

# 검은콩 청국장을 활용한 단백질 셰이크의 이화학적 및 항산화 특성 연구

## Physicochemical Characteristics and Antioxidant Properties of Protein shake Fortified with Cheonggukjang Prepared by *Rhynchosia nulubilis*

김지수<sup>1)</sup> · 윤빛나라<sup>2)</sup> · 양지원<sup>3)</sup> · 황수연<sup>4)</sup> · 최일숙\*

원광대학교 식품영양학과 석사과정<sup>1)</sup> · 원광대학교 식품영양학과 학부과정<sup>2)</sup> ·

대구대학교 식품영양학과 교수<sup>3)</sup> · 황수연전통식품영농조합법인 대표<sup>4)</sup> ·

원광대학교 생활자원개발연구소 소장 및 식품영양학과 교수\*

Kim, JiSoo<sup>1)</sup> · Yoon, BitNaRa<sup>2)</sup> · Yang, JiWon<sup>3)</sup> · Hwang, SooYeun<sup>4)</sup> · Choi, IlSook\*

Department of Food and Nutrition, Wonkwang University<sup>1),2)</sup>

Department of Food and Nutrition, Daegu University<sup>3)</sup>

SooYeun Hwangs' Traditional Food Agricultural Cooperative Corporation<sup>4)</sup>

Institute for Better living and Department of Food and Nutrition, Wonkwang University\*

### Abstract

Protein shakes are known to be an easy and convenient way to increase protein intake and to promote muscle strength. The shakes generally consist of milk powder or milk substitutes with other additives, and have been associated with dairy allergies, lactose intolerance, or constipation. This study aimed to examine the physicochemical characteristics and antioxidant properties of plant-based protein shakes fortified with cheonggukjang (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) prepared by small black beans (*Rhynchosia nulubilis*). The moisture content was in the range of 5.44~7.30% and the pH content was in the range of 5.40~6.15, which increased significantly as cheonggukjang powder was added. Whereas the reducing sugar content was in the range of 1.01~1.24 mg/ml, showing a tendency that was inversely proportional to the content of the added cheonggukjang. The chromaticity measurement showed that the L value (brightness), a value (redness), and b value (yellowness) were in the range of 45.47~48.27, 2.50~5.37, and 1.97~4.67, respectively, and the values decreased significantly when the cheonggukjang powder was added. The total polyphenols and flavonoids contents significantly increased as cheonggukjang powder was added. Furthermore, the antioxidant activity analysis using DPPH radical scavenging ability, ABTS radical scavenging ability, FRAP, and reducing power, showed significantly higher values as the content of cheonggukjnag powder increased. The results of this study could provides basic data for the development of black soybean cheonggukjnag protein supplement product, and can be provided as useful information in the product.

**Keywords:** *Rhynchosia nulubilis*, *Cheonggukjang*, Protein shake, Antioxidant characteristics

본 논문은 산업통상자원부의 “사회적경제혁신성장사업” 의 지원을 받아 수행된 연구임(F0013074, 2020).

본 논문은 2021 한국생활과학회 하계학술대회에서 발표한 논문을 보완한 논문임.

\* Corresponding author: Choi, IlSook

Tel: +82-63-850-6657, Fax: +82-63-850-6657

E-mail: choiis@wku.ac.kr

© 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

## I. 서론

검은콩(*Rhynchosia nulubilis*)의 주성분으로는 안토시아닌뿐만 아니라 레시틴, 리놀산, 이소플라본, 사포닌 등으로 이루어져 있다(남정환 외, 2012; 신지훈, 주나미, 2016; 주용하 외, 2004). 항산화물질인 안토시아닌은 여러 가지 생리활성을 나타내는데, 노화억제작용, 염증억제작용, 심혈관계질환 억제작용, 항비만효과, 시력 개선효과, 항게양 및 항암기능 등이 알려져 있다(명정은, 황인경, 2008; Pojer et al., 2013). 콩을 사용한 식품의 분류는 일반적인 가공품(두부, 두유 등)과 미생물 발효가 접목된 된장, 간장, 청국장 등이 콩 발효제품이 존재한다. 콩 발효제품은 원료콩과 발효조건에 따라 발효특성이 달라지므로, 맛과 향 등 품질에 중요한 영향을 미치게 된다(신동화, 2020; 이경하 외, 2015). 콩 발효제품은 발효과정에서 미생물이 생성하는 효소들에 의해 당질이나 단백질이 분해되어 소화흡수율이 향상되며, 원료콩 보다 면역기능, 항산화, 혈전용해, 항돌연변이, 항암 등 생리활성에 더 효과적인 것으로 보고되고 있다(신동화, 2020; 조영제 외, 2000; 조흔 외, 2017).

