

호두 첨가에 따른 청국장의 이화학적 특성 및 항산화능 변화

박화영 · 유범석 · [†]최웅규
한국교통대학교 식품공학과

Changes in the Physicochemical Characteristics and the Antioxidative Activity of *Cheonggukjang* by Addition of Walnut

Hwa-Young Park, Beom-Seok Ryu and [†]Ung-Kyu Choi

Dept. of Food Science & Technology, Koera National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the changes in the physicochemical characteristics and antioxidant activity of *cheonggukjang* with the addition of walnuts. The pH of *cheonggukjang* did not change significantly with the addition of walnut. But the water content decreased significantly. Walnut addition to the soybean was expected to have a positive effect because the number of *Bacillus subtilis* was not reduced. The viscous substance content was significantly decreased when more than 20% of walnut was added to *cheonggukjang*. The addition of walnut made the color darker. The flavonoid and polyphenol content was sharply increased in proportion to the walnut addition and the DPPH radical scavenging activity of *cheonggukjang* also increased. Altogether, it was found that the addition of walnut had a positive influence on the *cheonggukjang* by increasing the antioxidant activity.

Key words: *cheonggukjang*, walnut, flavonoid, polyphenol, DPPH radical scavenging acitivity

서 론

콩은 단백질과 지방의 주요 공급원으로 동양에서는 다양한 형태로 가공되어 널리 소비되고 있다(Yi 등 1997). 콩에 함유되어 있는 기능성 성분 등은 식이섬유, oligosaccharide, iso-flavone, phytic acid, Bowman-Birk protease inhibitor, 사포닌 및 peptides 등으로 매우 다양한 것으로 알려져 있다(Coward 등 1993; Anderson 등 1995; Kim 등 2005; Nam 등 2005; Wang 등 1990).

청국장은 *Bacillus* sp.를 이용하여 발효시키는 우리나라 고유의 콩 발효식품으로 발효기간이 2~3일 정도로 간장, 된장 등에 비해 매우 짧을 뿐만 아니라, 발효 시 소금이 전혀 사용되지 않는 식물성 고단백 식품이다(Shon 등 2000). 최근 청국장은 혈전형성 억제능(Heo 등 1998), 체중감소 및 혈압강하

효과(Yang 등 2003), 동맥경화 및 고혈압 예방효과(Kwon HJ 1999), 골다공증 예방효과(Kim JS 1996) 등이 밝혀지고, 제품의 형태가 형태, 환, 분말 및 과립 등으로 다양화됨에 따라 소비가 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 새로운 형태의 고부가 청국장을 개발하는 시도가 활발하게 이루어지고 있다(Kwak 등 2006).

기능성이 함유된 청국장 제조를 위한 연구로 원료 콩의 짙을 암조건과 명조건 하에서 토크 후 청국장을 제조하여 품질 특성 조사 및 맛 성분 함량 등을 확인한 바 있으며(Choi 등 2007b; Kim 등 2007), 혼연공정을 첨가하여 청국장을 제조하여 맛 성분과 기호도를 측정하는 논문(Ko 등 2014; Choi 등 2014)들이 보고되고 있다. 또한, 청국장의 재료를 다양화하기 위한 연구로 울무를 20% 첨가하여 청국장을 제조한 후 흰 쥐의 지질대사에 미치는 영향을 확인한 바 있으며(Park 등

[†] Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea. Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

2011), 황기를 첨가하여 청국장장을 제조한 결과, 우수한 품질의 청국장장을 제조한 예가 보고되고 있으나(Choi 등 2007a), 현재까지 활발한 연구는 이루어지고 있지 않은 실정이다.

최근 견과류는 불포화지방산의 혈중 콜레스테롤과 중성지방 농도를 저하시키는 등 다양한 기능성(Grundy 1977; Shepherd 등 1980)이 증명되면서 그 소비량이 급증하고 있으며, 이에 따라 견과류를 이용한 가공식품의 개발에 대한 관심도 증가하고 있는 추세이다. 하지만 현재까지 견과류는 그대로 섭취하거나 단순가공을 통하여 섭취되고 있을 뿐, 2차 가공식품의 개발사례는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 견과류를 활용한 가공식품 개발연구의 일환으로 호두를 첨가하여 청국장장을 제조한 후, 이화학적 특성 및 항산화력 등을 확인하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

실험에 사용된 콩은 2013년 생산된 대두를 사용하였으며, 호두는 (주)선명농수산(충북 진천군)에서 구입하여 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였다.

