

## 헤이즐넛 첨가에 따른 청국장의 품질 특성 변화

김종덕\* · 이영현\*\* · 이난희\*\*\* · 김대현\*\*\*\* · 최웅규†

한국교통대학교 식품공학과 교수, \*서울과학기술대학교 식품공학과 대학원생,  
\*\*서울과학기술대학교 식품공학과 교수, \*\*\*대구의대학교 한방식품조리영양학부 객원교수,  
\*\*\*\*청도군 어린이급식관리지원센터 센터장, \*\*\*\*\*경상북도 축산기술연구소 연구사

### Changes in the Quality Characteristics of *Cheonggukjang* prepared with Hazelnut

Jong-Duk Kim\*, Young-Hyoun Yi\*\*, Nan-Hee Lee\*\*\*, Dae-Hyun Kim\*\*\*\* and †Ung-Kyu Choi

Professor, Dept. of Food Science & Technology, Koera National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

\*Master's Student, Dept. of food Science & Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea

\*\*Professor, Dept. of food Science & Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea

\*\*\*Visiting Professor, Dept. of Food Science and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongsan 38578, Korea

\*\*\*\*Chief of Center, Cheongdo Center for Children's Foodservice Management, Cheongdo 38352, Kroea

\*\*\*\*\*Researcher, Gyeongbuk Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea

### Abstract

This research was conducted to investigate the changes in quality characteristics of *cheonggukjang* fermented with the addition of hazelnut (10, 20, 30 and 40%) including; water content, pH, hydrophilic and lipophilic substances, color, viscosity and angiotensin converting enzyme inhibition activity. There was no significant change in pH with the addition of hazelnut. The water content significantly decreased with the addition of hazelnut. Hazelnut was also found to brighten the color of *cheonggukjang*. L-value and b-value increased with the addition of *cheonggjuang*. There was an insignificant change in the a-value. There was a slight decrease in the content of hydrophilic with addition of hazelnuts. Where there was more than 20% addition of hazelnut to soybean, the viscous substance content in *cheonggukjang* decreased significantly. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity increased proportionally to the amount of hazelnut added. It was identified that the addition of 40% of hazelnut made its angiotensin converting enzyme inhibitory activity 10% point higher than that of control. These results suggests that the addition of hazelnut makes it possible to produce *cheongkukjang* of excellent angiotensin converting enzyme inhibitory activity.

Key words: *cheonggukjang*, hazelnut, viscous substances, angiotensin converting enzyme inhibition activity

### 서론

대두를 주원료로 한 전통 발효식품 중 하나인 청국장은 단백질 함량이 높은 중요한 식물성 식품원료이며(Kim 등 2004), 된장과 간장에 비해 발효기간이 매우 짧을 뿐만 아니라, 발효 과정에 소금이 사용되지 않아 나트륨으로부터 자유로운 전통발효식품이다(Shon 등 2000). 최근 청국장에 골다공증 예

방효과(Kim JS 1996), 혈전형성 억제능(Heo 등 1998), 동맥경화 및 고혈압 예방효과(Kwon HJ 1999), 체중감소 및 혈압강하효과(Yang 등 2003) 등이 밝혀지고, 제품의 형태가 환, 분말, 과립, 음료 등으로 다양화됨에 따라 소비가 급격히 증가하고 있다.

터키가 원산지인 헤이즐넛(*Corylus heterophylla* Fisch)은 최근 북동 아시아를 중심으로 생산량이 급속히 증가하고 있다

† Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Professor, Dept. of Food Science & Technology, Koera National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

(Liu 등 2018). 헤이즐넛의 기능성으로는 항동맥경화, 항염증 및 항돌연변이 효과(Masthoff 등 2013; Nitride 등 2013)가 우수하며, 알츠하이머에 대한 예방효과도 높은 것으로 알려지고 있다(Gorjes 등 2018). 또한 헤이즐넛의 소수성 아미노산은 angiotensin converting enzyme(ACE) 저해효과가 상당히 높은 것으로 밝혀진 바 있다(He 등 2012).

