다(21). Isoflavone 함량은 daidzein과 genistein 함량과 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있으며, 총 폴리페놀 함량은 isoflavone, daidzein, genistein 등의 함으로 나타낼 수 있다.

Lee 등(22)의 콩을 이용한 가공식품에 함유된 isoflavone 함량을 조사한 결과 원료콩보다 청국장의 함유량이 더 높은 것으로 보고되어 본 연구의 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량이 높아 다양한 생리활성 기능을 가질 것으로 생각된다. 특히, 열수 추출물에서는 대두청국장에 비해 약콩청국장의 폴리페놀 함량이 높았고, 에탄올 추출물에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장에서 폴리페놀 함량이 더 높은 것으로 나타났다.

전자공여능

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물의 항산화 활성 정도를 측정하고자 농도별 DPPH에 대한 전자공여능을 측정된 결과는 다음과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물에 대한 전자공여능 측정 결과는

Table 2와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 전자공여능은 농도가 증가함에 따라 증가하였고(p<0.05), 열수 추출물 10 mg/mL의 농도에서 대두청국장 추출물이 70.50%로 가장 높은 전자공여능을 보였다. 이때 대조구인 ascorbic acid 69.52%보다 전자공여능이 더 높았다. 5 mg/mL 이하 농도에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물이 다른 추출물에 비해 전자공여능이 높았다. 특히 0.625 mg/mL 농도에서는 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물이 각각 5.95%, 25.38%, 33.51%의 전자공여능을 보여 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물에서 높게 나타나 낮은 농도에서도 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물의 기능성이 우수할 것으로 추측된다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물에 대한 전자공여능을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물은 추출물 농도가 증가함에 따라 전자공여능이 모두 증가하였다(p<0.05). 이때 열수 추출물의 전자공여능 측정 결과와 비슷하게 에탄올 추출물 10 mg/mL 농도에서는 대두청국장 추출물이 75.07%의 높은 전자공여능을 보였고, 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물이 51.47%, 약콩청국장 추출물 51.08%로 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물에서 전자공여능이 높았다. 또한, 0.625 mg/mL 농도에서는 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물에서 각각 12.99%, 26.66%, 27.32%의 전자공여능을 보여 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물에서 전자공여능이 높게 나타나 낮은 농도에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물의 전자공여능이 우수한 것으로 나타났다.

Kang 등(23)의 천연물의 전자공여능은 전반적으로 천연물 추출물의 농도가 증가함에 따라 전자공여능이 증가한다는 보고와 일치하였다. 일반적으로 전자공여능만으로 항산화 작용을 설명할 수는 없지만, 추출물 중의 항산화물질들은 유지의 자동산화 과정 중 생성되는 ROO·, R·, RO·

Table 2. Electron donating ability of hot-water extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Electron donating ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	5.95±1.08 ^a	13.86±0.09 ^m	24.21±0.46 ^l	41.71±0.37 ^g	70.50±0.53 ^a
SBC	25.38±0.75 ^{kl}	26.39±0.71 ^k	31.84±0.77 ^j	40.67±2.30 ^g	57.27±1.25 ^c
SBCB	33.51±1.50 ^{ij}	33.95±0.18 ⁱ	36.71±0.45 ^h	44.22±0.36 ^f	57.18±0.41 ^c
AsA ²⁾	62.85±0.35 ^d	63.37±0.82 ^{cd}	64.82±0.24 ^c	66.53±1.36 ^b	69.52±1.13 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Electron donating ability of ethanol extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Electron donating ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	12.99±0.45 ^m	19.48±0.42 ^l	32.63±0.23 ⁱ	44.43±0.43 ^g	75.07±0.99 ^a
SBC	26.66±1.41 ^k	28.77±0.45 ^j	37.07±0.41 ^h	43.96±1.00 ^f	51.08±0.48 ^f
SBCB	27.32±0.14 ^k	31.97±0.49 ⁱ	37.99±0.88 ^h	44.49±0.25 ^g	51.47±0.07 ^f
AsA ²⁾	62.85±0.35 ^e	63.37±0.82 ^e	64.82±0.24 ^d	66.53±1.36 ^c	69.52±1.13 ^b

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

등의 라디칼에 전자를 제공하는 능력인 전자공여능이 중요한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(24).

