J Korean Soc Food Sci Nutr
42(11), 1727~1735(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.11.1727

블랙푸드가 첨가된 약콩청국장분말의 영양소 및 생리활성물질 분석

공현주[1] · 박현숙[2] · 김태훈[3] · 신승렬[1] · 홍주연[1] · 양경미[1†]

[1]대구한의대학교 한방식품조리영양학부
[2]대구공업대학교 식음료계열
[3]대구한의대학교 한약재약리학과

Analysis of Nutrition and Antioxidants of Yak-Kong *Chungkukjang* Powder Added Black Foods

Hyun-Joo Kong[1], Heyun-Sook Park[2], Tae-Hoon Kim[3], Seung-Ryeul Shin[1], Ju-Yeon Hong[1], and Kyung-Mi Yang[1†]

[1]Faculty of Cousine and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongbuk 715-715, Korea
[2]Division of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea
[3]Dept. of Herbal Medicinal Pharmacology, Daegu Hanny University, Gyeongbuk 715-715, Korea

ABSTRACT This study is carried out to investigate the analysis of nutrition and antioxidants of soybean *Chungkukjang* powder (SCP), Yak-Kong *Chungkukjang* powder (YCP) and Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods (YCBP) for the management of Alzheimer's disease. The water content of YCBP was higher than that of SCP and YCP. The soluble and crude protein contents of YCP were the highest among three *Chungkukjang* powders. In SCP, YCP and YCBP, the ratios of unsaturated and saturated fatty acids were 5.17, 5.76, and 5.78, respectively. The mineral content of SCP was higher than that of YCP and YCBP. Antioxidants analysis showed that the content of diadzein was the highest in YCP and genistein, and anthocyanin contents were higher than the others in YCBP. In conclusion, YCP and YCBP had higher contents than SCP in soluble and crude proteins, and unsaturated fatty acids, which are needed for composition and function of the brain tissue. Also, it was found that the contents of diadzein, genistein and anthocyanin with outstanding antioxidative ability were high. Thus, this study suggests that *Chungkukjang* powder, which is made with Yak-Kong, black sesame, black rice and sea tangle, can be utilized for *in vivo* experiment for the control of oxidative stress, reported as cause and therapy for Alzheimer's Disease.

Key words: *Chungkukjang* powder, Yak-Kong, black foods, nutrition, antioxidants

서 론

2000년에 고령화 사회에 진입한 우리나라 65세 이상 노인층에서 인지기능 장애 증상을 보이는 알츠하이머성 치매는 심장암, 암, 뇌졸중과 더불어 4대 주요 사망원인일 뿐만 아니라 장기간의 이환상태로 환자의 삶의 질 저하는 물론 가족과 국가적으로 신체적·정신적·물질적 부담을 증가시키는 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다(1,2). 인지장애를 일으키는 손상 부위인 뇌 신경세포는 다른 조직에 비해 고도 불포화지방산 함량과 산소 소비가 높은 반면에, 항산화 효소는 상대적으로 부족하여 산화적 스트레스에 의한 영향이 크다(3,4). Marcus 등(5)과 Tarkowski 등(6)은 생체 내 대사과정에서 생성되는 불안정하고 공격성이 강한 활성산소(O_2^-)나 산화질소(NO)에 의해 일어난 뇌의 염증반응으로 알츠하이머성 인지기능 장애가 유발된다고 하였다.

따라서 암, 심뇌혈관계 질환과 같은 만성퇴행성 질환의 예방 및 치료효과를 증진시키기 위하여 항산화 물질인 phytochemicals의 항산화조절 대사기능에 대한 관심이 높아지고 있다. Phytochemicals 함유식품 중에서 두류는 필수아미노산과 필수지방산, 식이섬유와 올리고당, 칼슘, 철분, 아연, 그리고 비타민 E와 같은 주요 영양성분 공급원으로서 식사의 영양균형을 조절하는데 중요한 식품이다(7). 또한 대두 속의 chlorogenic acid, isochlorogenic acid, caffeic acid, isoflavones, phenolic acids, tocopherols, phytic acids, 아미노산, peptides, aromatic amines와 같은 함질소 화합물, 인지질, saponins 등의 항산화 물질에 대한 기능성 연구가 이루어지고 있다(8). 특히 생체 내 유해한 활성산소를 제거하는데 탁월한 항산화력을 보이는 genistein은 유방암과 생식기암에 대한 항암효과를 보였다(8,9). 이외에도 Soy and Postmenopausal Health in Aging(SPOHIA) 연구에서 폐경 후 여성에게 6개월 동안 대두의 isoflavone을 섭

Received 1 July 2013; Accepted 25 September 2013
†Corresponding author.
E-mail: jiboosin@dhu.ac.kr, Phone: 82-53-819-1490

취시킨 결과 위약군에 비해서 인지기능이 증가되었다(9). 그리고 한방에서는 해독능력이 탁월하며 노인성 치매예방 및 신장에 좋다고 알려진 쥐눈이콩(*Rhynchosia Molubilis*) 혹은 약콩(Yak-Kong)으로 불리는 검은콩의 검은색소인 anthocyanin은 genistein에 비해 항산화력이 더 우수한 것으로 밝혀지고 있다(10).

대두와 약콩에 고초균(*Bacillus subtilis*)을 접종하여 2~3일 동안 속성 발효시켜서 만든 청국장은 된장이나 고추장에 비해 탄수화물, 지방, 단백질, 무기질 및 비타민의 함량이 높은 전통 발효식품이라는 우수성을 가지고 있다(11). 또한 대두가 가지고 있는 항산화 물질 이외에 caffeic acid와 ferulic acid와 같은 유리 phenolic acid 등과 비타민 B_1과 비타민 K_2와 같은 영양소 함량이 청국장에서 증가되는 것으로 나타났다(11). 이러한 생리활성 물질의 함량이나 기능이 대두보다 뛰어나 동맥경화, 심장병, 당뇨병, 노인성 치매, 유방암이나 대장암 등 만성퇴행성질환이나 노화에 대하여 예방 및 치료효과가 있는 것으로 발표되었다(8,12).

