

헤이즐넛 첨가에 따른 청국장의 맛성분 변화

이난희^{*,**} · 장혁순^{***} · 김종덕^{****} · 김대현^{*****} · †최응규^{*****}

^{*}대구한의대학교 메디푸드 HMR 산업학과 조교수, ^{**}청도군 어린이급식관리지원센터 센터장,
^{***}한국교통대학교 식품공학과 대학원생, ^{****}서울과학기술대학교 식품공학과 대학원생,
^{*****}경상북도 축산기술연구소 연구사, ^{*****}한국교통대학교 식품공학과 교수

Changes in the Taste Compounds of *Cheonggukjang* Prepared with Hazelnut

Nan-Hee Lee^{*,**}, Hyeock-soon Jang^{***}, Jong-Duk Kim^{****}, Dae-Hyun Kim^{*****} and †Ung-Kyu Choi^{*****}

^{*}Assistant Professor, Dept. of Medi-food HMR Industry, Daegu Hanny University, Gyeongsan 38578, Korea

^{**}Chief of Center, Cheongdo Center for Children's Food Service Management, Cheongdo 38352, Kroea

^{***}Master's Student, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

^{****}Master's Student, Dept. of Food Science & Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea

^{*****}Researcher, Gyeongbuk Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea

^{*****}Professor, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the changes in flavor components of *cheonggugjang* prepared with hazelnut. Amino nitrogen content in *cheonggukjang* was significantly lower in the 30~40% hazelnut group compared to the control group. The volatile basic nitrogen of hazelnut added *cheonggukjang* showed a similar pattern to that of amino nitrogen. The number of *B. subtilis* was slightly increased in relation to the amount of hazelnut added, but there was no significant difference. The content of glucose increased proportionally with increasing hazelnut. Total amino acid content decreased with increasing hazelnut. The ratio of glutamic acid to total free amino acids increased with increasing hazelnut. Oleic acid content increased proportionally with increasing hazelnut, while linoleic acid content decreased. In conclusion, the addition of hazelnut may contribute to the quality diversification of *cheonggukjang* by changing the taste and flavor while maintaining the amino nitrogen content of *cheonggukjang*.

Key words: *cheonggukjang*, hazelnut, amino acid, amino nitrogen

서론

청국장은 고초균인 *Bacillus* sp.를 이용해 제조하는 식품이며, 오랜 숙성기간에 따른 보존성을 위해 넣는 소금을 넣지 않는 비교적 단기간 발효를 진행하는 식물성 고단백 발효식품이다(Choi 등 1998). 청국장의 발효에 주로 관여하는 미생물인 *Bacillus* sp.는 콩을 아미노산 단위로 분해하면서 특별한 향미를 생성할 뿐만 아니라, 효소활성(Oh & Eom 2008), 고혈압 방지(Yang 등 2003), 항산화능과 혈전 용해능(Joo & Park

2011) 등 기능성이 우수한 것으로 알려지면서 식품 소비자들에게 주목받고 있다.

견과류는 맛과 향이 뛰어나 그대로 섭취하기 용이한 기호 식품으로써 기름을 추출하여 식용유로 활용되거나, 과자나 제과, 제빵 등 식품가공 분야에 두루 사용되며, 견과류의 종류에 따라 각각 독특한 향미나 맛, 기능성을 갖고 있기 때문에 다른 식품에 첨가함에 따른 특성 연구들이 보고되고 있다(Jin 등 2014). 또한 견과류는 대부분의 성분이 불포화지방산으로 되어 있는데, 불포화지방산은 항산화 효과나 혈액 중의

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

LDL cholesterol 수치를 낮춰주는 기능도 갖고 있다고 알려져 있다(Seetharamaiah 등 1993; de Deckere 등 1996). 그래서 견과류는 풍부한 불포화지방산 함유라는 장점 때문에 긍정적인 인식이 대중화되면서 최근 소비자들의 소비가 증가하고 있으나, 한편으로는 견과류를 단독적으로 가공식품 개발에 활용하는 연구는 상대적으로 미비한 실정이다.

국내에서 활발한 소비가 이뤄지고 있는 견과류의 일종인 헤이즐넛(*Corylus avellana*)은 개암나무과(Corylaceae)에 속하는 나무의 열매이며, 호두나 땅콩처럼 대중적인 견과류들과 마찬가지로 식용되고 있다(Hong & Shin 1978). 해외에서는 헤이즐넛 섬유질을 식품에 첨가하는 등 식품 가공에 연구하는 사례는 있지만(Turhan 등 2005), 국내에서는 헤이즐넛만을 활용해서 가공하는 연구 사례는 타 견과류에 비해 활발하지는 못한 실정이다.