SOD 유사활성능

SOD 유사활성능 측정은 식품의 산화, 인간의 노화 억제 그리고 알츠하이머성 치매와도 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으므로 산화효소인 pyrogallol과 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물을 반응시켜 측정한 결과는 Table 4, 5와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물을 농도에 따른 SOD 유사활성능을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물에서 추출물의 농도가 높아질수록 SOD 유사활성능은 모든 군에서 증가하였으며(p<0.05), 다른 추출물에 비해서 대두청국장 추출물에서 높은 SOD 유사활성능을 보였다. 특히, 0.625 mg/mL의 낮은 농도에서 대조구인 ascorbic acid가 50.65%의 SOD 유사활성능을 보였는데 대두청국장 열수 추출물의 경우 55.30% 정도의 SOD 유사활성능을 보여 대조구보다 항산화성이 높은 것으로 나타났다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물에 대한 SOD 유사활성능을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물의 농도가 증가할수록 SOD 유사활성능은 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 10 mg/mL의 농도에서는 대조구인 ascorbic acid가 91.03%의 SOD 유사활성능을 보였는데 대두청국장 추출물이 88.28% 정도의 SOD 유사활성능을 보여 다른 추출물에 비해 대두청국장 추출물에서 높은 SOD 유사활성능을 보였다. 또한, 2.5 mg/mL이하 농도에서는 약콩청국장 추출물에서 다소 높은 SOD 유사활성능을 보였다.

SOD 유사활성물질은 superoxide를 정상상태의 산소로 전환하지는 못하지만 superoxide의 반응성을 억제하여 활성 산소로부터 생체를 보호한다는 면에서 SOD와 같은 역할을 한다(25). 따라서 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블

랙푸드 첨가 약콩청국장에 SOD 유사활성 물질의 섭취로 산화적 장애를 방어하고 노화억제 효과를 기대 할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. SOD like activity of hot-water extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	SOD like activity (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	55.30±1.62 ^{ef}	52.94±0.48 ^{fg}	57.44±1.31 ^{de}	68.40±0.86 ^c	95.44±1.33 ^a
SBC	46.54±4.36 ⁱ	50.24±2.0 ^{gh}	50.44±0.11 ^{gh}	52.50±1.54 ^{fg}	56.74±1.80 ^{de}
SBCB	47.98±1.67 ^{hi}	51.47±0.42 ^g	53.18±0.37 ^{fg}	56.54±1.86 ^{de}	59.27±1.38 ^d
AsA ²⁾	50.65±0.83 ^{gh}	51.27±0.46 ^g	58.04±0.94 ^{de}	69.47±0.74 ^c	91.03±1.35 ^b

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. SOD like activity of ethanol extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	SOD like activity (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	42.88±1.89 ^l	43.13±1.58 ^{kl}	46.39±1.80 ^{ji}	58.06±0.90 ^d	88.28±0.47 ^b
SBC	47.71±0.83 ^{hi}	48.60±0.56 ^{ghi}	49.76±0.59 ^{gh}	49.83±1.40 ^{gh}	52.02±1.0 ^{ef}
SBCB	43.26±0.38 ^{kl}	45.24±0.74 ^{jk}	47.16±1.29 ^{ji}	52.64±1.48 ^c	57.36±1.19 ^d
AsA ²⁾	50.65±0.83 ^{gh}	51.27±0.46 ^g	58.04±0.94 ^d	69.47±0.74 ^c	91.03±1.35 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

아질산염 소거능

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 pH 1.2에서 열수 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능이 증가하였다(p<0.05). 또한 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물 10 mg/mL의 농도에서 각각 50.85%, 38.80%, 45.45%로 대두청국장에서 높은 아질산염 소거능을 보였으며, 그 다음으로 블랙푸드 첨가 약콩청국장, 약콩청국장 순으로 아질산염 소거능 정도를 확인 할 수 있었다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 pH 1.2에서 에탄올 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장은 열수 추출물의 결과에서와 동일하게 에탄올 추출물의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능이 증가하였으며(p<0.05), 대두청국장의 에탄올 추출물에서 다른 추출물보다 높은 소거능을 보였다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출