이에 본 연구에서는 대두청국장, 약콩청국장 그리고 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장분말의 영양소 및 항산화물질을 분석·비교하여 산화적 손상에 의한 알츠하이머성 노인 치매관리나 인지능력 향상을 위하여 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장분말을 동물 및 임상연구에 활용하기 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 대두청국장분말, 약콩청국장분말, 그리고 약콩청국장분말에 흑미, 흑임자, 다시마를 혼합하여 만든 분말을 첨가한 블랙푸드 약콩청국장분말은 전라북도 남원시 주생면에 위치해 있는 (주)지리산두류실(JirisanKong Co., Namwongsi, Korea)에서 제조하여 시판하고 있는 제품을 이용하였다. 청국장분말 제조는 대두를 40시간 동안 물에 불려 싹이 나오기 시작할 때 채반에 걸러서 물기를 제거하였다. 그런 다음 100°C에서 6시간 동안 전기중탕기(중형전기중탕기 400 L, Goryeo Co., Incheon, Korea)를 이용하여 찐 다음 식힌 후 황토방 발효실 바닥에 물기가 있는 짚을 깔고 소쿠리에 담아놓고 그 위에 30 cm 크기로 자른 짚을 편 후 각목을 얹고 이불을 덮어 44°C에서 70~75시간 발효하였다. 발효한 청국장은 다목적 전기열풍건조기(UDS-4522F, Unique DaeSung Co. Ltd., Seoul, Korea)에 넣어 42°C를 유지한 상태로 48시간 건조시킨 후 건식분쇄기(JMPC 14, Jeonju Food Phamacology Machine Co. Ltd., Jeonjusi, Korea)를 이용하여 분말로 만들었다. 약콩청국장분말은 대두청국장분말과 같은 방법으로 제조하였으며, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장분말은 약콩청국장분말 80%에 쪄서 말린 흑임자와 흑미분말을 각각 6%, 그리고 소금기를 제거한 마른 다시마분말 2%를 첨가하여 제품으로 만들었다.

수분과 조회분 함량 측정

수분함량은 시료를 일정하게 취하여 Rao와 Labuza(13)의 방법에 준하여 적외선 수분측정기(HA-300, Precisa Co., Flawil, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 회분함량은 AOAC 방법(14)에 의거하여 직접회화법으로 시료 5 g을 580°C 회화로에서 4시간 회화시킨 후 회화 전후의 도가니 항량차로서 조회분량을 산출하였다.

환원당 함량 측정

환원당 함량은 Somogi-Nelson법(15)에 준하여 측정하였다. 각 시료 1 g에 무수 Na_2HPO_4 25 g, Rochelle염 25 g, $NaHCO_3$ 20 g, 무수 Na_2SO_4 200 g을 증류수 1 L에 용해한 시약 A액과 $CuSO_4{\cdot}5H_2O$ 30 g과 4방울의 진한 황산을 첨가한 증류수 200 mL에 용해한 시약 B액 을 25 : 1의 비율로 제조한 혼합액 0.5 mL 가하여 20 분간 가열한 후 냉각하였다. 그런 다음 진한 황산 21 mL를 포함하는 증류수 450 mL에 $(NH_4)_6Mo_7O_{24}{\cdot}4H_2O$ 25 g이 용해된 액과 증류수 25 mL에 $Na_2HAsO_4{\cdot}7H_2O$ 3 g이 용해된 액을 혼합시킨 C 액 1 mL를 첨가한 후 증류수 5 mL를 혼합하여 분광광도계(U-2001, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 산출은 포도당 검량선에 의해 포도당의 함량을 산출하여 환원당 함량으로 나타내었다.

유리당 함량 측정

유리당 함량은 Palmer와 Brandes(16)의 방법에 준하여 측정하였다. 분석용 시료는 각 시료 1 g에 증류수 25 mL 가한 시료액에 acetonitrile을 50 mL까지 채운 후 환류냉각기를 이용하여 70°C에서 40분간 추출한 0.45 μm membrane syringe filter(Millipore Co., Billerica, MA, USA)로 여과한 것을 이용하였으며 유리당 분석은 HPLC(HPLC 600E, Waters Co., Milford, MA, USA)로 측정하였다. 분석 조건은 μ Bondpak carbohydrate analysis column (4.6×250 mm, Waters Co.)과 RI(refractive Index) detector를 사용하였으며, 용매는 acetonitrile : water(80:20, v/v), 유속은 1.2 mL/min으로 하였다.

수용성 및 조단백질 함량 측정

수용성 단백질 함량은 Lowry 등(17)의 방법에 따라 측정하였다. 실험방법으로는 10 g의 시료를 취한 후 일정량의 증류수를 가하여 블랜더(Lab blender FM 680T, Hanil, Co. Ltd, Seoul, Korea)로 마쇄한 후 50°C에서 3시간 동안 추출하였다. 그런 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 상층액을 여과지(Whatman No.4, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과한 뒤 증류수로 100 mL 정용하였다. 이 중 일정량의 시료를 취한 후 시약과 반응시킨 다음 분광광도계(U-2001, Hitachi)를 이용하여 750 nm에서 흡

광도를 측정하였다. 단백질 함량은 표준단백질로 bovine serum albumin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용한 검량선에 의해 산출하였다. 조단백질 함량은 AOAC 방법(14)에 의거하여 시료 10 g을 취하여 켈달방법으로 조단백질 자동분석장치(Foss Kjeltec^{TM} 2300, FOSS, Höganäs, Sweden)를 이용하여 측정하였다.