청국장의 소비가 확대됨에 따라 청국장의 품질을 고급화하기 위한 시도는 재료의 다양화와 제조방법 변화를 중심으로 활발하게 이루어지고 있다. 청국장 제조방법의 변화를 통해 품질향상을 시도한 것으로 원료 콩을 각각 압조건과 명조건하에서 싹 틔운 후 청국장을 제조하여 아미노산 함량 및 이화학적 성분의 조사를 실시한 바 있으며(Choi 등 2007b; Kim 등 2007), 청국장의 맛성분 함량과 기호도를 높이기 위하여 혼연공정을 도입한 시도도 보고되고 있다(Choi 등 2014; Ko 등 2014). 청국장의 재료 다양화를 위한 연구로 울무를 첨가하여 제조한 청국장이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하여 보고한 바 있으며(Park 등 2011), 황기 첨가에 따른 청국장의 항산화 활성과 ACE 저해효과 상승을 확인한 사례도 보고되었다(Choi 등 2007a). 호두를 20% 첨가한 청국장의 항산화 활성과 관능적 특성이 모두 우수하다는 결과도 보고된 바 있다(Park 등 2015a).

본 연구에서는 ACE 저해활성과 항산화성이 뛰어난 헤이즐넛을 활용하여 청국장을 제조할 경우, 기능성이 향상된 청국장의 제조가 가능하다고 판단되어 청국장의 고부가 가치화와 제품다양화에 기여하기 위하여 헤이즐넛을 첨가하여 청국장을 제조한 후 품질 특성을 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 실험에는 2017년 생산된 대두(*Glycine max*)를 진천농협(Jincheon, Korea)에서 구입해 사용하였으며, 헤이즐넛은 (주)선명농수산(Jincheon, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 그 외 본 실험에는 모두 특급시약을 사용하였다.

### 2. 헤이즐넛 첨가 청국장 및 청국장 추출물 제조

헤이즐넛을 첨가한 청국장의 제조 및 발효는 Choi 등 (2007b)의 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 즉, 선별된 대두를 깨끗이 세척한 후 약 20℃의 흐르는 증류수에 6시간 동안 수침시킨 다음, 1시간 동안 표면에 있는 수분을 제거한 후 121℃에서 40분 동안 고압솥에서 증자하였다. 증자된 대두는 50℃ 내외로 자연 냉각한 후 한국미생물보존센터(Seoul, Korea)에서 분양받은 *Bacillus subtilis* KCCM 11316(이하 *B. subtilis*)을 대두 1 g 당 6.0 log cfu가 되게 접종하고, 40℃의

항온실에서 48시간 동안 발효시켜 실험의 재료로 사용하였다. 헤이즐넛은 수침 공정 시 대두의 무게에 대하여 각각 10, 20, 30 및 40%(w/w)가 되게 첨가하였다. 청국장 추출물을 제조하기 위하여 각 시료를 100 g씩 취한 후 50% ethanol 1,000 mL를 가하여 60℃에서 6시간 동안 환류냉각추출한 후 여과(No. 2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)하였다. 여과된 추출물은 Rotary Evaporator(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 농축한 후 동결건조하여 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 3. pH와 수분함량 측정

pH는 분쇄한 헤이즐넛 첨가 청국장에 동량의 증류수를 가하고 1시간 동안 실온에서 교반한 다음 12,000 × g에서 30분 동안 원심분리(VS-6000CF, Visionn science, Seoul, Korea)하여 얻어진 상등액을 pH meter(Orion 3 star, Thermo, Waltham, MA, USA)로 측정하였다. 수분함량은 상압가열건조법(DE/IR-60, Visionn science, Seoul, Korea)으로 측정하였다.