본 연구에서는 헤이즐넛의 활용, 더 나아가 견과류의 식품 활용을 권장하기 위해 청국장의 원재료인 대두에 헤이즐넛을 첨가하여 제조하고, 부재료인 개암 첨가량에 따른 맛성분의 변화양상을 확인하여 헤이즐넛 첨가 청국장 개발의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서는 2017년에 생산된 국산 대두를 농협에서 구입하여 사용했으며, 헤이즐넛은 (주)선명농수산(충북 진천군)에서 구매하였다. 그 외 본 연구에 사용된 시약은 모두 특급을 사용하였다.

2. 헤이즐넛 첨가 청국장 제조

헤이즐넛을 첨가한 청국장의 제조는 Choi 등(2007a)의 방법을 약간 변형하였다. 즉, 대두를 정선과 세척과정을 거친 후 흐르는 20℃의 증류수에 6시간 동안 수침시킨 다음, 1시간 정도 채반에 놓고 물빼기를 실시하였다. 그 다음 공정으로 40분 동안 121℃에서 가압 증자한 후 40℃ 내외로 냉각하고, *Bacillus subtilis* KCCM 11316(이하 *B. subtilis*)을 대두 1 g당 1.0×10^6 cfu가 되게 접종한 후, 40℃의 항온실에서 48시간 동안 발효하였다. 헤이즐넛은 원료 대두의 무게에 대하여 각각 10, 20, 30 및 40%(w/w)가 되도록 수침 공정 시에 첨가하였다.

3. 청국장 추출물 제조

청국장 추출물은 다음과 같이 제조하였다. 시료를 각각 100 g씩 취한 후 50% 에탄올 1 L를 가하여 6시간 동안 60℃에서 환류냉각추출한 후 여과(No. 2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)하였다. 각 추출물은 회전증발농축기(N-1000, EYELA, Tokyo,

Japan)로 농축하여 동결건조한 후 분석용 시료로 이용하였다.

4. 미생물 분석

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

5. 아미노태 질소 함량 측정

아미노태 질소 측정은 Formal 적정법에 따라 정량분석하였다. 즉, 분쇄한 시료 5 g에 증류수 25 mL를 가하여 1시간 동안 충분히 교반과 용해를 거친 후 0.1N NaOH로 pH를 8.4로 조정하였다. 그 다음 중성 formalin 20 mL를 가하고, 다시 0.1N NaOH로 pH 8.4가 되도록 중화 적정하였다(Chae SG 2006).

6. 휘발성 염기질소 함량 측정

시료의 휘발성 염기질소 함량은 Conway 미량 확산법을 이용하여 측정하였다. 즉, 청국장 2 g에 10% trichloroacetic acid (TCA) 10 mL를 가하여 30초 동안 호모게나이저로 균질화한 후, 이를 다시 10% TCA를 이용하여 20 mL까지 채우고, 여과지(Whatman paper, No.4)로 여과한 여과액 1 mL를 Conway 외실 왼쪽에 넣고 내실에 0.01N H₃BO₃ 1 mL와 Conway reagent (0.066% bromocresol green : 0.066% methyl red in ethanol = 1 : 1) 50 μL를 가하고, 외실 오른쪽에 1 mL의 K₂CO₃을 넣어 37℃에서 2시간 동안 내실에 방치한 후 0.02N H₂SO₄로 적정하였다(Lee 등 2008).

7. 유리당 함량 분석

청국장 시료 2 g에 80% 에탄올 용액 80 mL를 가하여 15분 동안 균질화한 후 이형플라스크에 넣고 80℃에서 2시간 동안 환류냉각 추출(Rotary evaporator, N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)한 후 8,000×g에서 30분 동안 원심분리(Centrifuge cooled, Combi 514R, Hanil Corp., Korea)하였다. 남은 잔사에 80% 에탄올 용액 20 mL를 가하여 상기와 같이 2회 반복 추출한 후 상층액을 모두 모아 40℃에서 evaporator(Rotary evaporator, N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 3차 증류수를 이용해 10 mL로 정용한 다음 0.22 μm membrane filter 및 C18 Seppak cartridges를 차례로 통과시킨 후 HPLC(Water Co., USA)로 분석하였다. 컬럼은 sugar-pak(monosaccharide)과 dextro-pak(oligosaccharide)을 사용하였고, 당의 검출은 RI detector를 사용하였으며, 용매(acetonitril : water = 65 : 35)의 유속은 monosaccharide 검출 시에는 0.5 mL/min, oligosaccharide 경우는 1.0 mL/min으로 하였다.

