Korean J Food Cook Sci
Vol. 32, No. 5, pp. 541~548 (2016)

pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772
http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2016.32.5.541

*Bacillus subtilis*에 의해 발효된 다양한 콩의 품질 특성

김기혁[1,2] · 이규희[2†]
[1]우송대학교 외식조리학부, [2]우송대학교 조리과학연구센터

Quality Characteristics of Various Bean Varieties Fermented with *Bacillus subtilis*

Keehyuk Kim[1,2] · Gyuhee Lee[2†]
[1]*Department of Culinary Arts, Woo-Song University, Daejeon 34606, Korea*
[2]*Culinary Science Research Center, Woo-Song University, Daejeon 34606, Korea*

Abstract

Purpose: For dissecting the possible benefits and usages of *Cheonggukjang*, five different beans, soybean, black soybean, red bean, chickpea, and lentil bean, underwent the fermentation process along with *Bacillus subtilis*. **Methods:** Resultant *Cheonggukjang* physicochemical and sensory properties such as pH, amino type nitrogen, slime contents, rheological properties, and sensory strength and consumer acceptance were analyzed. **Results:** Values of pH were found to be highest in *Cheonggukjang* made with soybean (SC), followed by *Cheonggukjang* made with black bean (BSC) and *Cheonggukjang* made with red bean and soybean mixture (RBSC), and lastly *Cheonggukjang* made with chickpea (CBC) and lentil bean (LBC). Amino type nitrogen values were shown to be highest in SC with a value of 394.74±28.80 mg%, subsequently were values taken from RBSC, followed by BSC, CBC, and lastly LBC. Slime contents were the highest in SC with a value of 3.44±0.36%, with RBSC, BSC, CBC, and LBC without statistical difference. Total colony count was found to show higher value in BSC, SC, and RBSC, in contrast to the lower values found in CBC and LBC. Color was shown to be lightest in CBC and with darker shades shown that of SC, LBC, RBSC, and BSC in descending order. In rheological properties, hardness, adhesiveness, and viscosity were found to be highest in SC. Sensory strength analysis and sticky appearance were highest in SC, with fermented odor being lowest in CBC and BSC. The strength of sweetness, sourness, and umami taste did not show statistical difference, however, bitterness was shown to be highest in LBC and lowest in CBC, SC, and BSC. In the consumer acceptance test, overall acceptance was highest in SC and CBC. **Conclusion:** In conclusion, SC was found to be the best bean variety for making *Cheonggukjang* fermented with *Bacillus subtilis*, however, CBC may act as an alternative for manufacture of *Cheonggukjang* resulting in sound consumer acceptance.

Key words: *Cheonggukjang*, *Bacillus subtilis*, chickpea, red bean, lentil bean

Ⅰ. 서 론

대두(*Glycin max* Merrill, soy bean)는 동남아시아 지역에서 오랫동안 사용된 중요 식물 자원으로 단백질과 영양분이 풍부하고 가격이 저렴하며(Yoo KM 2011), genistein, daidzein 등 isoflavone계의 생리활성 물질을 다량 함유하고 있어 대두 섭취 증가에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다(Caragay AB 1992).

검정콩(*Glycine max* L. Merrill, black soy bean)은 수백년 동안 한국에서 뿐만 아니라 중국, 인도 및 일본에서 민간약(folk medicines)으로 사용되어 왔으며(Jeong TL 등 2010) 골형성육종 세포 증식효과, 항암 및 항산화효과를 가지는 것으로 알려져 있으며(Kim HG 등 2011) isoflavone, flavanol, flavan-3-ol, anthocyanin 및 saponin과 같은 phytochemical을 다량 함유하고 있어 최근 검정콩의 소비는 증가하고 있다(Lee JH & Cho KM 2012).

렌틸콩(*Lens culinaris*, lentil bean)은 단백질이 풍부하고 지방 함량이 다른 콩에 비해 적으며, 무기질과 섬유질 함량이 높아 혈당을 유지하도록 도와준다. 또한 심혈관 기능을 조절하며 항산화능이 높아 세계 5대 건강식품으로

†Corresponding author: Gyu-Hee Lee, Culinary Science Research Center, Woosong University, 171 Dongdaejeon-ro, Dong-gu, Daejeon 34606, Korea
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3936-0348
Tel: +82-42-630-9744, Fax: +82-42-630-9389, E-mail: gyuhee@wsu.ac.kr

http://www.ekfcs.org
© 2016 Korean Society of Food and Cookery Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creative-commons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

선정될 만큼 잘 알려진 건강식품으로 연간 소비는 꾸준히 증가하는 추세이다(Min MJ & Shin HJ 2015). 따라서 렌틸콩의 영양성분과 생리활성을 고려한 건강에 유익한 여러 식품들이 보고되고 있으나 청국장에 응용한 예는 거의 찾아 볼 수 없었다.