지방산 함량 측정

지방의 추출 및 정제는 Folch 등(18)의 방법에 준하여 실시한 후 BF^3-methanol을 이용하여 지방산을 methyl ester화 시킨 다음 gas chromatography(GC 2010, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 SP-2560 column(100×0.25 nm×0.2 μm, Shimadzu Co.)과 불꽃이온화검출기(flame ionization detector, FID)가 부착된 GC를 이용하였으며, 이동상은 N_2, oven 온도는 100°C(1 min), 검출기 온도는 250°C, split ratio는 1/50, gas flow는 1 mL/min, injection volume은 1 μL로 하였다. 이때 지방산정량은 표준물질로 37 Component fame mix 표준품(Supelco, Bellofonte, PA, USA)을 이용하여 분석한 후 계산하였다.

무기질 함량 측정

무기질 추출은 Yun 등(19)에 의하여 습식분해법에 따라 일정량의 시료와 함께 65%의 HNO_3 6 mL와 30% H_2O_2 1 mL를 가한 시험용액을 microwave digestion system (Ethos-1600, Milestone, Sorisole, Italy)을 이용하여 최고 600 W로 총 20분간 산분해를 실시하였다. 산분해 후 얻은 시료용액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 분석시료로 이용하였다. 무기질 함량은 inductively coupled plasma spectrometer(ICP-IRIS, Thermo Elemental Co., Franklin, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 분석조건은 flush pump rate는 2.00 mL/min, analysis pump rate는 2.00 mL/min, Rf power는 1,150 W로 하였으며, nebulizer flow는 20.10 PSI, acetylene flow rate는 2.00 L/min, air flow rate는 13.50 L/min으로 분석하였다.

Isoflavone 정량

Isoflavone 중 diadzein과 genistein 유도체 정량은 Lee 등(20)과 So 등(21)의 방법을 일부 수정하여 실시하였다. 10 N HCl과 100% 메탄올 100 mL를 가하여 3시간 동안 환류냉각기로 가열하여 가수분해 된 시료를 냉각시킨 다음 여과하여 메탄올로 용해시킨 후 일정량 취하여 HPLC (SPD-20A, Shimadzu Co.)로 측정하였다. 분석조건은 C18 reverse phase column(4.6×250 mm, Waters Co.)과 RI detector(Waters 410 Refractive Index)를 사용하였으며, 용매는 1% HCOOH : MeCN(70:30, v/v), 유속은 1.0 mL/min으로 하였다. 표준물질로는 diadzein과 genistein (Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였다.

Anthocyanin 정량

Anthocyanin 함량은 Park 등(22)의 방법에 의거하여 95% 에탄올과 1.5 N HCl 혼합용액(85:15, v/v)으로 추출한 후 Fuleki와 Francis(23)의 방법에 준하여 측정하였다. 청국장 분말 10 g씩 각각 측량하여 시료병에 넣은 다음 추출용매 45 mL를 첨가하였다. 그 후 4°C의 냉장 암상태에서 하루 동안 분해과정을 거친 후 시료를 여과(Whatman No.2, Whatman International Ltd.)하여 535 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였고, 아래의 공식을 이용하여 anthocyanin 함량으로 환산하였다.

총 anthocyanin 함량(mg/100 g)=
흡광도×(45/시료무게)×희석배수×1.54

통계처리

본 실험결과는 독립적으로 3회 반복하여 얻은 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험군 간의 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL., USA)을 이용하여 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

수분 및 회분 함량

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 수분과 회분함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 대두와 약콩청국장의 수분함량은 각각 5.73%와 5.73%로 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 7.94%에 비해 낮았다. 그 반면에 회분함량은 실험군 간에 유의적인 차이는 없었다.

전국 11개 지역에서 제조된 전통청국장의 이화학적 특성을 비교한 Kim 등(24)의 연구결과에서 평균 수분은 55.0%, 조단백질은 17.6%, 조지방은 3.3%, 조회분은 5.8%로 나타났으며, 지역별로 일반성분의 차이는 원료의 성분함량이나 발효방법, 조건, 기간 등에 따른 차이라고 보고하였다. 그리고 다시마분말을 수준별로 첨가시켜 발효시킨 대두청국장의 일반성분을 분석한 Jung 등(25)의 결과에서는 다시마 첨가수준에 비례하여 수분과 단백질 함량은 감소된 반면에 탄

Table 1. Moisture and crude ash contents in *Chungkukjang* powder added black foods (%)

Sample[1)]	Moisture	Crude ash
SCP	5.73±0.10[2)b3)]	5.12±0.02[NS4)]
YCP	5.73±0.38[b]	4.94±0.27
YCBP	7.94±1.00[a]	4.22±0.01

[1)]SCP: Soybeen *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods.
[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.
[4)]NS: not significant.

수화물과 회분함량은 증가되었으며 청국장에 첨가되는 부재료 물질에 의해서 청국장의 일반성분이 달라질 수 있다고 설명하였다. 본 연구 결과에서 대두, 약콩, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장분말의 수분함량 5.73~7.94% 그리고 회분함량 4.22~5.12%의 수준은 Jang(26)이 보고한 약콩청국장분말의 수분함량 6.8%, 회분 4.5%, 그리고 Lee(27)가 보고한 대두청국장분말의 회분함량 5.53%와 비교해 보았을 때 본 실험의 청국장분말의 수분과 회분함량은 비슷한 수준을 보였다.

환원당과 유리당 함량

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 환원당 함량을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 환원당 함량은 시료 100 g당 대두청국장이 730.5 mg, 약콩청국장이 836.9 mg, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 760.4 mg으로 실험군 간에 유의적인 차이는 없었다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 대두청국장의 유리당은 glucose와 sucrose가, 그리고 약콩청국장의 주된 유리당으로 시료 100 g당 fructose가 2.60 mg, glucose가 2.52 mg, 이당류인 sucrose가 4.40 mg으로 검출되었다. 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 유리당은 시료 100 g당 fructose가 5.14 mg, glucose 5.51 mg, 이당류인 sucrose가 13.4 mg, 그리고 maltose가 1.75 mg 검출되었다. 시료 100 g당 총 유리당 함량은 대두청국장은 0.07 mg, 약콩청국장은 9.52 mg, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장은 23.84 mg으로 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 유리당 함량이 가장 높았다. 이러한 결과는 약콩 청국장에 블랙푸드의 첨가로 이당류인 maltose의 생성 이외에도 fructose, glucose, 그리고 sucrose의 함량이 증가된 것으로 추측된다.