2. 청국장 및 청국장장 추출물 제조

호두 첨가 청국장장은 Choi 등(2007b)의 방법을 약간 변형하여 제조하였다. 즉, 정선한 콩을 깨끗이 세척한 후 20°C의 증류수에 4시간 동안 수침시킨 다음, 1시간 동안 물빼기한 후 121°C에서 40분 동안 가압 증자하여 40°C 내외로 냉각한 후 *Bacillus subtilis* KCCM 11316을 대두 1 g 당 1.0×10^6 cfu가 되게 접종하고, 40°C의 항온실에서 발효시켰다. 본 연구에서는 청국장장의 제조 중 품질의 오차를 최소화시키기 위하여 1회 50 kg 이상의 콩을 사용하였다. 호두는 수침 공정 시 콩 무게에 대하여 각각 10, 20 및 30%(w/w)가 되도록 첨가하였다.

청국장 추출물 제조를 위해서는 각 시료를 100 g 취한 후 50% 에탄올을 1,000 mL를 가하여 60°C에서 6시간 동안 환류 냉각추출한 후 여과지(No. 2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)로 여과하였다. 각 추출물은 Rotary Evaporator(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 농축한 후 동결건조하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. pH, 수분 함량 및 색차 측정

pH는 청국장장을 막자사발에 동량의 증류수를 넣고 균질화시킨 후 pH meter로 측정하였다. 수분 함량은 상압가열건조법으로 측정하였으며, 색도는 직경 5 cm의 petridish에 paste 상으로 만든 시료를 담아서 색차계(Chromameter CR 300, Minolta, Japan)로 hunter의 L값, a값 및 b값을 측정하였다. 표준판은 L

= 97.51, a = -0.18 및 b = +1.67의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

4. 점질물 함량 측정

청국장 시료 5 g에 증류수 30 mL를 가하여 난알이 부서지지 않게 저어 추출한 후 15,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 분리된 상정액을 동결 건조시킨 후 중량을 측정하였다(Hwang 등 2004).

5. 미생물 분석

청국장장의 미생물 생육정도를 분석하기 위해 생균수를 측정하였다. 청국장 1 g을 멸균 생리식염수로 10배 단계 희석한 후 호기성 세균은 aerobic count petri film plate(3M, USA)에 접종하여 30°C에서 48시간 동안 배양한 후 붉은 색으로 염색된 것을 colony로 하여 측정하였다(Ha SD 1996).

6. 총 폴리페놀 함량 측정

청국장장의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법(Anesini 등 2008)을 변형하여 측정하였다. 1 mg/mL의 농도로 제조한 시료 1 mL에 1 N Folin-Ciocalteu's reagent 2 mL를 넣고 5분간 반응하였다. 그 후 7% Sodium carbonate 0.4 mL를 가한 후 30분간 반응시킨 뒤 UV spectrophotometer(UV-2450, SHIMADZU, Kyoto, Japan)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 Gallic acid를 이용하여 mg GAE(Gallic acid equivalents/g extract)로 나타내었다.

7. 총 플라보노이드 함량 측정

청국장장의 총 플라보노이드 함량 분석은 Aluminum colorimetric method(Anna & Krystyna 2014)를 이용하여 측정하였다. 즉 시료 250 μ L에 증류수 1.25 mL를 혼합한 후 5% Sodium nitrite 75 μ L를 추가한 후 5분간 반응시킨 다음 10% Aluminum chloride를 150 μ L 첨가하여 6분간 반응시킨 후 1M Sodium hydroxide 500 μ L와 증류수 275 μ L를 첨가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 Catechin을 이용하여 mg CE(Catechin equivalents)로 나타내었다.

8. 전자공여능 측정

청국장장의 DPPH 자유라디칼에 대한 환원력 측정은 Blois (1958)의 방법에 따라 측정하였다. 에탄올에 녹인 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 용액 0.8 mL에 1 mg/mL의 농도로 희석한 청국장 시료 0.2 mL를 혼합하여 15분간 반응 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 전자공여능(EDA)는 시료 대신 증류수를 첨가하여 대조구의 흡광도차를 비교하여 백분율로 나타내었다.

9. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS(statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 12)를 이용하여 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test(Lee 등 1999)로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH와 수분 함량

대두에 호두를 각각 10, 20 및 30%를 첨가하여 *B. subtilis*를 접종한 후 제조한 청국장의 pH와 수분 함량을 확인한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구의 pH는 Fig. 1A에서와 같이 7.5 ± 0.1 로 나타났으며, 이는 Ko 등(2014)의 보고와도 일치하는 결과이다. 호두 첨가에 따른 pH의 변화는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 호두 첨가 청국장의 발효기간 별 pH 변화를 확인한 결과는 현재까지 보고된 바 없으며, 향후 발효시간에 따른 pH의 변화 양상을 확인하여 호두의 첨가가 미생물의 활성 및 발효 양상에 미치는 영향을 확인할 필요성이 있을 것으로 사료된다.

대조구의 수분 함량은 $58.1 \pm 0.7\%$ 로 확인되었으며, 호두의 첨가량에 따라 청국장의 수분 함량은 유의적으로 낮아지는 것으로 확인되었다. 즉, 10%의 호두 첨가구에서는 수분 함량이 $55.0 \pm 0.3\%$, 20% 이상에서는 $51.1 \pm 0.5\%$ 로 나타나, 호두 첨가량에 의한 수분 감소량은 상당히 큰 것으로 확인되었다. 부재료 첨가에 따른 수분 함량 변화는 첨가되는 부재료의 포수력 등에 의해 좌우되는 것으로 판단되며, 호두에 함유된 지방에 의해 수침과 증자과정에서 수분의 침투가 상대적으로 억제된 것으로 생각된다.

2. 미생물수 및 점질물 함량

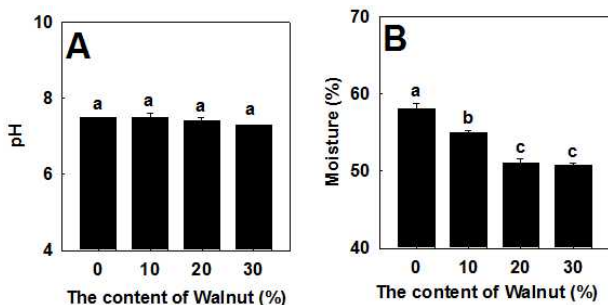


Fig. 1. pH and moisture content of *cheonggukjang* added with walnut. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. \pm S.D. of triplicate determinations.

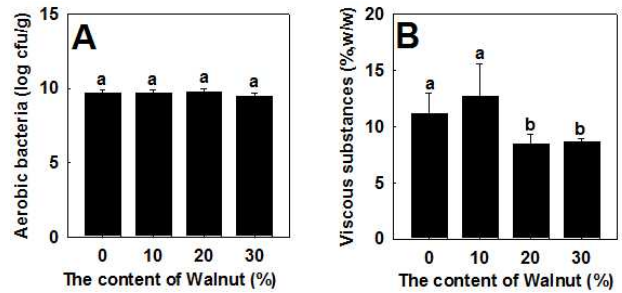


Fig. 2. The number of aerobic bacteria and viscous substances content in the *cheonggukjang* added with walnut. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. \pm S.D. of triplicate determinations.

대두에 호두를 각각 10, 20 및 30%를 첨가하여 *B. subtilis*를 접종한 후 제조한 청국장의 미생물 수를 확인한 결과는 Fig. 2A와 같다. 호두 첨가에 따른 미생물 수의 변화는 유의적이지 않은 것으로 나타났다. 이는 pH의 변화가 유의적이지 않은 것과 맥락을 같이 하는 것으로 판단되며, 호두의 첨가는 청국장의 발효에 있어 미생물의 생장에 부정적 영향을 미치지 않아 충분히 원료로 사용할 수 있음을 의미한다.