### 4. 색도와 갈색도 측정

색도측정을 위해서 paste 상으로 만든 청국장의 투명한 랩에 써서 색차계(Chromameter CR 300, Minolta, Japan)로 Hunter의 L, a, b값을 측정하였다. 표준판은 L값, 97.51, a값, -0.18, 및 b값, +1.67인 백색판을 사용하였다. 색차(ΔE, color difference)는 아래의 색차 계산식에 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값을 대입하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

헤이즐넛 첨가 청국장의 발효 중 생성된 갈색물질은 n-hexane으로 탈지한 시료 6 g에 chloroform-ethanol(2:1, v/v)혼합 용액 12 mL를 가하여 추출한 것을 지용성 갈색물질로 하였고, 지용성 갈색물질을 추출하고 남은 잔사에 동량의 증류수를 혼합하여 5℃에서 2시간 동안 추출한 것을 수용성 갈색물질로 하여 각각 390 nm의 파장에서 흡광도(Spectronic 20D+, Thermo, Madison, WI, USA) 값으로 나타내었다(Toyomizu & Chung 1968).

### 5. 점질물 함량 측정

시료 10 g에 증류수 60 mL를 가하여 청국장이 부서지지 않도록 저어 1시간 동안 추출하고, 12,000 × g에서 10분 동안 원심 분리하여 상등액을 얻은 후 동결 건조하여 중량을 측정하였다(Hwang 등, 2004).

### 6. ACE 저해활성 측정

헤이즐넛 첨가 청국장의 ACE 저해활성은 Cushman & Cheung

(1971)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 시료 100 g에 증류수를 혼합하여 200 mL로 정용한 후 300 rpm에서 3시간 동안 진탕추출하여 얻어진 추출물을 8,000 × g에서 20분 동안 원심분리하여 여과지(No. 2)로 여과 후 여액을 ACE 저해용액으로 사용하였다. 0.3 M NaCl을 함유한 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 8.3)에 기질 5 mM hippuryl-histidyl-leucine 용액 100 µL와 ACE(0.2 µnit/mL) 용액 80 µL 및 저해용액 100 µL를 혼합하였고, 대조군은 저해용액대신 동량의 증류수를 혼합하여 37°C에서 30분 동안 반응시켰다. 1 N HCl을 250 µL 첨가하여 반응을 중지시킨 뒤 1.25 mL의 에틸아세테이트를 첨가하여 충분히 섞어준 뒤 원심분리하여 에틸아세테이트 층 1 mL를 취하고, 이를 휘발시킨 후 증류수 1 mL를 첨가하여 효소에 의해 기질로부터 분리된 hippuric acid를 280 nm에서 흡광도를 측정하였다. ACE 저해도는 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{ACE inhibition ratio (\%)} = 1 - \left( \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \right) \times 100$$

7. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하여 mean±S.D.으로 나타내었다. 통계결과의 유의성 검증을 위해서 SPSS(statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 12)를 활용하여 일원분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test로 p<0.05수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수분함량과 pH 변화

헤이즐넛 첨가에 따른 청국장의 수분함량 변화는 Fig. 1(A)와 같다. 청국장의 수분함량은 헤이즐넛 첨가량에 비례하여 유의적인 감소패턴을 보였다(p<0.05). 즉, 대조군의 수분함량은 59.7%였으나, 헤이즐넛 첨가량이 증가함에 따라 함량이 낮아져 40% 첨가군에서는 56.7%로 대조군 대비 약 3.0% point 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 헤이즐넛의 지방함량이 60% 이상(Hong & Shin 1978)으로 15.9% 정도인 콩(Choi 등 1998)에 비해 높아 수침공정에서 수분을 많이 흡수하지 못하였기 때문인 것으로 판단되며, 향후 헤이즐넛의 수침온도와 시간에 따른 수분흡수량을 확인하는 실험이 수행되어야 할 것으로 사료된다. 본 실험결과, 헤이즐넛 첨가에 따라 수분함량의 감소는 확인되었지만, 헤이즐넛 30% 첨가 시까지는 수분함량에 유의적인 변화가 없음도 확인할 수 있었다. Park 등 (2016)은 호두 첨가량에 따른 청국장의 수분함량 변화를 확인한 결과, 호두 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 감소되