청국장은 대두에 *Bacillus subtilis*을 접종하여 발효·숙성시킨 식품으로(이나리 외, 2013) 다른 장류에 비해 발효 기간이 2-3일 정도로 매우 짧은 식품이다(백낙민 외, 2008; 최명호 외, 2014). 전통적인 청국장은 대두를 수세하여 12-18시간 불린 다음 물러질 정도로 5-6시간 삶아 60°C로 식히고, 벗짚에 싼 뒤 수분이 있는 면포에 덮어 40-42°C에서 벗짚 속에 있는 *Bacillus subtilis* 균주를 번식하여 2-3일간 발효 및 숙성 과정을 거친다(조은영, 윤혜현, 2020). 이 발효과정에서 대두 단백질은 *Bacillus subtilis*이 생성하는 효소에 의해 저분자 peptide로 분해되어 소화 및 흡수가 용이하고, 특유의 구수한 풍미를 형성하며(고진복, 2006), levan form fructan과 polyglutamate의 혼합물인 점질물이 다량 생성되어 특유의 점질성 조직감을 지닌다.(김진숙 외, 1998; 정용진 외, 2007). 청국장은 소금이 첨가되지 않는 무염 발효식품으로 정제소금 과잉 섭취 시 발생하는 고혈압, 위암, 뇌졸중 등의 성인병을 간접적으로 예방할 수 있는 바람직한 식품이며(백낙민 외, 2008) 대두에서 기인한 isoflavone, phytic acid, saponin, tocopherol, trypsin inhibitor, 불포화지방산, 식이섬유, 올리고당 등 기능성 성분이 다량 함유되어 있어(김진숙 외, 1998; 이효진 외, 2007; 최명호, 2014) 항균(이재욱 외, 2005),

혈전 용해(Kim et al., 1996) 항산화(임애경 외, 2008), 항암 활성(민현경 외, 2008), 간 기능 개선(이은희, 천종희, 2007), 면역 활성 증진(권하영 외, 2004) 등 여러 가지 생리 활성을 가지고 있다. 이처럼 청국장은 우수한 영양 식품으로 보고되어 있지만, 발효과정 중 미생물로부터 생성되는 alkylpyrazine류, 함황 화합물, 암모니아 화합물 등의 독특한 냄새로 인해 청소년층과 외국인인 이 기피하고 있는 실정이다(이효진 외, 2007; 정진보 외, 2012; 최정숙 외, 1996). 따라서 이러한 문제점을 해결하고 세계적인 전통 발효 식품으로 자리 잡기 위해 키워와 무를 첨가한 검정콩 청국장의 맛성분 및 기호도(손미에 외, 2002), 녹차 첨가가 청국장의 관능적 품질 개선에 미치는 영향(김재훈 외, 2006), 키토산 첨가가 청국장의 품질특성에 미치는 영향(정유경 외, 2006), 냄새 저감형 울무청국장 제조에 관한 연구(박주현 외, 2011), 다양한 첨가제에 의한 청국장 불쾌취 및 *Bacillus cereus* 증식의 억제(정수현 외, 2016) 등 청국장의 냄새 저감화 연구가 이루어지고 있으며 그 외에도 발아 대두 청국장의 발효 중 미생물과 효소활성도의 변화(오훈일, 엄상미, 2008), 청국장 발효 중 점질성 고분자 물질의 생성에 관한 연구(이용림 외, 1992), 청국장 가루를 첨가한 식빵의 품질특성(문성원, 박성혜, 2008), 홍삼 첨가 방법에 따른 홍삼 청국장의 품질 특성(정용진 외, 2007) 등 청국장에 대한 다양한 연구가 보고되고 있다.

단백질 보충제는 음식으로 섭취하는 것보다 더 많은 양의 단백질을 섭취하기 위해 만들어진 조제품으로 근육을 키우거나 체중조절을 위해 사용되고 있으며(김양식 외, 2001), 단백질이 근력과 근육 발달에 중요한 영양소라는 인식이 보편화되면서 운동선수들뿐만 아니라 일반인 사이에서의 섭취가 증가하고 있다(이주은, 2014). 단백질은 일반적으로 식물성 단백질과 동물성 단백질로 분류되는데 이 중 동물성 단백질 섭취 시 아토피나 각종 알레르기 등이 발생할 수 있다(장혜림, 윤경영, 2015). 이주은(2014)의 연구에 의하면 단백질 보충제의 섭취 경험이 있는 체육 전공 대학생은 41.6%로 나타났고, WPH(whey protein hydrolysate, 가수분해유청단백질), WPI(whey protein isolate, 분리유청단백질), WPC(whey protein concentrate, 농축유청단백질)는 각각 39.4%, 25.8%, 15.2%로 나타나 유청단백질의 섭취가 높았으며 단백질 보충제의 부작용을 경험한 대학생은 44.9%로 설사(30.3%), 소화불량(29.2%), 구토(22.4%) 등의 소화기 질환의 빈도가 높았다. 최근 이러한 동물성 단백질 부작

용을 개선하기 위해 식물성 단백질인 대두 단백질 보충제도 개발되고 있지만, 대두 발효식품인 청국장 단백질 보충제의 개발은 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 항산화 효과가 높은 식물성 소재의 검은콩 청국장 단백질 셰이크를 개발하여 이화학적 및 항산화 작용에 대한 자료를 통해 향후 제품 개발에 도움이 되는 기초 자료를 얻고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서는 검은콩 청국장을 활용한 단백질 셰이크를 개발하기 위해 검은콩 청국장 분말(황수연전통식품영농조합법인), 귀리 분말(구월의 아침), 미숫가루(황수연전통식품영농조합법인), 비트 분말(제주팜스친환경영농조합법인), 당근 분말(맑은들), 사과 분말(맑은들), 호박 분말(완주군로컬푸드가공식품생산자협동조합), 콩 분말(황수연전통식품영농조합법인) 등 식물성 재료를 선정하였다. 선정한 8가지 재료를 활용하여 총 38회의 예비실험을 통해 최적 조건을 구축하였고, 검은콩 청국장분말이 증가될수록 귀리분말은 감소시켜 배합하였다. 검은콩 청국장 단백질 셰이크는 <표 1>에 따라 분말을 혼합한 뒤 증류수로 5배 희석하였고, 진탕기(SHO-2D, DAIHAN Scientific)를 이용해 1시간동안 추출하였으며, 4℃의 냉장고에 보관하여 실험에 사용하였다.