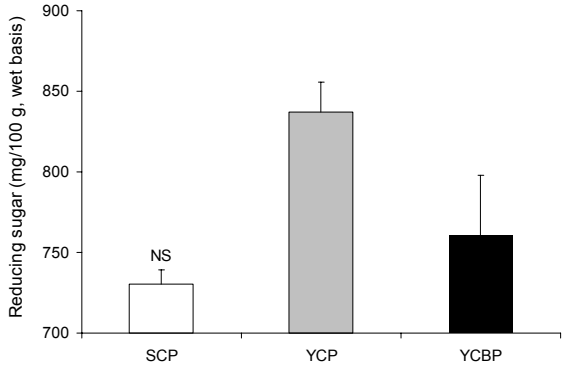

Fig. 1. Reducing sugar content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters indicate significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Free sugar content in *Chungkukjang* powder added black foods (mg/100 g, wet basis)

Free sugar	SCP	YCP	YCBP
Fructose	0.00	2.60	5.14
Glucose	0.06	2.52	3.51
Sucrose	0.02	4.40	13.44
Maltose	ND[1)]	ND	1.75
Lactose	ND	ND	ND
Total	0.07	9.52	23.84

[1)]Not detected.
SCP: Soybeen *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods.

아미노산류와 함께 청국장의 풍미에 중요한 역할을 하는 단미성분의 유리당에 대한 결과로 Hong 등(28)은 대두를 이용한 증자콩에서는 maltose가 시료 100 g당 805.0 mg으로 유리당 중에서 가장 높은 함량을 보였으며, 일반청국장, 홍삼을 첨가한 청국장, 그리고 복분자를 첨가한 청국장에서는 glucose 함량이 시료 100 g당 각각 485.0 mg, 592.5 mg, 그리고 615.0 mg으로 가장 높은 반면에, maltose 함량은 가장 낮은 결과를 보였다. 이때 청국장에서 maltose의 낮은 함량은 청국장의 발효과정에 α-glucosidase에 분해된 결과로 해석하였다. 또한 Sa 등(29)의 약콩의 구성당에 대한 분석결과를 살펴보면 arabinose, galactose, glucose, mannose, xylose이었으며, 주요 구성당은 glucose와 galactose로 나타났다. 본 연구에서 총 환원당 함량은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장 분말이 가장 높았고, 그 다음으로는 약콩청국장분말로 조사되었다. 이때 주요당은 sucrose, fructose, glucose로 나타났다.

수용성 및 조단백질 함량

대두청국장, 약콩청국장, 블랙푸드 첨가한 약콩청국장의 수용성 단백질 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 시료 100 g당 대두청국장의 수용성 단백질 함량은 7.06 mg, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장은 9.05 mg, 그리고 약콩청국장은 13.05 mg로 $P<0.05$ 수준에서 약콩청국장의 수용성 단

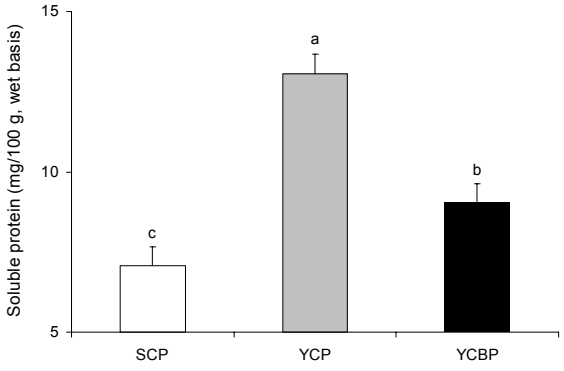

Fig. 2. Soluble protein content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters indicate significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

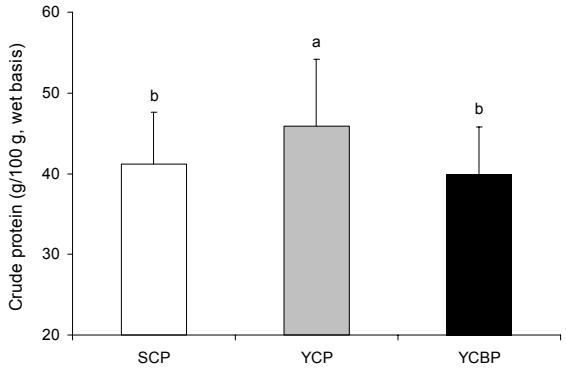

Fig. 3. Crude protein content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

백질 함량이 가장 높았다.

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 조단백질 함량을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 시료 100 g당 대두청국장의 조단백질 함량은 41.2 g, 약콩청국장이 45.9 g, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 40.0 g으로 나타났다. Jang(26)은 검은콩 청국장분말의 조단백질은 44.5%, Lee(27)는 대두청국장분말의 조단백질은 50.3%로 검은콩에 비해서 대두청국장 가루의 조단백질이 더 높은 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 조단백질 함량 역시 대두청국장에 비해서 약콩청국장에서 11.4% 정도 높았으며, 수용성 단백질 함량은 약콩청국장>블랙푸드를 첨가한 약콩청국장>대두청국장의 순으로 나타났다. 따라서 알츠하이머성 치매예방과 관리에 유용한 단백질의 공급원으로 대두청국장에 비해서 약콩, 흑미, 흑임자와 같은 플랙푸드로 만든 청국장이 영양적으로 가치가 있을 것으로 사료된다.