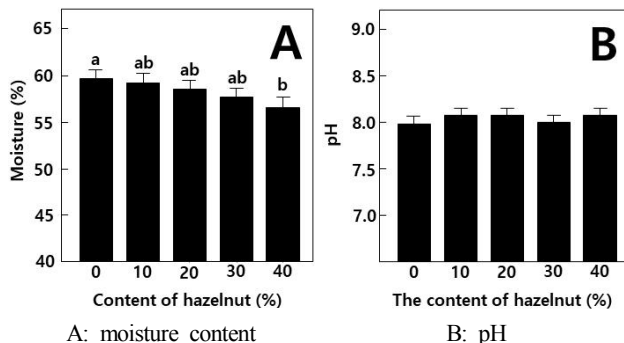


Fig. 1. Changes in moisture content and pH of cheonggukjang by addition of hazelnut. Means followed by the same letter<sup>(a,b)</sup> are not significantly different at 5% level. Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

어 본 실험 결과와 유사한 패턴을 보임을 보고한 바 있다.

헤이즐넛 첨가에 따른 pH 변화는 Fig. 1(B)에 나타내었다. 대조군의 pH는 8.0이었으며, 모든 실험구에서 8.0±0.3 범위 내에 있는 것으로 확인되었다. 즉, 헤이즐넛 첨가에 따른 pH의 변화는 유의적이지 않은 것으로 판단되었다. 이는 원료 대두의 pH와 헤이즐넛의 pH가 6.5내외(Choi 등 1998; Choi 등 2017)로 비슷하며, 발효에 의해서도 헤이즐넛 첨가에 따른 변화요인이 발생하지 않았기 때문인 것으로 판단된다. Park 등 (2015a)은 호두를 첨가하여 발효한 청국장의 pH를 측정된 결과, 대조군과 처리군 모두 pH 7.5를 나타내었으며, 호두 첨가량 증가에 따른 pH의 차이는 유의적이지 않았다고 보고한 바 있다. 향후 헤이즐넛의 첨가 형태를 다양화하고 발효온도와 시간의 변화에 따른 pH 변화를 확인함으로써 헤이즐넛의 첨가가 *B. subtilis*의 활성과 청국장의 발효에 미치는 영향을 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.

2. 색도와 갈색도 변화

헤이즐넛을 첨가한 청국장의 색도변화는 Table 1에 나타내었다. L값은 헤이즐넛 첨가에 따라 밝아지는 경향을 보였다

Table 1. Changes in surface color of cheonggukjang by addition of hazelnut

Color	The content of hazelnut (%)				
	0	10	20	30	40
L	52.2±0.1 <sup>d</sup>	52.3±0.1 <sup>d</sup>	53.0±0.1 <sup>c</sup>	54.2±0.1 <sup>b</sup>	54.6±0.1 <sup>a</sup>
a	9.6±0.1 <sup>ab</sup>	9.6±0.1 <sup>ab</sup>	9.7±0.1 <sup>a</sup>	9.6±0.1 <sup>ab</sup>	9.5±0.1 <sup>b</sup>
b	20.7±0.1 <sup>d</sup>	21.4±0.1 <sup>c</sup>	22.0±0.1 <sup>b</sup>	22.3±0.1 <sup>a</sup>	22.3±0.1 <sup>a</sup>
ΔT	57.0±0.1 <sup>c</sup>	57.3±0.1 <sup>d</sup>	58.2±0.1 <sup>c</sup>	59.4±0.0 <sup>b</sup>	59.7±0.1 <sup>a</sup>

In a column, menas followed by the same letter<sup>(a-d)</sup> are not significantly different at 5% level. Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