대두에 호두를 각각 10, 20 및 30%를 첨가하여 *B. subtilis*를 접종한 후 제조한 청국장의 점질물 함량 변화는 Fig. 2B에 나타내었다. 청국장의 점질물은 그 주체가 polyglutamate로 쓴맛과의 역상관성이 높아서 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛은 감소한다(Lee 등 2005b). 본 실험에서는 대조구의 점질물 함량이 $11.2 \pm 1.8\%$ 로 나타났으며, 10% 호두 첨가구에서는 $12.7 \pm 2.9\%$ 로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 20% 이상 첨가할 경우 점질물 함량이 $8.5 \pm 0.8\%$ 로 대조구에 비해 유의적인 감소를 보이는 것으로 나타났다. 청국장의 점질물은 대두 발효과정 중 *Bacillus* sp.에 의해 생성되는 생리활성 물질로 글루타민이 함유되어 있는 polypeptide와 과당이 중합된 fructan의 혼합물이다(Kameda 등 1974). 청국장의 점질물은 항균활성과 혈전용해능(Lee 등 1991), 항고혈압(Cho 등 2000) 및 면역활성(Hong 등 2006) 등에 효과가 있다고 보고된 바 있다. 본 연구에서는 호두를 10% 첨가 시까지는 점질물 함량에 유의적인 차이가 없어 점질물에 의한 생리활성 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 아울러 호두의 첨가에 따라 점질물의 구성성분에 변화가 있는지 여부에 대한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

3. 색도

대두에 호두를 각각 10, 20 및 30%를 첨가하여 *B. subtilis*를 접종한 후 제조한 청국장의 색도를 확인한 결과는 Fig. 3

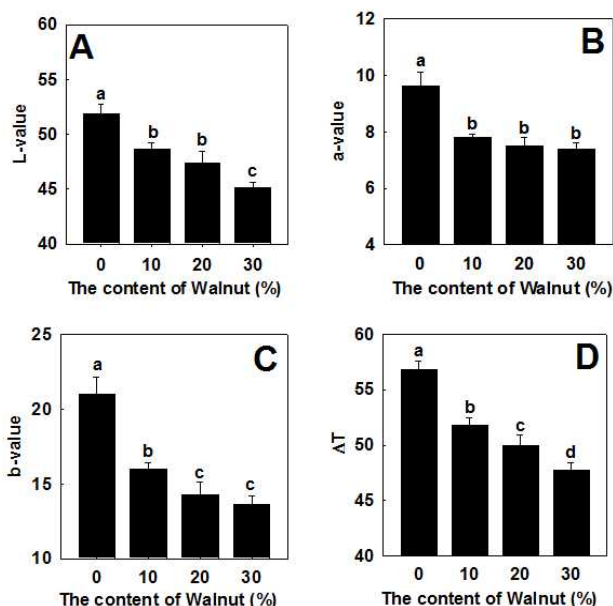


Fig. 3. Hunter color value of *cheonggukjang* added with walnut. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations.

에 나타내었다. 대조구의 L, a 및 b값은 각각 51.9 ± 0.8 , 9.6 ± 0.5 및 21.0 ± 1.1 로 나타났다. L값은 호두의 첨가량이 많아질수록 낮아지는 경향을 나타내었으며, a값은 호두의 첨가에 의해 낮아졌으나, 첨가량에 따른 유의적 변화는 없는 것으로 확인되었다. b값은 호두 첨가량의 증가에 따라 비례적으로 감소하는 것으로 나타났다. 호두의 첨가에 따라 청국장의 색은 좀 더 어두워지는 것으로 확인되었으며, ΔT 값도 호두의 첨가에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 전반적으로 호두의 첨가에 따른 색도는 어두워짐을 확인할 수 있었으며, 이는 증자과정에서 호두의 색이 갈색화 됨에 따른 것으로 판단되며, 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. Total flavonoids 함량

호두 첨가에 따른 청국장의 총 플라보노이드 함량 변화는 Fig. 4A와 같다. 대조구의 total flavonoid 함량은 5.6 ± 0.1 mg/g으로 나타났으며, 호두의 첨가량에 비례하여 flavonoid 함량도 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 호두를 10% 첨가할 경우 flavonoid 함량은 9.2 ± 0.2 로 2배 가까이 증가하였으며, 20% 첨가구에서는 대조구의 3배 이상 함유되는 것으로 확인되었다. 플라보노이드는 생리활성이 뛰어나, 우리의 건강을 유지하는 데 큰 역할을 하는 중요한 기능성 물질로써 항균제, 항바이러스제, 항염제, 지질과산화의 억제 및 항 돌연변이 활성 등이 있는 것으로 보고되고 있다(Ryu BH 1999). 따라서,