8. 지방산 함량 분석

지방산 함량 분석은 청국장 시료 10 g에 chloroform과 methanol을 2:1(v/v)로 혼합한 유기용매 150 mL를 넣고, 3분 동안 2,500×g에서 균질기로 마쇄하여 여과지(Whatman No. 1)로 여과하였다. 여과액에 다시 chloroform과 methanol 혼합 유기용매 100 mL를 넣어 재차 마쇄, 용출시키고, 이 여액에 증류수를 총 여액에 대하여 1/3정도 첨가하여 균형을 맞추고, 10분 동안 3,000×g에서 원심분리하여 하층액(lipid layer)을 사용하였다. 이때 하층액을 여과하되, 남은 수분은 sodium sulfate를 이용하여 흡착 여과하였다. 이렇게 얻어진 여액을 농축기(Rotary evaporator, N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)를 이용하여 560-565°C에서 농축하고, 농축된 지질은 N₂가스를 주입한 후 parafilm으로 밀봉하며, methylation까지 -20°C에서 냉동 보관하였다. 지방질시료 4-10 mg을 0.5 N NaOH 용액 1 mL를 가하여 밀봉한 다음 90°C에서 30분 동안 가열하여 냉각한 후 다시 2 mL BF₃-methanol을 넣고, 90°C에서 30분 동안 가열한 후 0.5 mL를 취하였다. 여기에 1 mL의 heptane을 가하고 흔든 후 2 mL의 NaCl 포화용액을 가하여 1분 동안 혼합한 다음 30분 동안 방치하였다. 이렇게 획득된 상층액 0.5 µL를 취하여 GC(Agilent 7890, Agilent, USA)로 분석하였다. GC의 컬럼은 HP-INNOWAX(30 m×0.25 mm ID, 0.25 µm film), 검출기 온도는 260°C, 주입기 온도는 260°C, 오븐의 온도는 100°C/2 min-3°C/min-230°C/20 min으로 하였고, 운반기체는 질소를 사용하였다.

9. 유리아미노산 함량 분석

시료 200 g을 800 mL의 에탄올에 넣고 85°C에서 2시간 동안 환류추출한 후 여과액을 감압 건조하여 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용한 다음, Amberlite IR-118H와 Amberlite IRA-400(Sigma-Aldrich, MO, USA)이 각각 충전된 칼럼에 연속 통과시켰다. 양이온 교환수지에 흡착된 아미노산은 5% NH₄OH 용액 300 mL로 용출시켜 감압농축한 후, 0.2 N sodium citrate(pH 2.2)로 5배 희석한 다음, membrane filter(0.2 µm)로 여과한 액 20 µL를 아미노산 자동분석기(Bio chrom 30 amino acid analyzer, Amersham bioscience, England, UK)로 분석하였다. Sodium citrate buffer의 유속은 35 mL/h, ninhydrin의 유속은 25 mL/h, 온도 기울기는 46, 50, 95 및 46°C, 분석파장은 440 nm와 570 nm, 칼럼은 cation exchange resin을 사용하여 분석하였다.

10. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 실시하여 평균값으로 나타내었으며, 유의성 검증을 위하여 SPSS software package(Statistical Package for Social Sciences, version 12, SPSS Inc., Chicago, IL,

USA)를 사용하여 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 아미노태 질소 함량 변화

헤이즐넛 첨가량에 따른 청국장의 아미노태 질소 함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 대조구의 아미노태질소 함량은 492.4 ± 13.7 mg%로 나타났으며, 헤이즐넛의 첨가량이 증가함에 따라 아미노태 질소함량은 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 즉, 헤이즐넛 20% 첨가구의 아미노태 질소함량은 470.2 ± 34.3 mg%로 대조구와 유의적인 차이는 없었으나, 30%와 40% 첨가구에서는 각각 421.0 ± 50.1 과 408.5 ± 36.3 mg%를 각각 나타내어 유의적인 감소가 확인되었는데, 이는 원료 콩에 비하여 헤이즐넛에 함유된 단백질 함량이 상대적으로 적음에 기인하는 것으로 사료된다. 청국장 제조시 황기를 첨가하여 48시간 동안 발효시킨 청국장의 아미노 질소 함량의 변화를 확인한 결과, 대조구는 316 mg%를 나타낸 반면 황기 첨가구는 166 mg%로 상당히 낮아졌음이 보고된 바 있는데, 그 주요 원인으로 첨가된 황기의 단백질 함량이 콩에 비해 낮기 때문인 것으로 추정된 바 있다(Choi 등 2007b). 호두 첨가는 청국장의 아미노태 질소 함량을 낮추기는 하지만 첨가량을 30% 미만으로 조절할 경우, 식품위생법 상의 아미노태 질소 기준을 만족시키는 것으로 보고되어 있다(Park 등 2015a). 또