( $p < 0.05$ ). 즉, 대조군의 L값은 52.2로 나타났으나, 헤이즐넛의 첨가에 따라 점차 증가하여 40% 첨가군에서는 54.6을 나타내었다. a값은 헤이즐넛의 첨가에 따라 유의적으로 감소하는 패턴을 나타내었으며( $p < 0.05$ ), b값은 헤이즐넛의 첨가에 따라 점차 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 즉, 대조군의 b값은 20.7이었으며, 헤이즐넛 40% 첨가군에서는 22.3을 나타내었다.  $\Delta E$ 값은 L값의 변화와 유사한 패턴을 보이는 것으로 확인되었다. 즉, 대조군의  $\Delta E$ 값은  $57.0 \pm 0.1$ 이었으며, 헤이즐넛의 첨가량과 비례하여 증가하여 40% 첨가군에서는  $59.7 \pm 0.1$ 을 나타내었다. 위의 결과를 실제 육안으로 확인하기 위하여 헤이즐넛 첨가량을 달리한 청국장의 사진을 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 색차계를 이용한 측정값에서는 차이를 보인 반면 헤이즐넛의 첨가에 따른 색도의 변화를 육안으로 관찰하기는 어려운 수준인 것으로 확인되었다. Choi 등(2015)은 발아시킨 콩을 혼연한 후 청국장을 제조하여 색도를 확인한 결과, L, b 및  $\Delta E$ 값이 일반 청국장보다 유의적으로 높았음을 보고한 바 있다. 청국장의 색도는 마이야르 반응에 의한 갈색화가 주원인으로 발효가 지속될수록 색도가 진해지며, 호두를 청국장에 첨가할 경우 대조군에 비해 색도가 어두워지는 것으로 보고되어 있다(Park 등 2015b). 본 연구에서는 기존의 연구결과와는 달리 헤이즐넛 첨가에 따라 색이 밝아지는 것으로 나타나 호두 첨가와는 반대의 결과를 보였으며, 청국장의 시각적 기호도 향상을 위해 관능검사와 연계한 추가연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

헤이즐넛 첨가량에 따른 청국장의 갈색도를 측정하기 위하여 지용성 및 수용성 갈색물질의 갈색도 변화를 측정된 결과는 Fig. 3에서와 같다. 지용성 갈색물질은 수용성 갈색물질에 비해 매우 적은 양이 생성되는 것으로 확인되었으며, 헤이즐넛 첨가에 따른 변화는 미약한 것으로 나타났다. 수용성 갈색물질의 갈색도는 헤이즐넛 첨가에 따라 유의적인 감소 패턴을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 즉, 헤이즐넛을 첨가하지 않는 대조군에서는 1.4를 나타내었으나, 점차 감소하여 헤이즐넛 20% 이상 첨가군에서는 1.2를 나타내었다. 청국장 발효과정 중 갈색물질은 발효가 진행됨에 따라 비례하여 증가하는 것(Choi 등 1998)으로 알려져 있으나, 생성원인과 구조 및 기능성에 대한 연구는 현재까지 활발히 수행되지 못하고 있는 실정이

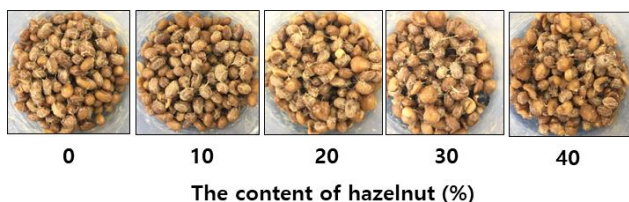


Fig. 2. The photograph of cheonggukjang by addition of hazelnut.

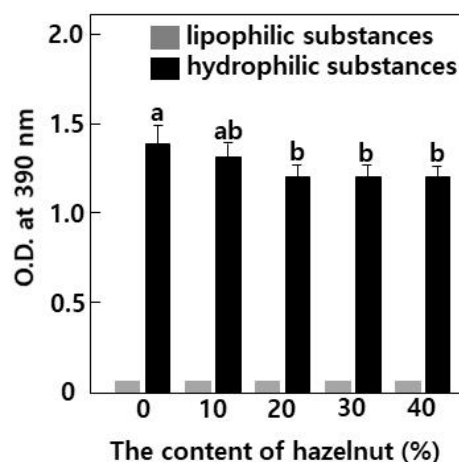


Fig. 3. Changes in hydrophilic and lipophilic substances of cheonggukjang by addition of hazelnut. Means followed by the same letter<sup>(a,b)</sup> are not significantly different at 5% level. Values are means $\pm$ standard deviations of triplicate determinations.