지방산 조성

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드 첨가한 약콩청국장의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 대두청국장의 지방산 조성은 linoleic acid 50.57%, oleic acid 26.86%, palmitic acid 11.04%, linolenic acid 5.83%이었으며, 약콩청국장은 linoleic acid 52.51%, oleic acid 26.83%, palmitic acid 10.46%, linolenic acid 5.62%로 분석되었다. 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 지방산 조성은 linoleic acid 53.05%, oleic acid 25.35%, palmitic acid 10.55%, linolenic acid 6.46%이었다. 따라서 청국장의 주요 불포화지방산은 linoleic acid, oleic acid, 그리고 linolenic acid로 나타났다. 불포화지방산/포화지방산 비율은 대두청국장이 5.17, 약콩청국장이 5.76, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 5.78로 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 불포화지방산의 비율이 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Fatty acids composition in *Chungkukjang* powder added black foods (%)

Fatty acids	SCP	YCP	YCBP
Myristic acid (C14:0)	0.07	0.05	0.04
Pentadecenoic acid (C15:0)	0.02	0.01	0.01
Palmitic acid (C16:0)	11.04	10.46	10.55
Palmitoleic aid (C16:1)	0.12	0.09	0.09
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.08	0.06	0.06
cis-10-Heptadecanoic acid (C17:1)	0.01	0.03	0.04
Stearic acid (C18:0)	4.02	3.47	3.35
Elaidic acid (C18:1)	0.03	0.02	0.02
Oleic acid (C18:1)	26.86	26.83	25.35
Linoleic acid (C18:2)	50.57	52.51	53.05
Arachidic acid (C20:0)	0.39	0.29	0.25
γ-Linoleic acid (C18:3)	0.02	0.01	0.02
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.18	0.01	0.13
Linolenic acid (C18:3)	5.83	5.62	6.46
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.05	0.03	0.04
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.05	0.04	0.04
Behenic acid (C22:0)	0.38	0.29	0.32
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3)	0.07	0.01	0.01
Arachidonic acid (20:4)	0.00	0.01	0.00
Tricosanoic acid (C23:0)	0.05	0.03	0.03
Lignoceric acid (C24:0)	0.12	0.08	0.08
Nervonic acid (C24:1)	0.03	0.02	0.02
Saturated fatty acid (SFA)	16.22	14.79	14.76
Unsaturated fatty acid (UFA)	83.78	85.21	85.24
UFA/SFA	5.17	5.76	5.78

SCP: Soybeen *Chungkukjang* powder, YP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder, YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods.

이러한 결과는 블랙푸드 중 불포화지방산의 함량이 높은 흑임자 첨가에 따른 결과로 추측된다.

전통청국장의 지방산을 분석한 Yoo와 Chang(30)의 결과에서는 linoleic acid가 57.8%, oleic acid가 21.1%의 비율이 높았으며, 그 다음으로 palmitic acid가 12.4%, 그리고 linolenic acid가 9.0%로 나타났다. 이들의 연구결과에 비해 본 연구의 청국장 분말은 palmitic acid와 linolenic acid의 함량은 낮은 반면에 linoleic acid와 oleic acid의 함량은 높았다. 이러한 차이는 원료 콩의 품종, 종자, 발효조건, 그리고 첨가물질에 따른 차이로 해석되며, 일반적으로 청국장의 지방산 조성은 원료 콩에 함유되어 있는 지방산 조성과 밀접한 상관성이 있는 것으로 나타났다(24). Sa 등(29)의 보고에 의하면 약콩 종실 전체의 불포화지방산으로는 탄소수가 18개인 linoleic acid, oleic acid, linolenic acid가 대부분을 차지하였으며, 종실 속과 종피에도 불포화지방산인 linoleic acid, oleic acid, linolenic acid가 주를 이루고 있었다. 또한 불포화지방산의 총 함량은 종실 전체가 82.63%, 종피가 82.68%, 종실속이 81.43%로 매우 높은 함량을 지니고 있는 것으로 분석되었다. 특히 약콩의 모든 부위에서는 동맥경화 유발의 원인이 되는 콜레스테롤의 농도저하 뿐만 아니라 뇌세포의 구성성분으로 알려진 탄소수 18개를 가진 불포화지방산 함량이 52.78~56.65%라는 매우 높은 지질 조성비율을 보였다.

본 연구에서는 대두청국장에 비해 약콩청국장이나 흑임자, 흑미, 다시마와 같은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 불포화지방산의 비율이 높았으며, 이러한 결과는 알츠하이머성 치매와 관련된 뇌세포의 구성성분으로 불포화지방산의 급원식품으로 충분한 가치가 있을 것으로 여겨진다.

무기질 함량

대두청국장, 약콩청국장, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 12가지 무기질 함량을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 대두청국장에서는 Cu와 Co가 검출되지 않았으며, 시료 100 g 당 Ca, K과 Mg 함량은 각각 459.5 mg, 2,066.4 mg, 그리고 306.0 mg으로 대부분을 차지하였다. 대두청국장과 마찬가지로 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서도 주로 Ca, K과 Mg 함량으로 이루어져 있었다. 또한 Ca, Fe, K, Mg, Na, Li의 함량은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 약콩청국장보다 높게 나타났으며, 나머지 Zn, Co, Cr, Mn의 함량은 약콩청국장이 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장보다 높게 나타났다.