### 2. 이화학적 특성

#### 1) 수분 및 회분 함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당 분석

수분함량과 회분함량 분석은 AOAC(2000)법을 참고하였으며, 수분함량은 105℃ 상압가열건조법, 회분함량은 550℃ 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 가용성 고형분 함량은 4,000 rpm에서 30분 원심분리(Combi 524R, 한일과학, 대전)한 추출물 시료 200 μL를 전자당도계(SCM-1000, HM Digital, 서울)로 측정하였다. 환원당 함량은 4,000 rpm에서 30분 원심분리(Combi 524R, Hanil, Korea)한 추출물을 200배 희석하여 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법에 따라 흡광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질로 glucose(mg/ml)를 사용하여 표준곡선으로부터 환원당 함량을 계산하였다.

#### 2) pH 및 적정산도 분석

pH는 원액 시료 5 mL을 취하여 pH meter(Seven Compact s220-k, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용해 측정하였다. 적정산도는 4,000 rpm에서 30분 원심분리(Combi 524R, Hanil, Korea)한 추출물 시료 5 mL에 증류수 45 mL을 혼합하여 희석하였고, pH 8.4가 될 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였다. 적정산도(%)는 아래 식에 대입하였으며 유기산계수는 malic acid 0.0067을 사용하여 계산하였다.

$$\text{Titration acidity}(\%) = \frac{V \times A \times D \times F}{S} \times 100$$

<표 1> 검은콩 청국장 셰이크의 재료

구분	Control	BCS10	BCS20	BCS30	BCS40
검은콩 청국장분말	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0
미숫가루	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
귀리분말	40.0	30.0	20.0	10.0	0.0
비트분말	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
당근분말	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
사과분말	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2
단호박분말	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
콩분말	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
합계	100	100	100	100	100

V=소비된 0.1N NaOH의 양(mL)

D=시료의 희석배수

A=유기산계수

F=표준용액의 Factor

S=시료의 양(mL)

### 3) 색도 분석

색도는 색차계(CR-10 Plus, Konica Minolita, Japan)를 이용하여 L(lightness/darkness), a(+redness/-greeness), b(+yellowness/-blueness)를 측정하였다. 이 때 사용하는 standard plate의 L값은 95.30, a값은 -1.3, b값은 -0.36이었다.

## 3. 항산화 성분 분석

### 1) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Dewanto et al.(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, 한일과학, 대전)한 추출물을 5배 희석한 시료 100  $\mu$ L에 Folin-Ciocalteu's reagent를 50  $\mu$ L 첨가하여 3분동안 반응시킨 후 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mL를 가하여 암소에서 30분 방치하였다. 그 뒤 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 750 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질 gallic acid(mg/mL)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

### 2) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Shen et al.(2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, Hanil, Korea)한 추출물을 2배 희석한 시료 300  $\mu$ L에 5%  $\text{NaNO}_2$  75  $\mu$ L를 첨가하여 5분 동안 반응시킨 뒤, 10%  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  150  $\mu$ L를 첨가하여 6분 동안 방치하였다. 그 후 1 M NaOH 500  $\mu$ L를 첨가하여 11분간 암소에서 반응시켰으며 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 510 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질 rutin(mg/mL)을 사용해 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

## 4. 항산화 활성 분석

### 1) DPPH radical 소거능

DPPH radical scavenging은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. Metyl alcohol을 사용하여 0.2 mM DPPH를 제조한 뒤 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 517 nm에서 흡광도값이 1.00이 되도록 하였으며, 시료는 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, Hanil, Korea)한 추출물을 10배 희석하여 분석하였다. 희석한 시료 300  $\mu$ L에 0.2 mM DPPH 시약 1 mL를 가하여 혼합하였고, 이를 암소에서 30분간 반응시켜 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능을 나타내었다.

### 2) ABTS radical 소거능

ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) radical scavenging은 Re et al.(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.4 mM Potassium persulfate를 동량으로 혼합하고 암실에서 12시간 반응시켜 ABTS+(ABTS cation radical)을 형성한 후 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan) 735 nm에서 흡광도 값이 0.70가 되도록 PBS용액을 첨가하여 희석하였다. 시료는 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, Hanil, Korea)한 추출물을 15배 희석한 시료 50  $\mu$ L에 ABTS+용액 1 mL를 가하여 혼합하였고, 이를 암소에서 30분간 반응시켰다. 그 뒤 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 소거능을 계산하였다.