며, 간장과 된장 발효과정 중에서의 갈색물질의 생성은 주로 아미노-카보닐 반응에 의한 멜라노이드의 생성과 일부 카라멜반응에 기인하는 것(Choi 등 1998)으로, 향후 청국장의 갈색물질 생성과 구조 및 기능성에 관한 추가 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 3. 점질물 함량 변화

대두에 헤이즐넛을 10~40% 첨가하여 48시간 동안 *B. subtilis* 로 발효시킨 청국장의 점질물 함량 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 청국장 점질물의 주체인 polyglutamate는 쓴맛과의 역상

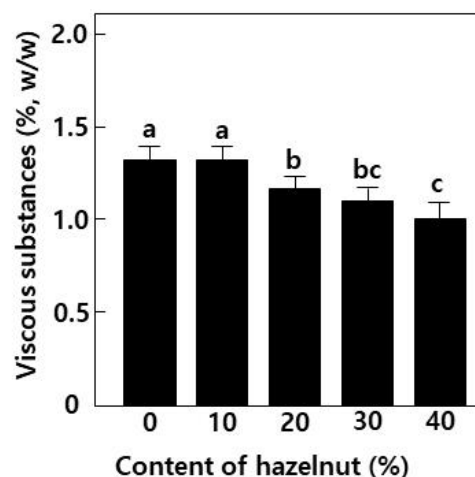


Fig. 4. Changes in the viscous substances of cheonggukjang by addition of hazelnut. Means followed by the same letter<sup>(a-c)</sup> are not significantly different at 5% level. Values are mean $\pm$ S.D. of triplicate determinations.

관성이 높아 점질물 함량이 증가함에 따라 쓴 맛은 감소하므로(Lee 등 2005) 점질물 함량은 청국장의 관능적 특성과 관련한 주요 지표가 될 수 있다. 본 실험에서는 대조군의 점질물 함량이 1.3%로 나타났으며, 10%의 헤이즐넛 첨가(1.3%)에 의해서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 20% 이상 첨가할 경우 1.2%로 대조군에 비해 유의한 감소를 나타내었다. 이후 헤이즐넛의 첨가량이 많아짐에 따라 점질물 함량이 비례적으로 감소하는 것으로 확인되었다. 청국장의 점질물은 *Bacillus* sp.에 의한 대두 발효과정 중 생성되는 생리활성 물질로서 과당과 폴리펩타이드가 중합된 fructan의 혼합물이다(Kameda 등 1974). 청국장에 함유된 점질물은 항균활성과 항고혈압(Cha 등 2000), 혈전용해능(Lee 등 1991)과 면역 활성(Hong 등 2006) 등 만성질환에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구 결과, 헤이즐넛 20% 이상 첨가군에서는 점질물 함량이 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ), 그 이유는 헤이즐넛의 당 함량이 대두에 비해 적게 함유되었기 때문인 것으로 추정된다. 아울러 헤이즐넛을 10% 첨가할 경우에는 대조군과 비교해 점질물 함량에 유의적인 차이가 없어 점질물에 의한 생리활성 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 향후 헤이즐넛의 첨가에 따른 점질물의 구성성분과 기능적 특성 변화 여부에 대한 추가연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

#### 4. ACE 저해활성 변화

헤이즐넛을 첨가하여 제조한 청국장의 ACE 저해활성을 조사한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 즉, 헤이즐넛의 첨가량이 증가할수록 ACE 저해활성도 비례하여 높아지는 것으로 확인