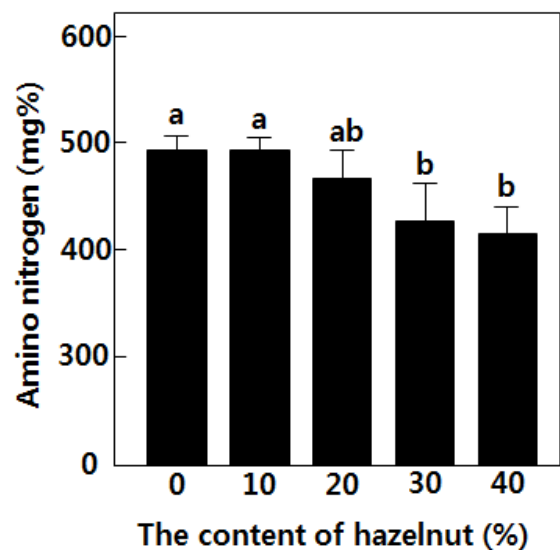


Fig. 1. Changes in amino nitrogen content of *cheongguk-jang* by addition of hazelnut. Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. Values are means±standard deviations of triplicate determinations.

한, 유카 추출물을 첨가한 청국장의 발효 중 아미노태 질소함량이 증가한다는 연구결과도 보고되고 있으며(In 등 2002), 이는 추출물의 종류에 따라 단백질 함량과 이들이 발효에 미치는 영향이 다르기 때문인 것으로 판단된다.

2. 휘발성 염기질소 함량 변화

헤이즐넛 첨가량에 따른 청국장의 휘발성 염기질소 함량 변화를 확인한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조구의 휘발성 염기질소 함량은 122.3 ± 7.2 mg%이었으며, 헤이즐넛이 첨가됨에 따라 아미노태 질소함량과 유사한 감소 패턴을 보임을 확인할 수 있었다. 즉, 헤이즐넛을 30% 이상 첨가할 경우, 휘발성 염기질소의 함량은 104.2 mg% 이하를 나타내어 유의적으로 감소됨을 확인할 수 있었다. Park 등(2015a)은 청국장에 호두를 첨가하여 발효시킬 경우, 호두의 농도가 높아짐에 따라 휘발성 염기질소 함량이 낮아졌다고 본 결과와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 일반적으로 식품에서 휘발성 염기질소 함량은 부패 판단의 기준으로 활용되고 있으나, 발효식품에서는 아미노태 질소 함량과 함께 미생물에 의한 발효 및 숙성 정도를 알 수 있는 지표로 활용될 수 있다(Kim JG 2004).

3. 미생물수 변화

본 실험에서 청국장 제조를 위해 멸균 공정을 거친 후 인위적으로 *B. subtilis*를 접종하여 배양하였으므로 일반세균수는 곧 *B. subtilis*의 수라고 할 수 있다. 헤이즐넛 첨가량에 따른 *B. subtilis* 수의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 즉, 헤이즐넛

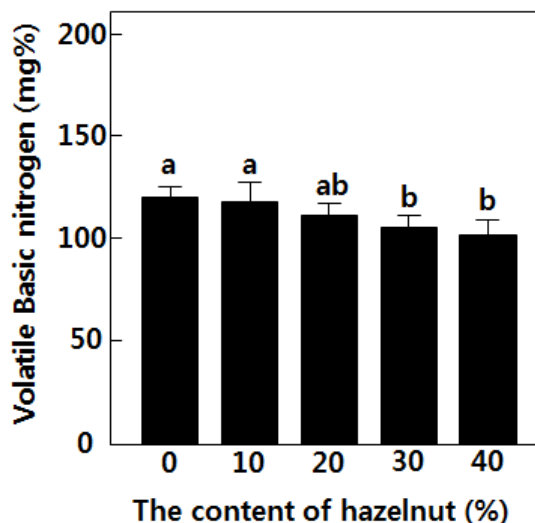


Fig. 2. Changes in VBN (volatile basic nitrogen) of *cheong-gukjang* by addition of hazelnut. Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. Values are means \pm standard deviations of triplicate determinations.