물 10 mg/mL 농도에서 각각 53.26%, 43.11%, 47.38%의 아질산염 소거능을 보였다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 pH 3.0에서 열수 추출물의 아질산염 소거능을 측정 한 결과는 Table 8과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물은 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능이 증가하였다($p < 0.05$). 낮은 농도에서는 대두청국장 추출물에서 다소 높은 소거능을 보였으나 5 mg/mL 농도 이상에서는 약콩청국장 추출물에서 아질산염 소거능이 다른 추출물에 비해 다소 높았다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 pH 3.0에서 에탄올 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Table 9와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능이 증가하였으며($p < 0.05$), 열수 추출물의 결과와 같이 각 농도에서는 대두청국장 에탄올 추출물이 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 에탄올 추출물에 비해 다소 높은 소거능을 보였다. 추출물 10 mg/mL 농도에서는 대두청국장, 블랙푸드 첨가 약콩청국장, 약콩청국장 순으로 각각 40.98%, 39.51%, 39.19%의 아질산염 소거능을 확인 할 수 있었으며 각 추출물간의 아질산염 소거능의 큰 차이는 없었다.

Koh 등(26)의 연구에서 추출물의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능은 증가한다는 연구결과와 일치하였으며,

Table 6. Nitrite scavenging ability of hot-water extracts from Chungkukjang added black foods in pH 1.2

Samples ¹⁾	Nitrite scavenging ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	32.73±0.29 ⁱ	36.26±0.12 ^h	41.18±0.19 ^f	46.03±0.62 ^{de}	50.85±0.59 ^c
SBC	25.61±0.70 ^l	28.55±0.72 ^k	31.54±1.18 ^{ji}	34.78±1.09 ^h	38.80±1.10 ^f
SBCB	30.22±2.25 ^{jk}	31.84±1.15 ^{di}	35.72±0.70 ^h	40.72±0.80 ^f	45.45±1.20 ^f
AsA ²⁾	41.40±1.86 ^f	46.18±0.52 ^{de}	47.55±0.58 ^d	62.10±0.20 ^b	76.65±0.73 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Nitrite scavenging ability of ethanol extracts from Chungkukjang added black foods in pH 1.2

Samples ¹⁾	Nitrite scavenging ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	33.63±0.20 ^{kl}	38.04±0.23 ⁱ	39.10±0.43 ^{hi}	47.64±0.57 ^d	53.26±0.73 ^c
SBC	19.80±2.58 ⁿ	29.83±0.60 ^m	35.25±1.32 ^{jk}	40.29±0.92 ^{gh}	43.11±0.40 ^{ef}
SBCB	28.72±0.46 ^m	32.05±1.06 ^l	36.06±0.96 ^j	44.05±1.09 ^e	47.38±1.76 ^d
AsA ²⁾	41.40±1.86 ^{fg}	46.18±0.52 ^d	47.55±0.58 ^d	62.10±0.20 ^b	76.65±0.73 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Song 등(27)의 연구 결과 pH가 낮아짐에 따라 아질산염 소거 활성이 높은 것으로 보고하였고, Kang 등(28)의 연구에서 페놀성 화합물, rutin 및 quercetin 물질 등이 다량 함유된 식품일수록 아질산염의 소거작용이 우수하다는 연구결과와 미루어 볼 때 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장의 열수 및 에탄올 추출물은 pH 1.2와 3.0에서 아질산염 소거능이 높아 nitrosamine 생성 저해에 효과가 있을 것으로 판단된다.