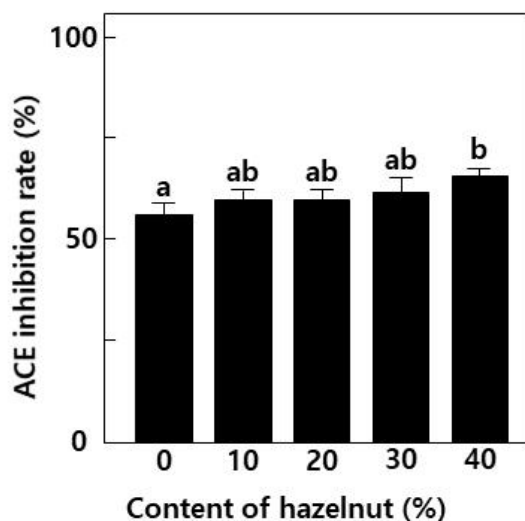


Fig. 5. Changes in ACE inhibition rate of *cheonggukjang* by addition of hazelnut. Means followed by the same letter (<sup>a,b</sup>) are not significantly different at 5% level. Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

되었다. 대조군의 ACE 저해활성 55.7%였으며, 헤이즐넛 10% 첨가군에서는 59.4%, 40% 첨가군에서는 66.2%로 상승하였다. 이 결과는 헤이즐넛을 40% 첨가한 청국장의 ACE 저해활성은 대조군에 비해 10.5% point 높은 것이다. Choi 등(2007a)은 청국장 제조 시 콩에 황기를 첨가하여 발효시킨 결과, ACE 저해활성이 상승되었음을 보고한 바 있다. Liu 등(2018)은 헤이즐넛으로부터 ACE 저해활성을 가지는 새로운 peptides을 확인하고, Ala-Val-Lys-Val-Leu, Tyr-Leu-Val-Arg 및 Thr-Leu-Val-Gly-Arg의 아미노산 배열을 가지고 있음을 확인한 바 있어, 본 연구결과인 헤이즐넛 첨가에 따른 청국장의 ACE 저해활성 상승을 뒷받침하고 있다. 헤이즐넛 첨가에 따라 청국장의 ACE 저해활성이 상승된 결과는 향후 헤이즐넛 청국장이 고혈압 억제 기능이 강화된 기능성 식품으로 활용이 가능하다는 것을 의미하며, 향후 헤이즐넛 첨가 청국장 유래 ACE 저해 물질의 분리 정제에 관한 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 요약 및 결론

본 연구에서는 청국장의 제품 다양화와 고부가 가치화를 위하여 청국장 제조에 적합한 견과류인 헤이즐넛의 함량을 10~40%로 달리하여 청국장을 제조한 후 이화학적 특성과 ACE 저해활성을 확인하였다. pH의 변화를 조사한 결과, 헤이즐넛 첨가에 따른 변화는 유의적이지 않은 것으로 나타났다. 수분함량은 헤이즐넛의 첨가에 따라 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ), 색도는 헤이즐넛 첨가에 따라 밝아지는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 수용성 갈색물질의 함량은 헤이즐넛 첨가에 따라 약간 감소하는 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). 점질물은 헤이즐넛 10% 첨가 시까지는 유의적인 변화가 없었으며, 그 이상 첨가 시 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 헤이즐넛의 첨가량이 증가함에 따라 ACE 저해활성도 유의적으로 높아져 40% 첨가 시 대조군에 비해 10% point 이상 높은 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). 종합적으로 청국장 제조 시 대두에 헤이즐넛을 10% 이상 첨가하여 발효할 경우, ACE 저해활성이 우수한 청국장의 제조가 가능할 것으로 판단되었으며, 이는 청국장의 원료 다양화와 품질고급화에 기여할 것으로 판단된다. 아울러 헤이즐넛 첨가에 따른 청국장의 지방산과 아미노산 등 이화학적 성분의 변화 및 관능적 특성에 관한 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 논문은 2017년 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구결과임.