### 3) FRAP(Ferric Reducing Ability Plasma) assay

FRAP(Ferric Reducing Antioxidant power) 분석은 Benzie와 Strain(1996)의 방법에 따라 0.2 M sodium acetate buffer와 10 mM TPTZ, 20 mM ferric chloride solution을 제조하여 10:1:1(증류수)의 비율로 혼합하였고 37°C의 water bath에서 30분간 반응시켜 실험에 사용하였다. 시료는 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, Hanil, Korea)한 추출물을 5배 희석한 시료 50  $\mu$ L에 FRAP solution을 1 mL 첨가하여 암실에서 30분 동안 반응시켰다. 그 후 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 595 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

4) Reducing Power

Reducing power 분석은 Oyaizu(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M sodium phosphate buffer를 pH 6.6으로 보정하였으며(Seven Compact s220-k, Mettler Toledo, Switzerland) 시료는 16,000 rpm에서 30분 원심분리(Smart R17 Plus, Hanil, Korea)한 추출물을 10배 희석하여 분석하였다. 희석한 시료 50  $\mu$ L에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 300  $\mu$ L와 1% potassium ferricyanide 300  $\mu$ L를 첨가하여 50°C의 water bath에서 20분간 반응시켰다. 그 뒤 10% Trichloroacetic acid 300  $\mu$ L와 0.1% ferric chloride 용액 100  $\mu$ L을 첨가해 혼합하였으며, 흡광광도계(UN-1800, Shimadze, Japan)를 이용해 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질로 trolox(mM)를 사용하여 표준곡선으로부터 함량을 계산하였다.

5. 통계처리

본 실험 결과는 3회 반복 측정하였고 SPSS Statistics (ver. 20.0, IBM Corp., IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균±표준편차로 표시하였다. 각 실험군 간의 차이는 유의수준 p=0.05에서 분산분석(ANOVA)으로 분석한 다음 Duncan's multiple range test로 평균치 간의 유의적 차이를 검증하였다.

검은콩 청국장 단백질 셰이크의 수분 및 회분함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당 분석 결과는 <표 2>와 같다. 수분함량은 5.44~7.30%, 회분함량은 2.19~4.97%의 범위로 청국장 함량이 높은 BCS40 시료가 유의적으로 높았으며, 청국장의 함량이 감소함에 따라 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 이호진 외(2007)의 연구에서 시판 청국장 분말의 수분함량이 6.07~8.54%, 회분함량이 3.69~5.26%로 보고되었으며, 장정옥(2007)의 연구에서 검은콩 청국장 가루의 수분함량 6.8%, 회분함량 4.5%의 보고는 본 연구의 결과와 유사한 값을 나타냈다. 가용성 고형분 함량 분석 결과 9.05~10.05 °Brix 범위로 control < BCS10 < BCS20 < BCS30 < BCS40 순으로 나타났으며, 이는 청국장의 첨가가 증가할수록 유의적 증가를 의미한다. 예비실험에서 청국장 분말 및 귀리 분말의 가용성 고형분 분석 결과 각각 8.13 °Brix, 1.20 °Brix로 나타났기 때문에 청국장 함량이 증가될수록 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다. 이는 김진숙 외(1998)의 연구에서 전통 청국장의 가용성 고형분 함량이 8.7~20.2%의 범위로 분석된 결과의 범주 안에 해당되는 값이다. 환원당 함량의 경우 1.01~1.24 mg/ml 범위로 나타났고, 청국장 함유량과 반비례하는 경향을 보였다. 이는 예비실험에서, 청국장 및 귀리 분말 자체의 환원당 분석 결과 각각 1.09 mg/ml, 1.77 mg/ml로 나타나 청국장 함량이 감소하고 귀리 함량이 증가함에 따라 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다. 백낙민 외(2008)의 연구에서 24시간 발효한 청국장의 환원당 함량은 1.09~1.32%로 보고되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

1) 수분 및 회분 함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당

2) pH 및 적정산도

검은콩 청국장 단백질 셰이크의 pH 및 적정산도 분석 결과는 <표 3>과 같다. 검은콩 청국장 단백질 셰이크의

<표 2> 검은콩 청국장 셰이크의 수분함량, 회분함량, 가용성 고형분 함량 및 환원당 함량

구분	수분함량 (%)	회분함량 (%)	가용성 고형분 함량 (°Brix)	환원당 함량 (mg/mL)
control	5.44±0.13 <sup>e</sup>	2.19±0.04 <sup>e</sup>	9.05±0.17 <sup>e</sup>	1.24±0.03 <sup>a</sup>
BCS10	5.82±0.32 <sup>d</sup>	2.60±0.09 <sup>d</sup>	9.35±0.10 <sup>d</sup>	1.16±0.00 <sup>b</sup>
BCS20	6.35±0.21 <sup>c</sup>	3.59±0.03 <sup>c</sup>	9.67±0.05 <sup>c</sup>	1.08±0.01 <sup>c</sup>
BCS30	7.14±0.06 <sup>b</sup>	4.38±0.07 <sup>b</sup>	9.90±0.00 <sup>b</sup>	1.04±0.01 <sup>d</sup>
BCS40	7.30±0.10 <sup>a</sup>	4.97±0.05 <sup>a</sup>	10.05±0.05 <sup>a</sup>	1.01±0.01 <sup>d</sup>

1) Mean±SD

2) <sup>a~d</sup> Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).

pH는 5.40~6.15의 범위로, 청국장장의 첨가량 증가에 따라 pH는 유의적으로( $p<0.05$ ) 증가를 나타냈으며, 이는 청국장 및 귀리 분말의 pH 분석 결과 각각 pH 6.97, pH 6.34 로 나타나 청국장 함량이 높은 BCS40 시료가 가장 높게 나타난 것으로 사료된다. 김진숙 외(1998)의 연구에서 전통 청국장장의 pH는 5.98~7.95 범위 이었으며, 연구준(2002)의 연구에서는 발효에 따라 pH의 변화결과를 보고하였다. 본 연구의 총산도는 0.15~0.16% 범위로 청국장 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나, 시료간의 변화는 미비하였다. 정진보 외(2012)의 연구에서 청국장장의 총산도는 0.17~0.23%로 보고하였으며, 조흔 외(2017)의 연구에서 청국장(한국 대두 발효식품)의 총산도는 1.00%, 물두시(중국 대두 발효식품) 1.63%, 낫또(일본 대두 발효식품) 0.52%로 보고하였다.