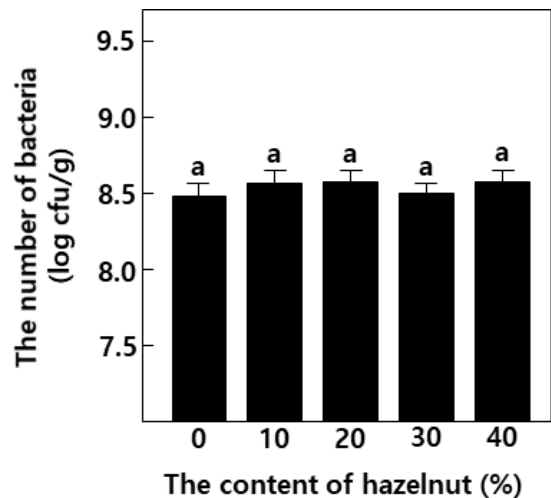


Fig. 3. Changes in the number of bacteria in *cheong-gukjang* by addition of hazelnut. Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. Values are means \pm standard deviations of triplicate determinations.

의 첨가량에 비례하여 *B. subtilis* 수도 약간 증가하였으나, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉, 대조구와 헤이즐넛 20% 첨가구에서는 8.5 ± 0.1 log cfu/g으로 나타났으며, 10, 30 및 40% 첨가구에서는 8.6 ± 0.1 log cfu/g을 나타내었다. Choi 등(2017)은 청국장의 제조에 가장 적합한 견과류를 선별하는 시험에서 원료 콩에 헤이즐넛과 호두를 대체할 경우, *B. subtilis*가 가장 활발하게 성장한다는 결과를 보고한 바 있다. 본 연구결과는 호두를 이용하여 청국장을 제조할 경우, 청국장의 기호도와 향산화 활성이 모두 상승하였다는 보고(Park 등 2015a)와 더불어 청국장의 원료를 대체함으로써 맛과 기능성에서 우수한 청국장의 제조가능성을 제시하며, 향후 항고혈압능, 항암활성 등 기능성을 향상시킬 수 있는 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

4. 유리당 함량 변화

Table 1은 헤이즐넛 첨가량에 따른 청국장의 유리당 함량 변화를 나타낸 결과이다. 유리당은 설탕, 맥아당, 과당 및 포도당 등 총 4종을 대상으로 분석하였으며, 이 중 설탕과 과당은 검출되지 않았다. 포도당 함량은 $217.7 \sim 384.1$ mg%가 함유되어 있었으며, 헤이즐넛의 첨가량에 비례하여 증가하는 것으로 나타났다. Kim 등(2007)은 24시간 동안 발아시킨 콩을 원료로 발효시킨 청국장의 중 유리당 함량을 확인한 결과, 설탕과 과당은 발효 초기에 급격하게 감소되었다고 보고한 결과와 비교하면 48시간 발효시킨 청국장의 설탕과 과당이 검출되지 않은 이유는 발효 초기에 이들이 급격히 감소되었기 때문인 것으로 사료된다. Park 등(2015b)은 청국장 제조시 혼

Table 1. Changes in the content of free sugar in *cheonggukjang* by addition of hazelnut (unit: mg%)

Free sugar	The content of hazelnut (%)			
	0	10	20	30
Sucrose	-	-	-	-
Glucose	217.7±70.8 ^b	205.3±68.2 ^b	318.7±69.5 ^a	362.0±49.6 ^a
Fructose	-	-	-	-
Maltose	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>

Different superscripts in a row indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. Values are means±standard deviations of triplicate determinations. *t*: trace.

연공정을 첨가하여 48시간 동안 발효시키면서 유리당 함량의 변화를 확인한 결과, 포도당이 가장 많이 검출되었으며, 과당과 맥아당도 검출되었다고 보고하였는데, 이는 미생물의 증식과 발효양상이 혼연공정에 영향을 받았기 때문인 것으로 판단된다. 이와 같이 청국장의 유리당 함량이 다양하게 나타나고 있는 것은 청국장의 제조방법과 사용균주 및 주원료의 혼합형태가 다르기 때문인 것으로 판단된다.

5. 유리아미노산 함량 변화

헤이즐넛 첨가량을 달리하여 발효시킨 청국장의 유리아미노산 함량 변화를 확인한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 아미노산은 총 17종이 분석되었으며, 각각의 함량은 단맛, 구

Table 2. Changes in amino acid composition of *cheonggukjang* by addition of hazelnut (unit: mg%)