병아리콩(*Cicer arietinum*, chickpea)은 단백질 함량이 높고 carotenes, niacin, folic acid와 같은 비타민 함유량이 높으며, calcium, sodium, copper, manganese, zinc 등 무기물 함량이 높고(Nagar V 등 2012) arginine, phenylalanine, methionine, leucine, lysine과 같은 필수 아미노산 함량이 높아 영양학적으로 우수한 식재료이다. 병아리콩은 값싼 단백질 급원으로(George S 등 1997) 수단에서는 천연 발효된 병아리콩을 이용하여 전통적인 bread snack 제품인 Gergoush를 만들어 먹고 있다(Thorsen L 등 2011).

팥(*Phaseolus radiatus* L. var. *Aurea*, red bean)은 장운동을 활발하게 해주고 빈혈을 개선시키며, 부종을 없애고 변비를 치료하는 민간요법으로 사용되고 있으며 oriental dissert에 사용 되는 콩 중 하나이다(Chou ST 등 2008). 팥은 탄수화물 단백질, 비타민, 무기질, 섬유질 및 saponin과 같은 우수한 영양성분을 가지고 있지만 좀처럼 발효되지 않는 특징을 가지고 있다. 최근에 대만에서는 팥을 이용해 낫토나 미소와 같이 발효를 통해 원래 팥이 가지고 있던 장점에 기능성을 더하려는 노력을 하고 있다(Jhan JK 등 2015).

청국장은 주로 대두에 *Bacillus subtilis* 균을 접종하여 발효시킨 제품으로 발효와 숙성과정 중에 여러 효소와 미생물의 작용에 의해 대두에 존재하지 않았던 caffeic acid와 ferulic acid 등의 유리된 형태의 phenolic acid 등의 함량이 증가된다(Coward L 등 1993). Hwang CE 등(2013)은 발효와 숙성과정 중 유리된 형태의 생리활성물질 형성 등으로 인하여 발효된 식품이 발효되지 않은 식품보다 기능성이 증진될 것이라고 하였다. 또한, 청국장 추출물은 항산화활성을 증대시킬 뿐만 아니라 인체의 허혈성질환 치료에 도움을 줄 수 있으며(Hur SJ 등 2014), 혈전용해 활성물질이 생성된다는 보고도 있었다(Hwang JH 2010). Baek LM 등(2008)은 청국장은 항암 및 골다공증 예방 등의 다양한 생리활성이 있으며 소화흡수율이 높다고 보고하여 청국장에 대한 관심은 증가되고 있다.

본 연구에서는 대두 이외에 4가지 종류의 콩을 사용하여 청국장균주로 발효시켰다. 발효된 여러 가지 콩들의 활용범위를 넓히며 가치를 상승시키는 기초 자료를 확보하기 위해, 다양한 종류의 콩을 이용한 청국장을 제조하여 물리 화학적 특성과 관능특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 재료로 대두와 검정콩과 적두는 전남 구례 농가에서 구입하여 사용하였으며 병아리콩(Yakchomyungga, Hwasung, Korea)과 렌틸콩(Yakchomyungga, Hwasung, Korea)은 시장에서 구입하여 사용하였다. 청국장 제조 시 사용한 균주는 *Bacillus subtilis* 15893 균주로 KACC(Korean Agriculture Culture Collection, Jeonju, Korea)에서 분양받아 사용하였다.

2. 청국장의 제조

본 실험에서 처리구는 대두(백태)를 이용하여 제조한 청국장(*Cheonggukjang* made with soybean, SC), 검정콩을 이용하여 제조한 청국장(*Cheonggukjang* made with black bean, BSC), 적두와 대두의 비율을 2:1로 혼합하여 제조한 청국장(*Cheonggukjang* made with red bean and soybean mixture, RBSC), 병아리콩을 이용하여 제조한 청국장(*Cheonggukjang* made with chickpea, CBC), 렌틸콩을 이용하여 제조한 청국장(*Cheonggukjang* made with lentil bean, LBC) 등 5가지이다. 청국장을 제조하기 위해 5가지 종류의 콩에 콩 무게의 5배에 해당하는 물을 넣어 6시간 동안 침지시켰다. 가열시간은 예비실험에서 콩의 종류에 따라 콩이 물러지는 시간이 달랐기 때문에 가열시간을 달리하여 콩을 증자하였다. 콩의 증자시간은 예비실험을 거쳐 증자된 콩을 손으로 눌러 으깨지는 정도가 되는 시간으로 대두는 3시간, 적두는 1시간, 서리태는 2시간, 병아리콩은 2시간, 렌틸콩은 5분으로 증자하였다. 증자된 콩들에 *Bacillus subtilis* 15893 균주 배양액 1%를 접종하였다. 접종 후 온도 38°C, 습도 80% 조건에서 40시간 발효시킨 후 물리화학적 특성 및 관능특성을 분석하였다.