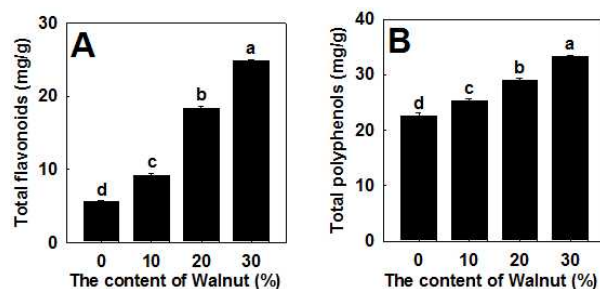


Fig. 4. The contents of flavonoids and polyphenols in *cheonggukjang* added with walnut. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations.

호두의 첨가는 청국장의 항산화 활성을 비롯한 다양한 기능성의 강화를 위해 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 향후 항산화 활성이 우수한 다양한 견과류를 이용한 청국장 제조 실험이 필요할 것으로 사료된다.

5. Total polyphenols 함량

호두 첨가에 따른 청국장의 총 폴리페놀 화합물의 함량 변화는 Fig. 4B와 같다. 청국장의 폴리페놀 함량은 호두의 첨가량에 의존적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 즉, 대두로 제조한 청국장의 폴리페놀은 22.6 ± 0.5 mg/g으로 확인되었으며, 호두의 첨가에 따라 점점 증가하여 호두 30% 첨가구에서는 33.2 ± 0.2 mg/g 함유된 것으로 나타나, 1.5배 정도 증가하는 것으로 분석되었다.

일반적으로 Polyphenol의 함량은 원료콩에서 보다 청국장에서 높게 함유되는 것으로 보고되고 있다(Joo & Park 2010). Lee 등(2005a)은 청국장 제조 시에 콩에 함유되어 있지 않았던 genistic acid의 함량이 급격하게 증가하고 caffeic acid와 ferulic acid가 청국장에 함유되어 총 폴리페놀 함량이 높아진다고 보고한 바 있다. 하지만 현재까지 견과류를 첨가하여 제조한 청국장의 폴리페놀 함량에 관한 연구는 보고된 바 없으며, 호두와 같은 견과류의 첨가는 청국장의 폴리페놀 함량 증가에 따른 항산화력 강화에 긍정적 영향을 미칠 것으로 기대된다.

6. DPPH radical 소거 활성

호두 첨가에 따른 청국장의 DPPH radical 소거 활성은 호두의 첨가에 의해 유의적으로 증가한 것으로 확인되었다. 즉, 호두를 10% 첨가한 청국장의 DPPH radical 소거능은 12.1 ± 0.5 mg/mL로 대조구의 6.6 ± 0.6 mg/mL에 비해 2배 가량 증가하였다. 하지만 DPPH radical 소거 활성은 호두 첨가 농도에 의존적이지는 않은 것으로 확인되었다. 즉, 호두 첨가량 10~30%

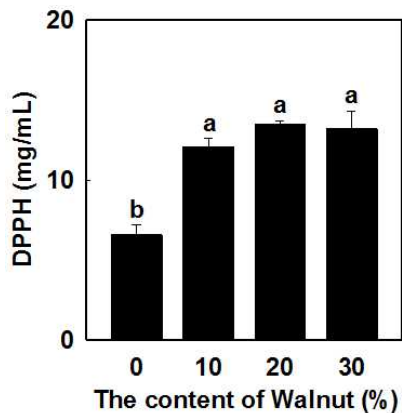


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of the cheonggukjang added with walnut. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. \pm S.D. of triplicate determinations.