### 3) 색도

검은콩 청국장 단백질 웨이크의 색도를 측정된 결과는 <표 4>와 같다. 검은콩 청국장 단백질 웨이크의 L값(명도)은 45.47~48.27, a값(적색도)은 2.50~5.37, b값(황색도)은 1.97~4.67 범위에었으며, 청국장분말이 첨가됨에

따라 모든 값은 유의적으로 ( $p<0.05$ ) 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 예비실험에서의 색도 측정 결과 청국장 분말의 L값, a값, b값은 각각 45.90, 1.47, 1.37 로 나타났으며, 귀리 분말의 경우 56.13, 2.67, 9.20으로 나타나 귀리 분말의 L값, a값, b값이 더 높았기 때문에, 청국장분말의 첨가에 따라 농도에 비례하여 각각의 L값, a값, b값이 감소한 것으로 사료된다.

## 2. 항산화 성분 분석

검은콩 청국장 단백질 웨이크의 항산화 성분(Antioxidant content) 분석 결과는[그림 1]과 같다. 검은콩 청국장 단백질 웨이크의 총 폴리페놀 함량 분석결과 0.95~1.59 GAE mg/ml 범위로 나타났으며 청국장분말의 첨가가 증가함에 따라 유의적으로 ( $p<0.05$ ) 높게 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 0.06~0.08 RE mg/ml 범위로 control < BCS10 < BCS20 < BCS30 < BCS40 순으로 나타났다. 이는 예비실험에서의 총 폴리페놀의 분석 결과 청국장 분말 5.68 mg/ml, 귀리분말 0.57 mg/ml로 나타났으며 총 플라보노이드의 경우 청국장 분말 0.49 mg/ml, 귀리분말

<표 3> 검은콩 청국장 웨이크의 pH 및 적정산도

구분	pH	Total acidity (%)
control	5.40±0.05 <sup>e</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>
BCS10	5.71±0.01 <sup>d</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>
BCS20	5.90±0.00 <sup>c</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>
BCS30	6.03±0.00 <sup>b</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>
BCS40	6.15±0.00 <sup>a</sup>	0.15±0.00 <sup>b</sup>

1) Mean±SD

2) <sup>a~d</sup> Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test( $p<0.05$ ).

<표 4> 검은콩 청국장 웨이크의 색도

구분	L 값(명도)	a 값(적색도)	b값(황색도)
control	48.27±0.12 <sup>a</sup>	5.37±0.15 <sup>a</sup>	4.67±0.12 <sup>a</sup>
BCS10	47.12±0.09 <sup>b</sup>	4.20±0.08 <sup>b</sup>	3.55±0.10 <sup>b</sup>
BCS20	46.35±0.25 <sup>c</sup>	3.35±0.20 <sup>c</sup>	2.75±0.23 <sup>c</sup>
BCS30	46.07±0.57 <sup>c</sup>	2.95±0.05 <sup>d</sup>	2.47±0.09 <sup>d</sup>
BCS40	45.47±0.05 <sup>d</sup>	2.50±0.00 <sup>e</sup>	1.97±0.05 <sup>e</sup>

1) Mean±SD

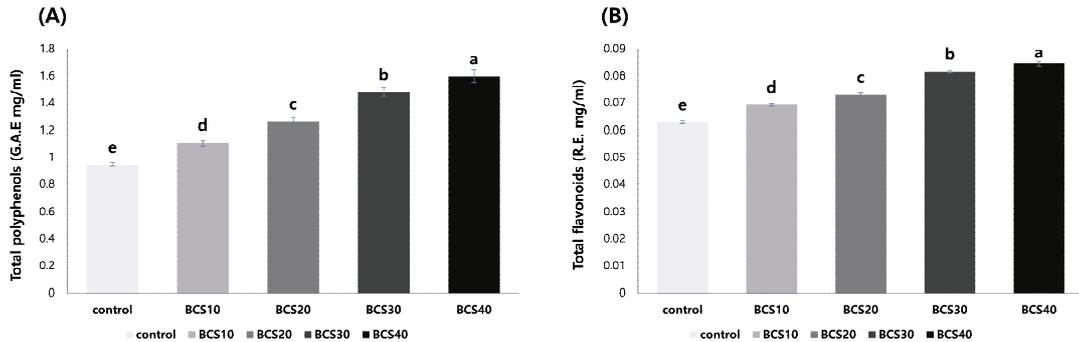
2) <sup>a~d</sup> Means within column with different superscripts are significantly different by Duncan's test( $p<0.05$ ).

0.11 mg/ml 로 나타나 청국장 함량이 증가할수록 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다.