Amino acids	The content of hazelnut (%)				
	0	10	20	30	
Sweet taste	Thr	49.3±9.7 ^{ab}	53.2±7.8 ^a	40.3±7.4 ^b	35.7±5.8 ^b
	Ser	54.4±5.2 ^a	55.5±7.5 ^a	48.8±4.8 ^{ab}	42.2±5.7 ^b
	Gly	106.3±6.0 ^a	118.7±20.8 ^a	91.7±4.6 ^b	86.6±9.1 ^b
	Ala	102.7±15.0 ^a	114.4±9.8 ^a	82.7±8.9 ^b	78.0±13.7 ^b
	Lys	260.0±24.7 ^a	252.8±44.4 ^a	207.3±11.1 ^b	201.3±10.5 ^b
	Subtotal	572.7±60.6 ^a	594.6±90.3 ^a	470.8±36.8 ^b	443.8±44.8 ^b
Savory taste	asp	99.4±7.2 ^a	94.6±11.3 ^a	82.0±4.1 ^b	82.9±8.7 ^b
	Glu	364.6±36.9 ^a	341.9±40.7 ^a	288.0±15.0 ^b	305.4±26.8 ^b
	Cys	7.1±0.7 ^b	8.8±1.0 ^a	6.7±0.8 ^b	8.2±3.4 ^{ab}
	Subtotal	471.1±44.8 ^a	445.3±53.0 ^a	376.7±19.9 ^b	396.5±38.9 ^b
Bitter taste	Met	73.5±7.0 ^a	71.0±8.4 ^a	61.7±4.3 ^b	61.2±7.1 ^b
	Ile	144.8±9.4 ^a	132.3±18.2 ^{ab}	118.0±6.2 ^b	111.8±10.9 ^b
	Leu	278.7±27.3 ^a	286.3±39.5 ^a	227.8±13.8 ^b	222.7±29.5 ^b
	Subtotal	497.0±43.7 ^a	489.6±66.1 ^a	407.5±24.3 ^b	395.7±47.5 ^b
Others	Val	195.8±14.0 ^a	183.8±21.9 ^a	163.0±8.3 ^b	160.2±9.7 ^b
	Tyr	245.4±26.3 ^a	236.9±41.6 ^a	200.7±12.2 ^b	195.9±12.9 ^b
	Phe	307.6±55.4 ^a	298.4±40.2 ^{ab}	254.3±16.4 ^b	247.6±21.2 ^b
	His	128.2±14.3 ^a	122.1±12.0 ^a	105.2±5.3 ^b	102.9±7.9 ^b
	Arg	28.8±2.7 ^b	38.2±4.5 ^a	28.0±3.8 ^b	33.3±5.1 ^a
	Pro	62.4±7.0 ^a	64.4±7.7 ^a	36.4±7.3 ^b	41.3±4.1 ^b
		Subtotal	968.2±119.7 ^a	943.8±127.9 ^a	787.6±53.3 ^b
	¹ EAA(%)	52.2	51.7	52.5	51.6
	² GA/ ³ TA(%)	14.5	13.8	14.1	15.1
		2,509.0±268.8 ^a	2,473.3±337.3 ^a	2,042.6±134.3 ^b	2,017.2±192.1 ^b

¹ EAA: Essential amino acid.

² GA: Glutamic acid.

³ TA: Total amino acid.

Different superscripts in a row indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. Values are means±standard deviations of triplicate determinations.

수한 맛, 쓴맛 및 기타 성분으로 구분하여 비교하였다(Choi 등 2011). 총아미노산 함량은 대조구에서 2,509.0±268.8 m%였으며, 헤이즐넛의 첨가량에 비례하여 감소하는 경향을 나타내어 40% 첨가구에서는 2,017.2±192.1 m%를 나타내어 대조구의 약 80% 정도 함유되는 것으로 확인되었다. 이는 Park 등(2016)의 호두 첨가량 증가에 따라 청국장의 유리아미노산 함량이 감소한다는 보고와 일치하는 것이며, 아미노태 질소의 함량 감소와도 유사한 패턴을 보인 것으로 헤이즐넛의 단백질 함량이 대두에 비해 적기 때문인 것으로 판단된다. 단맛을 내는 아미노산의 함량은 헤이즐넛의 첨가량에 따라 유의적인 감소패턴을 보이는 것으로 확인되었다. 즉, 대조구가 572.7±60.6 mg%로 확인되었으며, 헤이즐넛의 첨가량에 비례하여 그 함량이 감소하여 30% 첨가구에서는 443.8±44.8 mg%로 확인되었다. 구수한 맛을 내는 것으로 알려진 성분인 aspartic acid와 glutamic acid의 함량도 헤이즐넛의 첨가에 따라 감소하였으며, 쓴맛성분과 기타 성분도 헤이즐넛 첨가량이 많아질수록 감소하는 것으로 확인되었다. 총아미노산에 대한 필수아미노산 함량은 51.6~52.5%인 것으로 나타났으며, 총 유리아미노산 대비 glutamic acid의 비율은 헤이즐넛의 첨가에 따라 14.5%에서 15.1%로 증가하는 것으로 확인되었다. 이 결과는 원료 대두에 대하여 호두를 30%까지 대체하여 청국장을 제조할 경우, 30% 첨가구에서 아미노산이 유의적으로 감소하였으며, 총아미노산 대비 glutamic acid의 함량은 22.6~22.9%라는 Park 등(2016)의 보고와 일부 유사한 패턴을 보이는 것으로 사료된다.