첨가구 사이에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다. DPPH radical 소거 활성은 total flavonoid 함량 및 total phenol 함량의 증가와 완전히 비례하는 경향을 나타내지는 않았으며, 향후 이에 대한 추가실험이 필요한 것으로 사료된다. Lee 등(2004)은 콩 제품의 추출물을 항산화제로 활용하기 위하여 BHT, BHA와 콩제품 추출물의 항산화 효과를 비교한 결과, 청국장>된장>두유의 순으로 청국장 추출물의 항산화 능력이 가장 우수함을 확인한 바 있다. 본 연구에서는 호두의 첨가로 인해 청국장의 항산화력을 더욱 강화하는 결과를 확인하였으므로 호두의 첨가는 청국장의 기능성을 높이는 데 긍정적 역할을 할 것으로 기대된다. 또한 Bae 등(2005)은 호두박의 DPPH radical 소거 활성은 상당히 높게 나타났으며, 특히 EtOAc 분획에서는 L-ascorbic acid의 약 2배 정도의 활성을 띠 정도로 강력하게 나타났다고 보고한 바 있어 본 연구결과를 뒷받침하고 있으며, 향후 호두를 비롯한 견과류를 활용한 청국장 연구는 항산화 활성이 강화된 청국장의 개발을 통한 현대인의 산화적 스트레스 방지 식품으로써 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 호두를 30%까지 첨가하여 제조한 청국장의 이화학적 특성 및 항산화 활성을 확인하고자 하였다. 호두 첨가에 따른 pH의 변화는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 호두의 첨가량에 따라 청국장의 수분 함량은 유의적으로 낮아지는 것으로 확인되었다. 미생물 수의 변화를 확인한 결과, 호두의 첨가는 청국장의 발효에 있어 미생물의 성장에 부정적 영향을 미치지 않아 충분히 원료로 사용할 수

있음을 확인하였다. 점질물 함량은 호두를 20% 이상 첨가할 경우 8.5 \pm 0.8%로 대조구에 비해 유의적인 감소를 보이는 것으로 나타났다. 전반적으로 호두의 첨가에 따른 색도는 어두워짐을 확인할 수 있었으며, 이는 증자과정에서 호두의 색이 갈색화 됨에 따른 것으로 판단된다. Flavonoid 함량은 호두 20% 첨가구에서는 대조구의 3배 이상 함유되는 등 호두의 첨가량에 비례하여 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 폴리페놀 함량은 호두의 첨가량에 의존적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 호두 첨가에 따른 청국장의 DPPH radical 소거 활성은 호두의 첨가에 의해 유의적으로 증가하였으나, 농도에 의존적이지는 않은 것으로 확인되었다. 위의 결과를 종합할 때 청국장 제조 시 호두의 첨가는 항산화 활성의 강화를 위해 긍정적 역할을 할 것으로 기대된다.

References

- Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *New Engl J Med* 333:276-282
- Anesini C, Ferraro GE, Filip R. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *J Agric Food Chem* 56:9225-9229
- Anna Pękal, Krystyna Pyrzynska. 2014. Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods* 7:1776-1782
- Bae KS, Hwang EC, Kwon CH, Kim SH, Choi CW. 2005. Antioxidant activity of extract from walnut (*Juglans sinensis* dode) and its protective effect on cell injury and lipid peroxidation in renal cortical slices. *J Life Sci* 15:106-111
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cho, YJ, Cha WS, Bok SK, Kim MU, Cheon SS, Choi UK. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during chunggugjang fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. *J Kor Soc Agr Chem Biotechnol* 43:247-252
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007a. Quality characteristic of hwangki (*Astragalus membranaceus*) chunggukjang during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14:356-363
- Choi SJ, Ko HM, Choi WS, Lee NH, Choi UK. 2014. Changes in sensory characteristics of cheonggukjang made with smoked soybeans. *Korean J Food Nutr* 27:280-286
- Choi UK, Kim MH, Lee NH, Jeong YS, Kwon OJ, Kim YC, Hwang YH. 2007b. The characteristics of cheonggukjang, a