Table 8. Nitrite scavenging ability of hot-water extracts Chungkukjang added black foods in pH 3.0

Samples ¹⁾	Nitrite scavenging ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	14.60±0.29 ^{jk}	18.62±0.42 ^{hij}	25.06±0.40 ^{gh}	34.83±0.11 ^{cd}	35.68±0.48 ^{cd}
SBC	9.91±1.44 ^k	15.32±3.65 ^{jk}	19.11±1.38 ^{hij}	35.01±0.26 ^{cd}	37.26±1.21 ^{cd}
SBCB	13.84±2.68 ^{jk}	17.44±0.56 ^{ij}	23.29±0.36 ^{ghi}	31.60±3.13 ^{def}	35.46±1.04 ^{cd}
AsA ²⁾	27.73±0.61 ^{efg}	31.92±0.10 ^{de}	40.03±1.18 ^{bc}	45.75±1.95 ^b	50.77±0.46 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 9. Nitrite scavenging ability of ethanol extracts from Chungkukjang added black foods in pH 3.0

Samples ¹⁾	Nitrite scavenging ability (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	19.20±0.27 ^{gh}	27.29±0.39 ^{ef}	29.65±0.74 ^{de}	32.32±0.53 ^{de}	40.98±0.28 ^{bc}
SBC	14.74±2.74 ^h	21.24±1.05 ^{feh}	29.28±0.80 ^{de}	31.15±0.65 ^{de}	39.19±4.19 ^{bc}
SBCB	18.53±1.21 ^h	25.61±1.21 ^{efg}	29.34±1.51 ^{de}	35.33±1.05 ^{cd}	39.51±1.44 ^{bc}
AsA ²⁾	27.73±0.61 ^{ef}	31.92±0.10 ^{de}	40.03±1.18 ^{bc}	45.75±1.95 ^b	50.77±0.46 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Xanthine oxidase 저해 효과

체내에서 요산을 생성하는 xanthine oxidase에 대한 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 저해활성 결과는 Table 10과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 농도가 증가할수록 요산의 생성량이 줄어들어 xanthine oxidase에 대한 저해활성이 높았다($p < 0.05$). 0.625 mg/mL의 농도에서 25.72%, 25.59%, 14.18%로 블랙푸드 첨가 약콩청국장, 약콩청국장, 그리고 대두청국장 순으로 저해활성을 보여 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장과 약콩청국장 추출물에서 높은 저해효과를 보였다. 열수 추출물 5 mg/mL 이상의 농도에서는 대두청국장>블랙푸드를 첨가한 약콩청국장>약콩청국장 순으로 높은 xanthine oxidase 저해활성을 확인 할 수 있었다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청

국장 에탄올 추출물의 xanthine oxidase 저해 활성 결과는 Table 11과 같다. 전반적으로 열수 추출물 결과와 같이 0.625 mg/mL의 농도에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장>약콩청국장>대두청국장 추출물 순으로 각각 20.28%, 18.84%, 9.47%의 저해활성을 보였으며, 2.5 mg/mL 이상의 농도에서는 대두청국장 에탄올 추출물에서 높은 저해효과를 보였다. 즉 대두청국장, 약콩청국장 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물의 농도가 증가할수록 xanthine oxidase 저해 활성도는 증가하는 것으로 나타났다(p<0.05).

Table 10. Inhibition effects on the xanthine oxidase of hot-water extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Xanthine Oxidase inhibition (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	14.18±2.92 ^k	29.90±2.16 ⁱ	34.97±0.84 ^{efg}	48.71±1.87 ^{cd}	64.77±1.36 ^a
SBC	25.59±0.47 ^j	26.98±0.44 ^j	31.94±0.34 ^{hi}	32.85±0.07 ^{gh}	37.55±1.39 ^f
SBCB	25.72±0.81 ⁱ	34.25±0.64 ^{gh}	37.82±1.38 ^e	46.43±2.94 ^d	57.14±1.15 ^b
AsA ²⁾	35.86±0.70 ^{efg}	36.16±1.61 ^{ef}	46.17±0.53 ^d	50.74±0.38 ^c	63.05±2.69 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 11. Inhibition effects on the xanthine oxidase of ethanol extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Xanthine Oxidase inhibition (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	9.47±2.64 ^l	15.57±1.41 ^k	28.98±1.13 ^g	55.05±2.68 ^c	89.67±1.38 ^a
SBC	18.84±3.72 ^{jk}	24.46±0.34 ^h	27.85±4.74 ^{gh}	30.72±4.52 ^g	37.64±0.55 ^f
SBCB	20.28±0.82 ^{ji}	23.59±0.24 ^{hi}	27.68±0.73 ^{gh}	37.08±1.46 ^f	44.34±0.38 ^e
AsA ²⁾	35.86±0.70 ^f	36.16±1.61 ^f	46.17±0.53 ^e	50.74±0.38 ^d	63.05±2.69 ^b