6. 지방산 조성 변화

헤이즐넛 첨가량을 달리하여 발효시킨 청국장의 지방산 조성 변화를 조사한 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같다. 포화 지방산 함량의 경우, 대조구에서는 13.9%를 나타내었으나, 첨가되는 헤이즐넛 양이 증가함에 따라 유의적으로 감소하여 40% 첨가구에서는 10.9%로 확인되었다. 단일 불포화지방산은 주로 oleic acid로 구성된 것으로 확인되었으며, 헤이즐넛 첨가량이 증가함에 따라 급격히 증가하였다. 즉, 헤이즐넛 10% 첨가구에서 대조구 대비 2배 이상 증가되어 45.1%를 나타내었으며, 40% 첨가구에서는 58.3%를 나타내었다. 뿐만 아니라, 다가불포화지방산 조성의 경우 대조구에서 64.5%를 나타내었으나, 헤이즐넛 첨가량이 증가할수록 급격히 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 즉, 헤이즐넛 10% 첨가구에서는 43.9%로 나타났으며, 40% 첨가구에서는 31.0%가 함유된 것으로 확인되었다. 본 연구결과, 헤이즐넛 첨가량에 비례하여 oleic acid 함량이 특이적으로 증가되었는데, 이는 주요 원료인 대두와 헤이즐넛의 불포화지방산 조성의 차이 때문인 것으로 판단된다. 즉, oleic acid는 헤이즐넛에 80.84%가 함유되

Table 3. Changes in the composition of fatty acid in cheonggukjang by addition of hazelnut (unit: %)

Fatty acids	The content of hazelnut (%)				
	0	10	20	30	
SFA	C14:0	0.1±0.0 ^a	0.1±0.0 ^a	0.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^b
	C16:0	9.5±0.0 ^a	7.8±0.0 ^b	7.5±0.0 ^c	7.8±0.0 ^b
	C18:0	4.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^c	3.1±0.0 ^b	2.8±0.0 ^d
	C20:0	0.3±0.0 ^a	0.2±0.0 ^b	0.2±0.0 ^b	0.2±0.0 ^b
	Subtotal	13.9±0.0 ^a	11.0±0.0 ^b	10.8±0.0 ^c	10.8±0.0 ^c
MUFA	C16:1	0.1±0.0 ^b	0.1±0.0 ^b	0.2±0.0 ^a	0.2±0.0 ^a
	C18:1	21.5±0.0 ^d	45.0±0.0 ^c	54.6±0.0 ^b	58.1±0.0 ^a
	Subtotal	21.6±0.0 ^d	45.1±0.0 ^c	54.8±0.0 ^b	58.3±0.0 ^a
PUFA	C18:2	55.3±0.0 ^a	38.9±0.0 ^b	30.1±0.0 ^c	27.9±0.0 ^d
	C18:3	9.2±0.0 ^a	5.0±0.0 ^b	4.3±0.0 ^c	3.0±0.0 ^d
	Subtotal	64.5±0.0 ^a	43.9±0.0 ^b	34.4±0.0 ^c	31.0±0.0 ^d
Total (%)	98.8	99.3	99.7	99.2	

Different superscripts in a row indicate significant difference at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Values are means±standard deviations of triplicate determinations.

어 있는 주요 지방산이라는 Ozcan 등(2018)의 보고 및 대두의 주요 지방산 조성이 리놀레산 53.57%, 올레산 22.51%, 팔미트산 11.23%, 리놀렌산 6.56%, 스테아르산 4.43%로 구성되어 있다는 보고(Jung 등 2013)와 일치하는 것이다. 일반적인 청국장의 지방산 함량은 리놀레산과 올레산 함량이 높은 것으로 알려져 있으나(Yoo & Chang 1999), 본 연구에서는 헤이즐넛의 첨가에 따라 청국장의 리놀레산과 올레산 함량에서 역전현상이 일어난 것으로 향후 다양한 견과류를 활용하여 청국장을 제조한 후 지방산 조성의 변화 등에 대한 추가연구가 지속될 필요성이 있을 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 청국장 제조시 헤이즐넛을 10~40% 첨가함에 따른 맛성분 변화를 확인하였다. 아미노태 질소 함량을 측정된 결과, 헤이즐넛 30~40% 첨가구에서 대조구에 비해 유의적인 감소($p<0.05$)가 나타났다. 휘발성 엷기질소 함량은 아미노태 질소 함량과 유사한 패턴이 확인됐다. Glucose 함량은 헤이즐넛 첨가에 따라 비례하여 증가했다($p<0.05$). 총 아미노산 함량은 헤이즐넛의 첨가량에 비례하여 감소하였으나, 총 유리아미노산 대비 glutamic acid의 비율은 헤이즐넛의 첨가에 따라 증가하였다. Oleic acid 함량은 헤이즐넛 첨가에 따라 비례하여 증가한 반면, linoleic acid는 감소하였다($p<0.05$). 위 결과를 종합 판단하여 헤이즐넛 첨가는 청국장의 아미노태 질소함량을 유지