3. 항산화 활성 분석

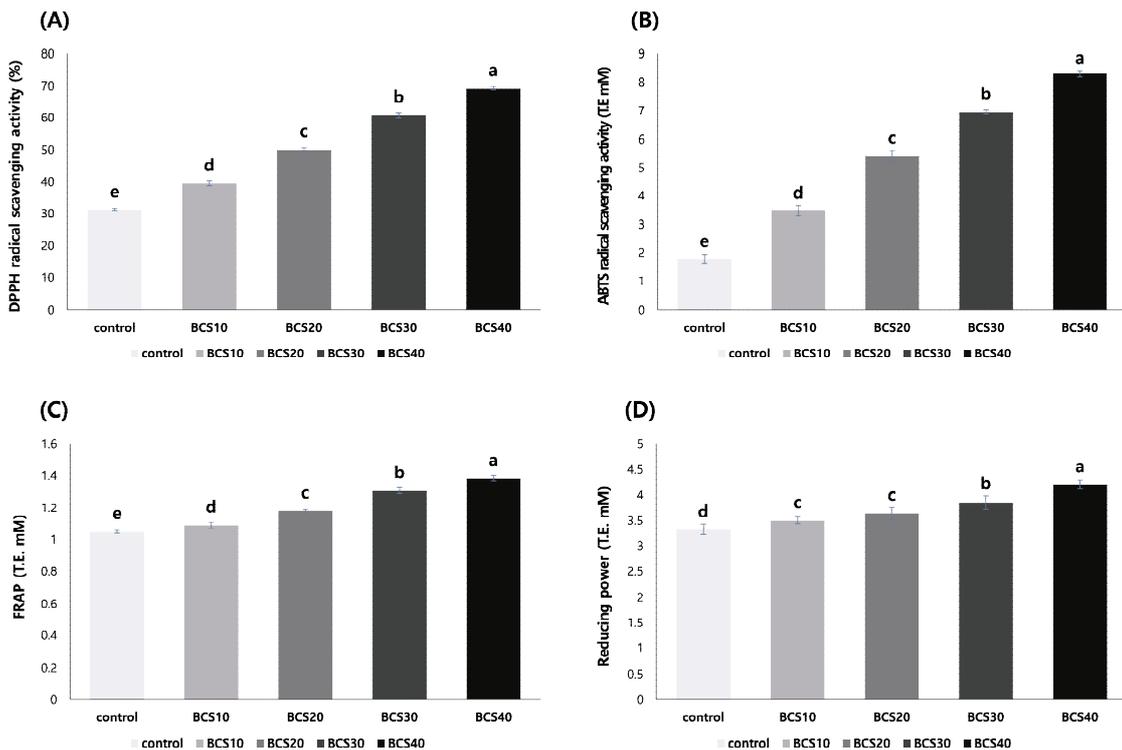
검은콩 청국장 단백질 셰이크의 항산화 활성(Antioxidant

activity) 분석 결과는 [그림 2]와 같다. 검은콩 청국장 단백질 셰이크의 DPPH radical 소거능 분석 결과 31.21~69.28%범위 이었으며, 청국장 분말이 첨가될수록 유의적 증가를 나타냈다(p<0.05). 예비실험에서 청국장분말과 귀리분말의 DPPH radical 소거능 분석 결과는 각각 73.91%, 5.74%이였으므로 control 단백질 셰이크에 비하



[그림 1] 검은콩 청국장 셰이크의 총폴리페놀 함량(A)과 총플라보노이드 함량(B)

The same letter means no statistically significant difference between the analysed products at the level of significance p=0.05.



[그림 2] 검은콩 청국장 셰이크의 항산화 활성; DPPH radical scavenging activity (A); ABTS radical scaenging activity (B); FRAP 값 (C); Reducing power (D)

The same letter means no statistically significant difference between the analysed products at the level of significance p=0.05.

여 청국장 분말의 첨가 단백질 웨이크에서 DPPH radical 소거능의 유의적 증가가 나타났을 것으로 사료된다. ABTS radical 소거능 분석 결과 1.78~8.32 TE mM의 범위로 나타났으며, 이도 예비실험에서의 청국장분말의 ABTS radical 소거능이 39.52 TE mM, 귀리분말이 3.05 TE mM로 나타나 청국장 함량이 높은 BCS40의 소거능이 가장 높게 나타났을 것이라고 사료된다. FRAP의 결과는 1.05~1.38 TE mM의 범위이었으며, Reducing power는 3.33~4.20 TE mM 범위로 청국장 분말 무첨가군인 control에 비하여 청국장분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로( $p<0.05$ ) 항산화 활성은 증가의 경향을 나타냈다. 이는 예비실험에서 FRAP 분석 결과 청국장 분말 2.81 TE mM, 귀리 분말 1.40 TE mM로 나타났으며, Reducing power의 경우 청국장 분말과 귀리분말은 각각 5.74 TE mM, 2.26 TE mM로 나타났기 때문이라고 사료된다. 최명효 외(2014)의 논문에서는 발효하지 않은 청국장의 FRAP가 0.28~0.37 mg/ml, 48시간 발효시킨 청국장의 FRAP가 0.16~0.18 mg/ml로 보고되어 청국장 발효 과정 중 환원력의 변화가 있다고 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