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Tyrosinase 저해 효과

Melanin 생성 및 식물의 갈변화를 촉진시키는 효소인 tyrosinase에 대한 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 저해 활성 결과는 Table 12와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 농도가 증가할수록 tyrosinase에 대한 저해활성이 높아졌으며(p<0.05), 0.625 mg/mL의 농도에서 20.14%, 19.74%, 19.44%로 블랙푸드 첨가 약콩청국장, 대두청국장, 약콩청국장 순으로 저해활성을 보였지만 큰 차이는 없었다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물의 tyrosinase 저해 활성 결과는 Table 13과 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물의 농도가 증가할수록 tyrosinase 저해 활성은 증가하였으며(p<0.05), 대체적으로

대두청국장 에탄올 추출물이 다른 추출물에 비해 다소 높은 저해활성을 보였다. 10 mg/mL의 농도에서 대조구인 ascorbic acid가 63.05%에 비해 대두청국장 에탄올 추출물이 41.84%, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 에탄올 추출물 41.22%, 약콩청국장 에탄올 추출물 37.75%로 나타나 각 청국장 추출물의 저해활성이 우수하였으며, 각 추출물 간의 저해효과도 큰 차이가 없어 세 추출물 모두 생리활성이 우수할 것으로 추측된다.

Table 12. Inhibition effects on the tyrosinase of hot-water extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Tyrosinase inhibition (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	19.74±1.45 ^j	28.19±1.95 ^h	34.60±0.50 ^f	33.97±0.48 ^g	44.65±0.96 ^c
SBC	19.44±0.98 ^j	23.04±0.43 ⁱ	33.84±2.89 ^e	34.60±1.41 ^g	39.84±1.15 ^f
SBCB	20.14±0.78 ^j	23.17±0.93 ⁱ	34.79±1.20 ^f	33.54±0.64 ^g	40.03±0.35 ^f
AsA ²⁾	52.15±1.08 ^d	59.22±2.24 ^c	69.19±1.67 ^b	50.74±0.38 ^a	63.05±2.69 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 13. Inhibition effects on the tyrosinase of ethanol extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Tyrosinase inhibition (%) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	24.33±1.35 ^k	28.68±1.61 ^j	37.57±1.25 ^f	38.45±1.02 ^f	41.84±1.17 ^c
SBC	19.57±1.61 ^l	23.93±1.10 ^k	32.01±0.78 ^{hi}	34.03±1.86 ^{gh}	37.75±2.54 ^f
SBCB	23.61±1.10 ^k	25.32±1.09 ^k	30.18±1.27 ^{ji}	35.61±1.62 ^g	41.22±1.25 ^e
AsA ²⁾	52.15±1.08 ^c	59.22±2.24 ^b	69.19±1.67 ^a	50.74±0.38 ^d	63.05±2.69 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾AsA : ascorbic acid. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

환원력

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 환원력 측정 결과는 Table 14와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 열수 추출물의 농도가 증가할수록 환원력은 증가하였다(p<0.05). 0.625 mg/mL의 농도에서 대조구인 BHT가 0.38의 환원력을 보였고, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장, 대두청국장, 약콩청국장 열수 추출물 순으로 각각 0.29, 0.28, 0.20으로 대조구와 비교해 높은 환원력을 확인할 수 있었다. 추출물의 농도 1.25 mg/mL 이상에서는 농도가 증가함에 따라 대두청국장 열수 추출물에서 다른 추출물에 비해 높은 환원력을 보였다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국장 에탄올 추출물의 환원력 측정 결과는 Table 15와 같다. 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가 약콩청국

장 추출물의 농도가 증가할수록 환원력은 증가함을 보였으며($p<0.05$), 대체적으로 대두청국장 에탄올 추출물에서 다른 추출물에 비해 다소 높은 환원력을 보였다. 10 mg/mL의 농도에서 대조구인 BHT가 1.83의 환원력을 보였고, 대두청국장에탄올 추출물이 1.52, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 에탄올 추출물 1.20, 약콩청국장 에탄올 추출물 1.17로 환원력을 보였다.