하면서 맛성분 함량에 다양한 변화를 가져옴으로써 청국장장의 품질 다양화에 상당한 기여를 할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Chae SG. 2006. Standard Food Analysis. pp.299-301. Jigumun-whasa
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007b. Quality characteristic of *hwangki* (*Astragalus membranaceus*) *chungkukjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14:356-363
- Choi UK, Jeong YS, Kwon OJ, Park JD, Kim YC. 2011. Comparative study of quality characteristics of Korean soy sauce made with soybeans germinated under dark and light conditions. *Int J Mol Sci* 12:8105-8118
- Choi UK, Kim MH, Lee NH, Jeong YS, Kwon OJ, Kim YC, Hwang YH. 2007a. The characteristics of *cheonggukjang*, a fermented soybean product, by the degree of germination of raw soybeans. *Food Sci Biotechnol* 16:734-739
- Choi UK, Son DH, Ji WD, Im MH, Choi JD, Chung YG. 1998. Changes of taste components and palatability during *chunggugjang* fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:840-845
- Choi WS, Lee NH, Choi UK. 2017. Changes in the quality characteristics and antioxidative activities of *cheonggukjang* prepared using hazelnut. *Korean J Food Nutr* 30:1229-1334
- de Deckere EA, Korver O. 1996. Minor constituents of rice bran oil as functional foods. *Nutr Rev* 54:120-126
- Ha SD. 1996. Evaluation of dry film method for isolation of microorganisms from foods. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 24:178-184
- Hong HK, Shin HS. 1978. A study on the lipid components of hazelnut oil. *Korean J Food Sci Technol* 10:361-365
- In JP, Lee SK, Ahn BK, Chung IM, Jang CH. 2002. Flavor improvement of *chungkookjang* by addition of *yucca* (*Yucca shidigera*) extract. *Korean J Food Sci Technol* 34:57-64
- Jin SY, Lee EJ, Kim MH. 2014. Quality characteristics and optimization of rice cookies with nuts by response surface methodology. *J East Asian Soc Diet Life* 24:208-216
- Joo EY, Park CS. 2011. Antioxidant and fibrinolytic activities of extracts from soybean and *chungkukjang* (fermented soybean paste). *Korean J Food Preserv* 18:930-937
- Jung ST, Shin DH, Kim YS. 2013. Changes in fatty acid compositions of various edible oils with frying times and food materials. *J Agric Life Sci* 44:25-31
- Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste. *J Food Hyg Saf* 19:31-37
- 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
- Lee HJ, Kim SI, Park JG, Park JN, Han IJ, Song BS, Kim JH, Byun MW, Lee JW. 2008. Effect of Choi-cha on fermentation characteristics and sensory quality of *chungkookjang* (Korean fermented soybean). *Korean J Food Preserv* 15:114-149
- Oh HI, Eom SM. 2008. Changes in microflora and enzyme activities of *cheonggukjang* prepared with germinated soybeans during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 40:55-62
- Ozcan MM, Juhaimi FA, Uslu N. 2018. The effect of heat treatment on phenolic compounds and fatty acid composition of Brazilian nut and hazelnut. *J Food Sci Technol* 55:376-380
- 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. 2015b. 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. 2015a. Changes in the physico-chemical characteristics and the antioxidative activity of *cheonggukjang* by addition of walnut. *Korean J Food Nutr* 28:1004-1010
- Seetharamaiah GS, Chandrasekhara N. 1993. Comparative hypocholesterolemic activities of oryzanol, curcumin and ferulic acid in rats. *J Food Sci Technol* 30:249-252
- Turhan S, Sagir I, Ustun NS. 2005. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Sci* 71:312-316
- Yang JL, Lee SH, Song YS. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and *chongkukjang* on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:899-905
- Yoo SM, Chang CM. 1999. Study on the processing adaptability of soybean cultivars for Korean traditional *chonggugjang* preparation. *Appl Biol Chem* 42:91-98

Received 19 April, 2019

Revised 03 July, 2019

Accepted 25 July, 2019