3. 총균수 측정

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 총 균수는 청국장 1 g을 취해 10진 희석법으로 희석한 액 1 mL를 plate count agar(Difco, Becton, Dickinson & Co., Sparks, MD, USA)평판배지에 접종한 후 36°C에서 48시간 배양하여 colony를 계수하였다.

4. pH, 아미노태 질소 함량, 점질물 생성량의 측정

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장을 마쇄한 시료 5 g에 50 mL 증류수를 첨가 후 5분간 진탕 여과한 후 pH meter(HM-25R, DDK-TOA corporation, Shinjuku, Japan)를 이용하여 pH를 측정하였다. 아미노태 질소 함량은 formol 적정법(AOAC 1990)을 사용하여 다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장 5 g에 증류수 100 mL를 넣고 혼합하여 추

출한 액 5 mL에 증류수 10 mL와 중성 formalin 용액(Samchun, Pyeongtack, Korea) 10 mL를 넣고 0.1 N NaOH 용액(Samchun, Pyeongtack, Korea)으로 적정하여 분석하였다. 점질물 생성량의 측정은 다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장에 동량의 증류수를 첨가하고 30분간 진탕한 후 원심분리기(Union 32R, Hanil, Seoul, Korea)를 이용해 3,000 rpm에서 15분 동안 원심분리하여 얻은 상등액을 105°C의 건조기(ON-12GW, Jeiotech, Daejeon, Korea)에서 건조시켜 항량을 측정하였다. 점질물 생성량은 다음 식에 의해 계산되었다(Woo SM 등 2006).

$$\text{점질물 생성량(\%)} = \frac{\text{건조 된 점질물의 양}}{\text{시료 량}} \times 100$$

5. 색도, 물성 측정

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 색도는 청국장을 마쇄한 후 5 g을 취해 지름 50 mm 용기에 넣은 후 color reader(CR-400 Chroma meter, Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이 때 사용된 표준 백판의 L, a, b 값은 각각 95.00, -0.35, 3.68이었다. 물성은 다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장 20 g을 50 mL 비이커에 취해(Kim JS 등 1998) rheometer(COMPAC-100Ⅱ, Sun Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 측정 조건은 직경이 20 mm인 원형 plunger(prove No. 11, Sun Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 최대하중 2 kg, table speed 120 mm/min, 진입거리는 10 mm로 하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 점도(viscosity)를 측정하였다.

6. 관능검사

관능평가는 21-28세(남 21명, 여 32명) 대학생들로 구성된 요원에게 강도와 기호도를 동시에 평가할 수 있도록 하였다. 강도평가를 위하여 사용된 용어는 외관 특성에서 끈적거리는 외관(sticky appearance), 냄새 특성에서 쿰쿰한 청국장 발효취(fermented odor), 맛 특성에서 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 감칠맛(umami), 쓴맛(bitterness), 조직감 특성에서 입안에서 끈적이는 정도(stickiness)를 평가하도록 하였다. 이때 강도는 1점은 "아주 약함", 9점은 "아주 강함"으로 하였다. 기호도 평가를 위해서는 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도를 1점은 "아주 싫다" 9점은 "아주 좋다"로 제시하여 평가하도록 하였다. 평가자는 난수표를 이용하여 제작한 세 자리 code가 붙여진 aluminum 접시에 다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장 5 g을 제시하였고 1 g 용량 스푼을 제시하여 관능특성 강도 및 기호도를 평가 하도록 하였다. 시료와 시료 사이에는 입을 헹구도록 하였다.

7. 통계분석

모든 실험은 3회 반복하였고 관능평가는 53명의 요원이 평가하였으며 모든 결과는 평균±표준편차로 표시하였다. 결과에 대한 통계분석은 SPSS Statistics(ver. 23.0, IBM Inc., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA) 후 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 분석하였다($p<0.05$).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. pH, 아미노태 질소, 점질물 측정 결과