Lee 등(11)의 보고에 의하면 증자대두의 100 g당 Ca, Fe, K 함량은 각각 70 mg, 2.0 mg, 570 mg으로 생청국장의 Ca, Fe, K 함량 100 g당 각각 90 mg, 3.3 mg, 660 mg과 비교해 보면 청국장으로 제조될 경우 무기질 함량이 증가되는 것으로 나타났다. Sa 등(29)의 보고에 의하면 약콩 종실, 종실 속, 그리고 종피 각각의 모든 부위에서 K 함량이 1,541.0~1,832.3 mg%로 가장 높았고, 이외에도 Ca과 Mg

Table 4. Mineral contents in *Chungkukjang* powder added black foods (mg/100 g, wet basis)

Mineral	SCP	YCP	YCBP
AI	0.59±0.05	ND[1)]	0.61±0.02[2)]
Ca	459.5±26.3	251.43±7.77	290.0±2.48
Cu	ND	1.89±0.03	0.58±0.02
Fe	8.56±0.27	7.96±0.26	9.79±0.04
K	2,066.4±39.2	1,709±2.71	2,005.1±96.0
Mg	306.0±9.36	272.23±3.44	285.9±3.99
Na	15.1±1.12	8.75±1.05	67.8±0.15
Zn	4.29±0.21	4.64±0.04	4.09±0.07
Co	ND	0.02±0.00	0.01±0.00
Cr	0.01±0.02	0.05±0.03	0.02±0.00
Li	0.01±0.02	0.03±0.00	0.04±0.00
Mn	0.01±0.02	3.24±0.09	3.04±0.05
Total minerals	2,864.2	2,259.8	2,667.9

[1)]Not detected.
[2)]All value are expressed as mean±SD of triplicate determinations. SCP: Soybeen *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods.

등이 다량 함유되어 있는 반면에 Fe, Zn, Cu 등은 미량 함유되어 있었다. P의 경우에는 주로 종피(770.5 mg%)에 분포되어 있는 반면에, 종실 속(160.9 mg%)에는 소량 함유되어 있었다. 본 실험에서는 대두청국장의 무기질 함량이 가장 높았으며, 그 다음으로는 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장, 약콩청국장 순으로 나타났다. 특히 대두청국장은 Ca과 K의 함량이, 약콩청국장은 Zn, Cr, Mn의 함량이, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장은 Fe의 함량이 높은 것으로 조사되었다.

항산화 물질 함량

대두청국장, 약콩청국장, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 diadzein과 genistein 함량 결과는 Fig. 4, 5와 같다. Fig. 3에서 제시한 diadzein 함량은 시료 g당 대두청국장이 236.5 μg, 약콩청국장이 928.2 μg, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서는 225.8 μg으로 약콩청국장에서 가장 높았다. 그러나 genistein 함량은 시료 g당 대두청국장이 472.0 μg, 약콩청국장이 519.8 μg, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 942.1 μg으로 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 가장 높았다.

최근 대두성분 중에서 관심을 받고 있는 성분은 flavonoids 일종의 isoflavone으로 비배당체(aglycone)인 daidzein, genistein, glycitein과 배당체인 daidzin, genistin, glycitin이 있다(31). 배당체는 위산과 장내 미생물에서 분비되는 β-glucosidase에 의해 포도당이 제거된 비배당체 형태로 전환된 후 흡수되어 생리활성을 나타내며, 항산화 활성이 높은 것으로 보고되고 있다(32,33). 또한 대두보다 청국장의 isoflavone은 비배당체 형태로 존재할 뿐만 아니라 원료콩보다 청국장의 isoflavone의 함유량이 더 높으며 항돌연변이와 같은 생체기능성이 높은 것으로 보고(34)되고 있다. Kwak 등(35)은 DMBA로 유방암이 유도된 흰쥐에서 된장

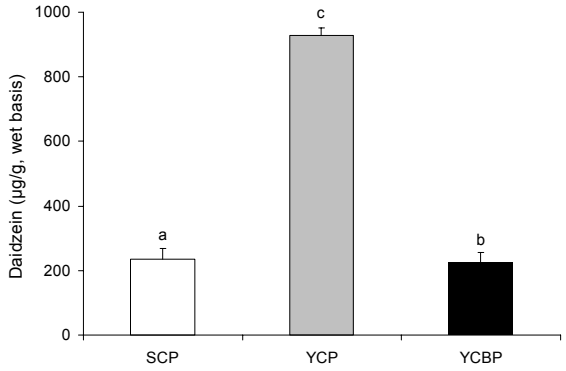

Fig. 4. Daidzein content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters indicate significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

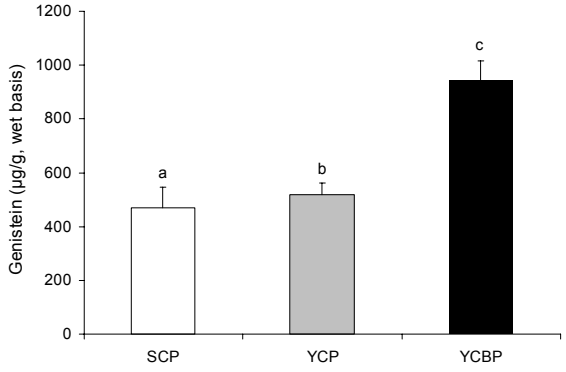

Fig. 5. Genistein content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters indicate significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

과 청국장의 항암효과를 조사하기 위하여 식이조성 중 20%로 첨가된 청국장분말과 된장분말을 13주 동안 섭취 후 항암효과를 관찰한 결과 청국장에서 우수한 항암능력을 보였다고 보고하였다. 이러한 결과는 genistein, linoleic acid 및 melanoidin 등의 물질들이 된장의 발효기간이 길어질수록 생성량이 증가되어 항암효과에 더 큰 영향을 끼친 것으로 설명하였다.