최근 건강과 운동에 따른 사람들의 관심이 증가하면서 운동선수뿐만 아니라 일반인들의 단백질 보충제 섭취가 증가하고 있다. 현재 국내 시장에서 판매되는 대부분의 단백질 보충제는 WPH(whey protein hydrolysate, 가수분해유청단백질), WPI(whey protein isolate, 분리유청단백질), WPC(whey protein concentrate, 농축유청단백질) 등의 동물성 단백질을 함유하고 있으며, 이와 같은 동물성 단백질은 설사, 소화불량, 변비 등 소화기 질환을 유발할 수 있다고 보고되었다. 따라서 본 연구에서는 동물성 단백질의 부작용을 개선하기 위해 식물성 단백질인 대두를 활용한 청국장 단백질 웨이크 제품을 개발하여 이화학적 및 항산화 성분 및 활성의 품질분석을 실시하였다. 검은콩 청국장 웨이크는 검은콩 청국장, 귀리, 미숫가루, 비트, 당근, 사과, 호박, 콩 분말 등 8가지 식물성 재료를 선정하여 배합했으며, 검은콩 청국장 분말이 증가될수록 귀리 분말은 감소시켜 배합하였다. 검은콩 청국장 웨이크의 수분함량은 5.44~7.30%, 회분함량은 2.19~4.97%, 가용성 고형분 함량은 9.05~10.05 °Brix의 범위로 청국장 함량이 증가될수록 높은 값을 보여 control < BCS10 <

BCS20 < BCS 30 < BCS40 순으로 나타났다. 반면 환원당 함량의 경우 1.01~1.24 mg/ml 범위로 나타났으며 청국장 함유량과 반비례하는 경향을 보였다. 색도 측정 결과 L값(명도)은 45.47~48.27, a값(적색도)은 2.50~5.37, b값(황색도)은 1.97~4.67 범위로 청국장 함량이 증가함에 따라 색이 어두워지며, 적색도 및 황색도는 낮아지는 것으로 나타났다. 항산화 성분 중 총 폴리페놀은 1.89~3.18 GAE mg/ml 범위로 나타났으며, 총 플라보노이드는 0.12~0.16 mg/ml 범위로 나타나 청국장 함량이 증가할수록 높은 값을 보였다. 항산화 활성 분석결과 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, FRAP, Reducing power는 청국장 함량이 증가함에 따라 유의적으로( $p<0.05$ ) 높은 값을 나타냈는데, 이는 청국장 분말이 귀리 분말에 비해 높은 항산화 활성을 보였기 때문이라고 사료된다. 본 연구의 결과는 향후 청국장 단백질 보충제의 유익한 정보로 활용될 수 있으며, 제품 개발에 도움이 되는 기초 자료를 제공하고자 한다.

주제어 : 검은콩, 청국장, 단백질 웨이크, 항산화 특성

#### REFERENCES

- 고진복(2006). 고지혈증 환위에 청국장 및 상황버섯 청국장이 지질대사에 미치는 효과. *한국식품영양과학회지*, 35(4), 410-415.
- 권하영, 김영숙, 권기석, 권정숙, 손호용(2004). 청국장으로부터 면역증강활성이 우수한 *Bacillus pumilus* JB-1의 분리 및 분리균의 청국장 발효특성. *한국미생물생명공학회지*, 32(4), 291-296.
- 김양식, 김기진, 김의진(2001). 웨이트 트레이닝시 단백질 보충제 섭취가 신체구성 및 근기능 변화에 미치는 영향. *한국사회체육학회지*, 16, 281-296.
- 김재훈, 김선임, 김종균, 임득균, ... 변명우(2006). 녹차첨가가 청국장의 관능적 품질 개선에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 35(4), 482-486.
- 김진숙, 유선미, 최정숙, 박홍주, ... 장창문(1998). 전통청국장의 이화학적 특성. *한국농화학회지*, 41(5), 377-383.
- 남정환, 정진철, 윤영호, 홍수영, ... 판철호(2012). 지대 및 품종(재배종)별 콩사포닌그룹B 함량의 비교. *한국*