- fermented soybean product, by the degree of germination of raw soybeans. *Food Sci Biotechnol* 16:734-739
- Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. 1993. Genistein, daizein, and their-glucoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J Agr Food Chem* 31:392-396
- Grundy SM. 1977. Treatment of hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 30:985-992
- Ha SD. 1996. Evaluation of dry film method for isolation of microorganisms from foods. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 24:178-184
- Heo S, Lee SK, Joo HK. 1998. Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional *cheonggukjang*. *Agric Chem Biotechnol* 41:119-124
- Hong SW, Kim JY, Lee BK, Chung KS. 2006. The bacterial biological response modifier enriched *chungkookjang* fermentation. *Kor J Food Sci Technol* 38:548-553
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Youn KS. 2004. Effect of *Glycyrrhizia uralensis* extract addition on the quality of *cheonggukjang*. *J East Asian Soc Dietary Life* 14:571-575
- Joo EY, Park CS. 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
- Kameda, Y, Ouhira S, Matsui K, Kanatomo S. 1974. Antitumor activity of *Bacillus natto* isolation characterization of surfactin in the culture medium of *Bacillus natto* KMD 2311. *Chem Pharm Bull* 22:938-944
- Kim JS. 1996. Current research trends on bioactive function of soybean. *Korean Soybean Digest* 13:17-24
- Kim MH, Kang WW, Lee NH, Kwon DJ, Kwon OJ, Chung YS, Hwang YH, Choi UK. 2007. Changes in quality characteristics of *cheonggukjang* made with germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 39:676-680
- Kim WJ, Lee HY, Won MH, Yoo SH. 2005. Germination effect of soybean on its contents of isoflavones and oligosaccharides. *Food Sci Biotechnol* 14:498-502
- Ko HM, Choi SJ, Choi WS, Lee NH, Choi UK. 2014. Quality characteristics of *cheonggukjang* made with the smoked soybeans. *Korean J Food Nutr* 27:214-279
- Kwak CS, Kim MY, Kim SA, Lee MS. 2006. Cytotoxicity on human cancer cells and antitumorigenesis of *cheonggukjang*, a fermented soybean product, in DMBA-treated rats. *Korean J Nutr* 39:347-356
- Kwon HJ. 1999. Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. *Korean Soybean Digest* 16:63-68
- Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1991. Physico-chemical properties of viscous substance extracted from *chungkook-jang*. *Kor J Food Sci Technol* 23:599-604
- 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
- Lee JJ, Lee DS, Kim HB. 1999. Fermentation pattern of *cheonggukjang* and *ganjang* by *Bacillus licheniformis* B1. *Korean J Microbiol* 35:396-301
- Lee KH, Ryu SH, Lee YS, Kim YM, Moon GS. 2005a. Changes of antioxidative activity and related compounds on the *chungkukjang* preparation by adding drained boiling water. *Korean J Food Cookery Sci* 21:163-170
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD. 2005b. Quality and functional characteristics of *cheonggukjang* prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional *cheonggukjang*. *J Food Sci* 70:191-196
- Nam HY, Min SG, Shin HC, Kim HY, Fukushima M, Han KH, Park WJ, Choi KD, Lee CH. 2005. The protective effects of isoflavone extracted from soybean paste in free radical initiator treated rats. *Food Sci Biotechnol* 14:586-592
- Park JH, Lee KW, Cho KD, Kim SS, Lee BH, Lee HJ, Han CK. 2011. Effects of Korean traditional *cheonggukjang* added with Job's tears on body weight gains and lipid metabolism in rats fed high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:409-415
- Ryu BH. 1999. Antioxidative effect of flavonoids toward modification of human low density lipoprotein. *Korean J Food Nutr* 12:320-327
- Shepherd J, Packard CJ, Grundy SM, Yeshrun D, Grotto AM, Taunton OD. 1980. Effects of saturated and polyunsaturated fat diets on the chemical composition and metabolism of low density lipoproteins in man. *J Lipid Res* 21:91-99.
- Shon MY, Seo KI, Lee SW, Choi SH, Sung NJ. 2000. Biological activities of *cheonggukjang* prepared with black bean and changes in the phytoestrogen content during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32:936-941
- Wang G, Kuan S, Francis O, Ware G, Carman AS. 1990. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J Korean*

Agric Chem Biotechnol 38:185-190

Yang JL, Lee SH, Song YS. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and *cheonggukjang* on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:899-905

Yi MA, Kwon TW, Kim JS. 1997. Changes in isoflavone contents

during maturation of soybean seed. *J Food Sci Nutr* 2:255-258

Received 11 September, 2015

Revised 20 November, 2015

Accepted 10 December, 2015