특히 청국장에 존재하는 천연 항산화물질인 phytic acid, genistein, daidzein, glycitein 등은 세포손상, 노화, 암, 각종 염증, 동맥경화, 알츠하이머성 치매 등 만성질환을 유발하는 활성산소를 제거하는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다(8,9,12). 특히 genistein은 방사선 조사에 의해 유도된 생쥐의 산화적 손상에 대해서 지질과산화물 생성의 억제와 항산화영양소 조절을 통하여 체내 항산화 반응을 조절하는 것으로 보고되었다(36). 대두에 비해 약콩의 diadzein 함량은 20.5배, 그리고 genistein 함량은 18.6배로 isoflavone의 함유량이 더 높을 뿐만 아니라 높은 anthocyanin

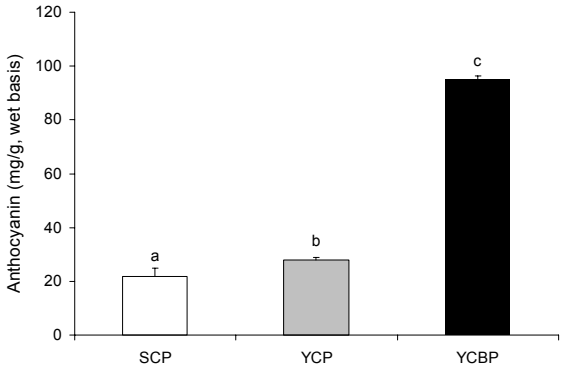

Fig. 6. Anthocyanin content in *Chungkukjang* powder added black foods. SCP: Soybean *Chungkukjang* powder. YCP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder. YCBP: Yak-Kong *Chungkukjang* powder added black foods. Values are means±SD. Those different superscript letters indicate significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

함량으로 항산화력이 우수한 것으로 나타났다(9,37).

대두청국장, 약콩청국장, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장의 anthocyanin 함량 결과는 Fig. 6과 같다. 시료 g당 anthocyanin 함량은 대두청국장이 21.85 mg, 약콩청국장이 28.06 mg, 그리고 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장이 95.21 mg으로 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 anthocyanin의 함량이 가장 높았다. 일반 노란콩과 비교했을 때 검정콩 종실의 특징은 일반적인 성분차이는 거의 없으나 종피에 anthocyanin이 함유량이 높다는 것이다. 그러나 검정콩의 천연색소인 anthocyanin은 수용성으로 항산화 효과 등의 생리활성이 높은 것으로 알려져 최근 건강기능성 물질로 주목을 받고 있다(38).

Choung 등(39)이 여러 종의 검정콩 종피에 함유되어 있는 총 anthocyanin 함량을 측정한 결과 g당 1.58~20.16 mg으로 보고하였다. 그러나 Kim 등(40)은 anthocyanin 색소 발현은 빛, 온도, 호르몬, 영양원 등의 여러 환경요인에 영향을 받으며, 이에 따라 연구자들마다 보고되고 있는 anthocyanin 함량에 다소 차이가 나타난 것 같다고 추측하였다. 또한 특히 검정콩이나 청자콩 종실 속에는 anthocyanin, isoflavone 중 genistein, phenolic acid 중에서는 genistic acid, 그리고 토코페롤에서는 γ-토코페롤 등의 시너지 효과에 의해서 anthocyanin의 항산화 효과가 더 크게 작용하며, 특히 한국산 검정콩의 anthocyanin 색소의 항암효과는 우수한 것으로 보고되었다(40,41). 본 연구에서도 대두청국장에 비해서 isoflavone과 anthocyanin이 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 더 높았으며, 이러한 결과를 토대로 대두에 비해 약콩이나 흑미, 흑임자, 다시마로 만든 블랙푸드 청국장이 보다 높은 항산화력을 나타낼 것으로 추측된다.