Table 14. Reducing power of hot-water extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Reducing power (Absorbance 700 nm) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	0.28±0.06 ^e	0.43±0.00 ^f	0.59±0.01 ^e	1.17±0.03 ^c	1.29±0.01 ^b
SBC	0.20±0.01 ^e	0.23±0.00 ^e	0.41±0.02 ^f	1.01±0.01 ^d	1.20±0.03 ^c
SBCB	0.29±0.00 ^e	0.38±0.00 ^f	0.56±0.05 ^e	1.13±0.00 ^c	1.20±0.00 ^c
BHT ²⁾	0.38±0.00 ^f	0.62±0.00 ^e	0.95±0.03 ^d	1.80±0.18 ^a	1.83±0.00 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾BHT : butylated hydroxy toluene. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 15. Reducing power of ethanol extracts from *Chungkukjang* added black foods

Samples ¹⁾	Reducing power (Absorbance 700 nm) ^{3,4)}				
	0.625 mg/mL	1.25 mg/mL	2.5 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL
SC	0.27±0.04 ^{jk}	0.31±0.01 ^{ij}	0.49±0.01 ^{fg}	1.26±0.03 ^e	1.52±0.01 ^b
SBC	0.19±0.00 ^k	0.23±0.01 ^{jk}	0.44±0.01 ^{gh}	0.99±0.04 ^d	1.17±0.10 ^c
SBCB	0.23±0.00 ^{jk}	0.26±0.00 ^{jk}	0.57±0.01 ^{ef}	1.00±0.05 ^d	1.20±0.01 ^c
BHT ²⁾	0.38±0.00 ^{hi}	0.62±0.00 ^e	0.95±0.03 ^d	1.80±0.18 ^a	1.83±0.00 ^a

¹⁾Abbreviation same as in the Table 1. ²⁾BHT : butylated hydroxy toluene. ³⁾All value are expressed as Mean±SD of triplicate determinations. ⁴⁾Different superscripts within the column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구는 대두청국장, 약콩청국장, 그리고 약콩청국장에 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드 분말을 첨가한 약콩청국장의 열수 및 에탄올 추출물에 대한 항산화 활성을 평가함으로써 청국장과 블랙푸드의 식품학적인 가치를 평가하고자 한다. 열수 및 에탄올 추출물의 수율은 대두청국장 추출물에서 높았으며, 열수 추출물이 에탄올 추출물보다 수율이 높았다. 총 폴리페놀 함량은 열수 및 에탄올 추출물에서 각각 약콩청국장, 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물에서 높았다. 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량이 열수 추출물에 비해 높았다. 블랙푸드 첨가한 약콩청국장 열수 및 에탄올 추출물의 전자공여능은 0.625~5.0 mg/mL의 농도에서는 다른 추출물에 비해 높았으나 10 mg/mL의 농도에

서는 대두청국장 추출물의 전자공여능이 높았다. SOD 유사활성능은 대두청국장의 열수 및 에탄올 추출물에서 다른 추출물에 비해 높았다. pH 1.2에서의 아질산염 소거능은 pH 3.0일 때 보다 높았고, 열수 추출물에 비해 에탄올 추출물에서 아질산염 소거능이 높았다. Xanthine oxidase 저해활성은 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 증가하였으며, 열수 및 에탄올 추출물 0.625 mg/mL의 농도에서는 블랙푸드 첨가 약콩청국장 추출물이 다른 추출물에 비해 높은 저해활성을 보였다. 대두청국장의 에탄올 추출물의 tyrosinase 저해활성은 농도가 증가함에 따라 높은 저해활성을 보였다. 환원력은 열수 및 에탄올 추출물에서 농도에 따라 증가하였고, 블랙푸드 첨가 약콩청국장과 대두청국장 추출물에서 높았다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012-220-068)에 의한 결과이며 이에 감사드립니다. 또한, 본 연구를 위한 시료 일부를 제공 해 주신 (주)지리산 두류실에도 감사드립니다.