- 자원식품학회지, 25(4), 394-400.
- 명정은, 황인경(2008). 품종별 콩 추출물의 주요 성분 분석 및 항산화 효과. *한국콩연구회지*, 25(1), 23-29.
- 문성원, 박성혜(2008). 청국장가루를 첨가한 식빵의 품질 특성. *한국식품영양과학회지*, 37(5), 633-639.
- 민현경, 김효주, 장혜춘(2008). Porphyrin-청국장 추출물의 암세포 성장 억제효과. *한국식품영양과학회지*, 37(7), 826-833.
- 박주현, 한찬규, 최숙현, 이복희, ... 김성수(2011). 냄새저감형 울무청국장 제조에 관한 연구. *한국식품영양과학회지*, 40(2), 259-266.
- 백낙민, 박나영, 박금순, 이신호(2008). 발효 균주에 따른 청국장의 발효특성. *한국식품과학회지*, 40(4), 400-405.
- 손미예, 김미혜, 박석규, 박정로, 성낙주(2002). 키위와 무를 첨가한 검정콩 청국장의 맛성분 및 기호도. *한국식품영양과학회지*, 31(1), 39-44.
- 신동화(2020). 한국 전통발효식품의 현재와 미래발전전략. *식품과학과 산업*, 53(2), 148-165.
- 신지훈, 주나미(2016). 조리방법을 달리한 쥐눈이콩의 항산화력 및 이소플라본 배당체·비배당체 함량 비교. *한국식품조리과학회지*, 32(2), 197-203.
- 연규춘, 김동호, 김정옥, 박병준, ... 변명우(2002). *Bacillus natto*와 *B. licheniformis*의 혼합 Starter로 제조된 청국장의 품질특성. *한국식품영양과학회지*, 31(2), 204-210.
- 오훈일, 엄상미(2008). 발아대두 청국장의 발효 중 미생물과 효소활성도의 변화. *한국식품과학회지*, 40(1), 56-62.
- 이경하, 최혜선, 황경아, 송진(2015). 균 종류에 따른 대원콩 청국장의 isoflavone 함량 및 품질특성. *한국국제농업개발학회지*, 27(4), 481-488.
- 이나리, 고태훈, 이상미, 홍창오, ... 손홍주(2013). *Bacillus amyloliquefaciens*를 이용하여 콩 종류와 발효온도를 달리하여 제조한 청국장의 특성. *한국미생물학회지*, 49(1), 71-77.
- 이용립, 김성호, 정낙현, 임부현(1992). 청국장 발효중 점질성 고분자 물질의 생성에 관한 연구. *한국농화학회지*, 35(3), 202-209.
- 이은희, 천중희(2007). 청국장을 급여한 식이가 알코올 섭취량의 지질대사 및 간 기능개선에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 40(8), 684-692.
- 이재욱, 하상도, 김애정, 여정숙, ... 박상현(2005). 청국장의 생리활성과 산업적 적용. *한국식품과학회지*, 38(2), 69-78.
- 이주은(2014). 체육교육전공 대학생들의 단백질 보충제 섭취실태. *한국식품영양과학회지*, 43(10), 1607-1613.
- 이효진, 조상아, 신진기, 김정상, ... 권중호(2007). 시판 청국장 분말제품의 품질 및 기능성분. *한국식품영양과학회지*, 36(1), 65-71.
- 임애경, 정희경, 홍주현, 오정석, ... 김대익(2008). 고지혈증 흰쥐에서 비배당체 이소플라본 고함유 대두분말의 혈청 지질 대사 영향과 항산화효과. *한국식품영양과학회지*, 37(3), 302-308.
- 장정옥(2007). 검은콩 청국장 가루를 첨가한 마들렌의 품질특성. *동아시아식생활학회지*, 17(6), 840-845.
- 장혜림, 윤정영(2015). 알칼리에 의한 천마 단백질 추출의 최적 pH 조건. *한국식품저장유통학회지*, 22(2), 256-260.
- 정수현, 박송이, 정은선, 김용석, 문성필(2016). 다양한 첨가제에 의한 청국장 불쾌취 및 *Bacillus cereus* 증식의 억제. *한국식품과학회지*, 48(6), 569-573.
- 정용진, 우승미, 권중호, 최명숙, ... 이종원(2007). 홍삼첨가 방법에 따른 홍삼청국장의 품질특성. *한국식품영양과학회지*, 36(7), 889-895.
- 정유경, 이에경, 노홍균, 김순동(2006). 키토산 첨가가 청국장의 품질특성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 35(4), 476-481.
- 정진보, 최승권, 정도연, 김영수, 김용석(2012). 대두의 발아시간이 분리 균주로 제조한 청국장의 품질 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 44(1), 69-75.
- 조영제, 차원섭, 복수경, 김명옥, ... 최용규(2000). 청국장 발효과정 중 항고혈압성 peptide의 생산 및 분리. *한국농화학회지*, 43(4), 247-252.
- 조은영, 윤혜현(2020). 발효 시간에 따른 렌틸콩 청국장의 품질 특성. *한국조리과학회지*, 26(6), 203-213.
- 조훈, 주재현, 박건영(2017). 콩 발효 식품(청국장, 물두시, 낫또)의 특성. *In Vitro* 항돌연변이 및 항암 효과. *한국식품영양과학회지*, 46(10), 1253-1257.
- 주용하, 박재훈, 정명근, 윤승길, 정길웅(2004). 재배연도에 따른 검정콩 종자의 안토시아닌 함량 및 색차변이. *한국작물학회지*, 49(6), 507-511.
- 최명효, 조계만, 남상해(2014). 청국장의 발효기간에 따른 trans-Resveratrol과 비소화성 올리고당의 변화 및 항산화활성. *한국식품영양과학회지*, 43(2), 243-249.

- 최정숙, 김진숙, 유선미, 박홍주, ... 신선영(1996). 청국장  
의 제조방법과 이용실태에 관한 조사연구. *한국콩  
연구회지*, 13(2), 29-43.
- AOAC. (2000). *The Association of Official Methods of  
Analysis(17th ed.)*. Arlington: Association of  
Official Analytical Chemist
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric  
reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of  
“antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical  
Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the  
use a stable free radical. *Nature*, 181(4617),  
1199-1200.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Kiu, R. H. (2002).  
Thermal processing enhances the nutritional value  
of tomatoes by increasing total antioxidant  
activity. *Journal of Agricultural and Food  
Chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Projer, E., Mattivi, F., Johnson, D., & Stockley, C. S.  
(2013). The case for anthocyanin consumption to  
promote human health: A Review. *Comprehensive  
Reviews in Food Science and Food Safety*, 12,  
483-508.
- Kim, W. K., Choi, K. H., Kim, Y. T., Park, H. G., ...  
& Lee, S. Y. (1996). Purification and  
characterization of a fibrinolytic enzyme produced  
from *Bacillus* sp. strain CK 11-4 screened from  
Chungkook-jang. *Applied and Environmental  
Microbiology*, 62(7), 2482-2488.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning  
reaction: Antioxidative activities of products of  
browning reaction prepared from glucosamine.  
*The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*,  
44(6), 307-315.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., ...  
& Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity  
applying an improved ABTS radicalcation  
decolorization assay. *Free Radical Biology and  
Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., & Bao, J. (2009).  
Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity  
in rice grain and their relations to grain color,  
sizw and weight. *Journal of Cereal Science*,  
49(1), 106-111.

Received 18 August 2021;

Accepted 10 September 2021