요 약

본 연구는 대두청국장분말, 약콩청국장분말, 그리고 흑미, 흑임자, 다시마와 같은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장분말의 일반성분과 영양소 및 항산화 물질을 분석·비교하여 향후 알츠하이머성 치매관리나 인지능력 향상을 위한 블랙푸드가 첨가된 청국장분말의 *in vivo* 실험을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다. 그 결과 대두와 약콩청국장에 비해서 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 수분함량이 높았으며, 유리당 중 sucrose, fructose, glucose, maltose 함량이 높았다. 또한 수용성과 조단백질 함량은 $P<0.05$ 수준에서 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 높았다. 불포화지방산과 포화지방산의 비율은 대두청국장에 비해서 약콩청국장과 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 높았다. 무기질 함량은 대두청국장이 가장 높았으나 약콩청국장에서는 Zn, Cr, Mn이, 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서는 Fe의 함량이 높았다. Isoflavone 중 diadzein 함량은 약콩청국장에서 가장 높았으나, genistein과 anthocyanin 함량은 블랙푸드를 첨가한 약콩청국장에서 가장 높았다. 따라서 본 연구에서는 일반 및 영양적 특성에서 대두청국장에 비해서 블랙푸드로 만든 청국장분말이 유리당과 뇌조직의 구성과 기능에 필요한 수용성 및 단백질 함량과 불포화지방산과 포화지방산의 비율이 높을 뿐만 아니라 우수한 항산화력으로 보고되고 있는 diadzein, genistein 그리고 anthocyanin 함량이 높은 것으로 나타났다. 그러므로 향후 알츠하이머성 치매의 원인 및 치료기전으로 보고되고 있는 산화적 스트레스조절에 대한 *in vivo* 실험에 블랙푸드청국장분말을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012-220-068)에 의한 결과의 일부이며, 연구비를 지원해 주신 한국과학재단에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Kong ES, Park SH, Shin DJ, Hur YR, Han OS, Huh NY. 2004. The classification of higher risk dementia types through the test of apolipoprotein E polymorphism among healthy rural population. *Korean J Research Gerontology* 13: 5-22.
2. Kim JS, Jeong IS, Kim YJ, Hwang SK, Choi BC. 2003. Screening for high risk population of dementia and development of the preventive program using Web. *J Korean Acad Nurs* 33: 236-245.
3. Mecocci P, MacGarvey U, Kaufman AE, Koontz D, Shoffner JM, Wallace DC, Beal MF. 1993. Oxidative damage to mitochondrial DNA shows marked age-dependent increases in human brain. *Ann Neur* 34: 609-616.
4. Coyle JT, Puttfarcken P. 1993. Oxidative stress, glutamates, and neurodegenerative disorders. *Science* 262: 689-695.
5. Marcus DI, Strafaci JA, Freedman ML. 2006. Differential neuronal expression of manganese superoxide dismutase in Alzheimer's disease. *Med Sci Monit* 12: 8-14.
6. Tarkowski E, Ringqvist A, Blennow K, Wallin A, Wennmalm A. 2000. Intrathecal release of nitric oxide in Alzheimer's disease and vascular dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord* 11: 322-326.
7. Park TG. 2004. The media and phytochemicals. Symposium of Korean Society of Food and Nutrition, Seoul, Korea. December 16. p 47-54.
8. Kim SH, Yang JL, Song YS. 1999. Physiological functions of *Chongkukjang*. *Food Industry and Nutrition* 4(2): 40-46.
9. Oh JG. 2003. The news of Korean Society: Soybean milk. *J Korean Soybean Society* 196: 2-7.
10. Bae EA, Moom GS. 1997. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 203-208.
11. Lee JO, Ha SD, Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH. 2005. Industrial application and physiological functions of *Chongkukjang*. *Food Science and Industry* 38(2): 69-78.
12. Roghani M, Vaez Mahdavi MR, Jalali-Nadoushan MR, Baluchnejadmojarad T, Naderi G, Roghani-Dehkordi F, Taghi Joghataei M, Kord M. 2013. Chronic administration of daidzein, a soybean isoflavone, improves endothelial dysfunction and attenuates oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytother Res* 27: 112-117.
13. Rao Q, Labuza TP. 2012. Effect of moisture content on selected physicochemical properties of two commercial hen egg white powers. *Food Chem* 132: 373-384.
14. AOAC. 1984. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 210-219.
15. Nelson N. 1994. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. *J Biol Chem* 153: 375-380.
16. Palmer JK, Brandes WB. 1974. Determination of sucrose, glucose and fructose by liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 22: 709-712.
17. Lowry OH, Rosebrough NJ, Fair AL, Randal RJ. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
18. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
19. Yun SI, Choi WJ, Choi YD, Lee SH, Yoo SH, Lee EH, Ro HM. 2003. Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Korean J Ecol* 26: 65-70.
20. Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS. 2002. Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol* 34: 365-369.
21. So EH, Kuh JH, Park KY, Lee YH. 2001. Varietal difference of isoflavone content and antioxidant activity in soybean. *Korean J Breed* 33: 35-39.
22. Park YE, Cho JH, Cho HM, Yi JY, Seo HW, Choung MG. 2009. A new potato cultivar "Hongyoung", with red skin and flesh color, and high concentrations of anthocyanins. *Korean J Breed Sci* 41: 502-506.
23. Fuleki T, Francis FJ. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *J Food Sci* 33: 78-82.
24. Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physiochemical properties of traditional *chonggugjang* produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol*

41: 377-383.
25. Jung YK, Lee YK, No HK, Kim SD. 2006. Effect of sea tangle on fermentation and quality characteristics of *Cheongbukjang*. *Korean J Food Preserv* 13: 95-101.
26. Jang JO. 2007. Quality properties of madeleine added with black bean *chungkukjang* flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 840-845.
27. Lee KA. 2006. Quality characteristics of castella with *Chungkukjang*. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 244-249.
28. Hong JY, Kim EJ, Shin SR, Kim TW, Lee IJ, Yoon KY. 2008. Physicochemical properties of *Cheonggukjang* containing Korean red ginseng and *Rubus coreanum*. *Korean J Food Preserv* 15: 872-877.
29. Sa JH, Shin IC, Jeong KJ, Shim TH, Oh HS, Kim YJ, Cheung EH, Kim GG, Choi DS. 2003. Antioixidative activity and chemical characteristics from different organs of small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun. *Korean J Food Sci Technol* 35: 309-315.
30. Yoo SM, Chang CM. 1999. Study on the processing adaptability of soybean cultivars for Korean traditional *chungkukjang* preparation. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 91-98.
31. Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. 2003. Genistein, daidzein, and their β-glucoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J Agric Food Chem* 41: 1961-1967.
32. Hur HG, Lay JO Jr, Berger RD, Freeman JP, Rafii F. 2000. Isolation of human intestinal bacteria metabolizing the natural isoflavone glycosides daidzin and genistin. *Arch Microbiol* 174: 422-428.
33. Lim AK, Jung MJ, Kim DW, Hong JH, Jung HK, Kim KS, Kim YH, Kim DI. 2009. An extrapolation concentration decision effect antihyperlipidemic of aglycone isoflavone from biotransferation soybean on the fed high-fat diet rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1167-1173.
34. Choi YB, Sohn HS. 1998. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 30: 745-750.
35. Kwak CS, Kim MY, Kim SA, Lee MS. 2006. Cytotoxicity of human cancer cells and antitumorigenesis of Chungkookjang, a fermented soybean product, in DMBA-treated rats. *Korean J Nutr* 39: 347-356.
36. Gaur A. 2010. Ameliorating effects of genestein: Study on mice liver glutathione and lipid peroxidation after irradiation. *Int J Radiat Res* 7: 187-199.
37. Song Y, Yu GP, Dou C, Wu H, Gong Z. 2013. Anti-oxidant activity of anthocyanins of black soybean in vitro. *Adv Mater Res* 634-638: 1423-1428.
38. Tsuda T, Shiga K, Ohshima K, Kawakishi S, Osawa T. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem Pharmacol* 52: 1033-1039.
39. Choung MG, Baek IY, Kang ST, Han WY, Shin DC, Moon HP, Kang KH. 2001. Isolation and determination of anthocyanins in seed coats of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *J Agric Food Chem* 49: 5848-5851.
40. Kim SH, Kwon TW, Lee YS, Choung MG, Moon GS. 2005. A major antioxidative components and comparison of antioxidative activities in black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37: 73-77.
41. Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. 2001. Physiological effect of Korean black soybean pigment. *Korean J Food Sci Technol* 33: 764-768.