References

1. Yoo KM, Song MR, Ji EJ (2011) Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Korean J Food Nutr*, 24, 111-116
2. Moon JH, Park KH (1995) Functional components and physiological activity of tea. *J Korean Tea Soc*, 1, 175-191
3. Ramarathnam N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S (1995) The contribution of plant food antioxidants to human health. *Trends Food Sci*, 6, 75-82
4. Jang MJ, Woo MH, Kim YH, Jun DY, Rhee SJ (2005) Effects of Antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of sancho(*Zanthoxylum Schinifolium*). *Korean Nutr Soc*, 38, 386-394
5. Oh HM, Kim MK (2001) Effects of dried leaf powders, water and ethanol extracts of persimmon and green tea leaves on lipid metabolism and antioxidative capacity in 12-month-old rats. *Korean Nutr Soc*, 34, 285-298
6. Yoo KM (2011) Effect of Soybean Varieties on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Tofu. *Korean J Food Nutr*, 24, 451-457

7. Caragay AB (1992) Cancer-preventive foods and ingredients. *Food Technol*, 46, 65-68
8. 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
9. Lee SM, Rhee SH, Park KY (1993) Antimutagenic effect of soluble dietary fiber from kale and soybean. *Environ Mut Carcinogens*, 13, 26-30
10. Choi SB, Jang JS, Park S (2005) Estrogen and exercise may enhance beta-cell function and mass via insulin receptor substrate 2 induction in ovariectomized diabetic rats. *Endocrinology*, 146, 4786-4794
11. Kang SA, Jang KH, Cho YH (2003) Effects of Artificial stomach Fluid and Digestive Enzymes on the Aglycone Isoflavone contents of Soybean and Black Bean. *Korean J Nutr Society*, 36, 32-39
12. Jung YK, Lee YK, No HK, Kim SD (2006) Effect of sea tangle on fermentation and quality characteristics of Cheongkjang. *Korean J Food Preserv*, 13, 95-101
13. Fardet A, Rock E, Remesy C (2008) Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo. *J Cereal Sci*, 48, 258-276
14. Singleton VL, Rossi A (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult*, 16, 144-158
15. Blois ML (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1224
16. Marklund S, Marklund G (1974) Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem*, 47, 469-474
17. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F (1987) Inhibitory of nitrosamine formation by nondilyzable melanoidins. *Agric Biol Chem*, 51, 1333-1338
18. Stirpe F, Corte ED (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem*, 244, 3855-3861
19. Yagi A, Kanbara T, Morinobu N (1986) The effect of tyrosinase inhibition for aloe. *Planta Medica*, 52, 517-519
20. Wong JY, Chye FY (2009) Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *J Food Comp Anal*, 22, 269-277
21. Cho YS, Song J, Koo BC, Seo JH, Kim SD, Choi IS, Shin JC, Yang WH, Ha TJ (2007) Effects of color differentiation and seed size of soybean on isoflavone concentration in soybean. *Korean J Crop Sci*, 52, 359-362
22. Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS (2002) Isoflavone content in soybean and its processed products. *Food Sci Biotechnol*, 34, 365-369
23. Kang YH, Park YK, Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korea J Food Sci Technol*, 28, 232-239
24. Lim KJ (2000) Effect of extracts from some spices on antioxidative activities and inhibition of carcinogenic nitrosamine formation. MS Thesis, Konkuk University, Korea, p 19-20
25. Harman D (1956) A theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontol*, 11, 298-307
26. Koh JH, Hwang MO, Moon JS, Hwang WY, Son JY (2005) Antioxidative and antimicrobial activities of pomegranate seed extracts. *Korean J Food Cookery Sci*, 21, 171-179
27. Song HS, Kim DP, Jung YH, Lee MK (2007) Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J Food Nutr*, 20, 150-157
28. Kang YH, Park YK, Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Tech*, 28, 232-239

(접수 2013년 6월 25일 수정 2013년 8월 30일 채택 2013년 10월 22일)