## References

- Cha WS, Bok SK, Kim MU, Chun SS, Choi UK, Cho YJ. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during *cheonggukjang* fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. *Appl Biol Chem* 43:247-252
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007a. Quality characteristic of hwangki (*Astragalus membranaceus*) chungkukjang 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, Ji WD, Chung YG. 1998. Characteristics of *chunggugjang* produced by *Bacillus subtilis* DC-2. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:846-851
- 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
- Choi WS, Lee NH, Choi UK. 2017. Changes in the quality characteristics and antioxidative activities of *cheonggukjang* prepared using hazelnut. *Korean J Food Nutr* 30:1229-1234
- Choi WS, Park HY, Choi UK. 2015. Quality characteristics of *cheonggukjang* prepared with germinated soybeans by the addition of smoking process. *Korean J Food Nutr* 28:493-498
- Cushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrometric assay and properties of angiotensin converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20:1637-1648
- Gorjes N, Moeini R, Memariani Z. 2018. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacol Res* 129:115-127
- He R, Ma H, Zhao W, Qu W, Zhao J, Luo L, Zhu W. 2012. Modeling the QSAR of ACE-inhibitory peptides with ANN and its applied illustration. *Int J Pept* 620609
- Heo S, Joo HK, Lee SK. 1998. Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional *cheonggukjang*. *Appl Biol Chem* 41:119-124
- Hong HK, Shin HS. 1978. A study on the lipid components of hazelnut oil. *Korean J Food Sci Technol* 10:361-365
- Hong SW, Kim JY, Lee BK, Chung KS. 2006. The bacterial biological response modifier enriched *chungkookjang* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 38:548-553
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Youn KS. 2004. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* extract addition on the quality of *cheonggukjang*. *J East Asian Soc Diet Life* 14:571-575
- Kameda, Y, Ouhira S, Matsui K, Kanatomo S, Hase T, Atsushika T. 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, Kim JG, Kim WJ. 2004. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J Food Sci Technol* 36:294-298
- 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
- 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
- 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*. *Korean J Food Sci Technol* 23:599-604
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD. 2005. Quality and functional characteristics of *cheonggukjang* prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional *cheonggukjang*. *J Food Sci* 70:191-196
- Liu C, Fang L, Min W, Liu J, Li H. 2018. Exploration of molecular interactions between angiotensin- I -converting enzyme (ACE) and the inhibitory peptides derived from hazelnut (*Corylus heterophylla* Fisch.). *Food Chem* 245: 471-480
- Masthoff LJN, Mattsson L, Zuidmeer-Jongejan L, Lidholm J, Andersson K, Akkerdaas JH, Versteeg SA, Garino C, Meijer Y, Kentie P, Versluis A, Jager CFH, Bruijnzeel-Koomen CAFM, Knulst AC, Ree R, Hoffen EV, Pasmans SGMA. 2013. Sensitization to Cor a 9 and Cor a 14 is highly specific for a hazelnut allergy with objective symptoms in Dutch children and adults. *J Allergy Clin Immunol* 132:393-399
- Nitride C, Mamone G, Picariello G, Mills C, Nocerino R, Berni Canani R, Ferranti P. 2013. Proteomic and immunological

- characterization of a new food allergen from hazelnut (*Corylus avellana*). *J proteom* 86:16-26
- Park HY, Choi HE, Jo YI, Choi UK. 2016. Changes in fatty acid composition and sensory characteristics of *cheonggukjang* by addition of walnut. *Korean J Food Nutr* 29:628-634
- Park HY, Choi WS, Choi UK. 2015a. Changes in taste component of *cheonggukjang* prepared with germinated soybeans by the addition of smoking process. *Korean J Food Nutr* 28:499-506
- Park HY, Ryu BS, Choi UK. 2015b. Changes in the physico-chemical characteristics and the antioxidative activity of *cheonggukjang* by addition of walnut. *Korean J Food Nutr* 28:1004-1010
- 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
- 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
- Toyomizu M, Chung CY. 1968. Studies on discoloration of fishery products-V:mechanism of rusting in amino acid-reducing sugar-lipid system. *Jpn Fisheries Sci* 34(9):857-862
- 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

---

Received 25 October, 2018  
Revised 06 December, 2018  
Accepted 11 December, 2018