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 pH 값은 대두를 사용하여 제조한 SC가 가장 높은 값을 나타내었고(Table 1), 다음으로 BSC와 RBSC 순이었다. CBC와 LBC의 pH는 7 이하로 가장 낮은 값을 나타내었다. Lee GY 등(2014)은 대두에 *Bacillus subtilllis* MC31과 *Lactobacillus sakei* 383 균을 혼합·접종하여 발효한 청국장의 pH는 7.88±0.01이라고 하였는데 본 연구에서 대두로 제조한 청국장의 pH는 약간 더 높은 값을 나타내었다. Kim JS 등(1998)은 우리나라 전통 청국장의 평균 pH는 7.21이라고 보고하였는데 본 실험에서는 SC와 BSC는 Kim JS 등(1998)의 보고보다 높은 값을 나타내었으나, CBC와 LBC의 pH는 Kim JS 등(1998)의 보고보다 낮은 것을 알 수 있었다. Lee NR 등(2013a)은 흑태와 황태를 이용하여 청국장을 제조하였을 때 흑태청국장은 발효과정 중 단백질의 분해가 천천히 일어나 황태청국장보다 pH 증가 정도가 적었다고 보고하여 본 연구결과 SC보다 BSC가 낮은 pH를 나타내어 이들의 결과와 유사함을 알 수 있었다. Ann YG(2011)는 청국장의 pH가 알칼리로 되는 것은 콩

Table 1. Value of pH and amino type nitrogen contents of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Varieties of beans	pH	Amino type nitrogen (mg%)	Viscous material content (%)
CBC[1)]	6.52±0.02[1)d2)]	151.74±36.79[c]	1.17±0.13[c]
RBSC	7.84±0.06[c]	225.36±24.44[b]	2.26±0.24[b]
SC	8.31±0.17[a]	394.74±28.80[a]	3.44±0.36[a]
BSC	8.14±0.03[b]	145.95±41.35[c]	1.77±0.21[bc]
LBC	6.46±0.07[d]	187.85±7.83[bc]	1.43±0.19[c]

1) CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
2) Mean±SD (n=53).
3) Means with the same letter within same column are not significantly different ($p<0.05$).

단백질이 아미노산으로 분해되고 아미노산의 탈아미노화로 인하여 암모니아가 생성되기 때문에 pH가 높을수록 발효는 잘 된 것으로 볼 수 있다고 하였다. 본 실험에 사용된 균주는 CBC와 LBC의 pH가 일반적인 청국장의 pH가 낮은 것으로 보아 발효가 잘 진행되지 못한 것으로 판단되었다. 이는 렌틸콩과 병아리콩은 대두보다 단백질 함량이 낮아(Min MJ & Shin HJ 2015) 발효가 잘 진행되지 않은 것으로, 이들을 발효시키는 데 맞는 균주의 개발이 필요함을 알 수 있었다.

아미노태 질소는 SC가 394.74±28.80 mg%로 가장 높은 값을 나타내었으며(Table 1), 다음으로 RBSC가 높은 값을 나타내었고 BSC의 경우에는 CBC나 LBC와 유사한 아미노태 질소 함량을 나타내었다. Kim MH 등(2012)은 대두종류를 달리하여 청국장을 제조하였을 때 검정콩으로 제조한 청국장에서 아미노태 질소 함량이 가장 낮았다고 보고하였다. 청국장에서 아미노태 질소의 형성은 청국장균의 단백질분해효소가 작용하여 아미노산의 형태로 분해되어 형성된 것으로 아미노태 질소 함량이 높다는 것은 발효가 잘 이루어졌음을 의미한다(Lee GY 등 2014). 또한, 아미노태 질소함량은 장류 발효의 품질 지표로 식품공전에서 청국장의 아미노태 질소함량은 280 mg% 이상으로 규정하고 있다(Youn KC 등 2002). 청국장의 발효는 균수의 증가와 더불어 균이 생성하는 protease와 amylase 등의 효소활성에 의해 영향을 받게 된다(Lee NR 등 2013b). Lee NR 등(2013a)은 황태와 흑태를 이용하여 청국장을 제조하였을 때 균수는 큰 차이가 없었지만 아미노태 질소함량은 황태를 이용하여 제조한 청국장이 420 mg%로 높았으나 흑태를 이용하여 제조한 청국장이 189 mg%로 낮은 값을 나타내었다고 보고하였다. 이들의 결과는 본 연구에서 RBSC와 BSC의 균수는 SC에 비해 유의적인 차이가 없었지만(Table 2) 아미노태 질소 함량은 유의적으로 낮은 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Han HH & Lee CH(1997)는 *Bacillus subtilis*의 protease는 단백질의 surface net charge, 분자량, 단백질 형태, 표면의 소수성 및 특이적 결합형태 등에 의해 영향을 받는다고 보고하였고, Lee NR 등(2013a)도 황태와 흑태를 이용하여 청국장을 제조하였을 때 황태청국장이 흑태청국장보다 protease 활성이 더 높았다고 보고하여 균수와 관계없이 콩을 구성하고 있는 단백질의 특성이 protease의 작용에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 본 실험에 사용 된 균주는 대두를 잘 발효시키는 능력이 있는 것으로 보이나, 검은콩, 팥, 렌틸콩 및 병아리콩 등에 접종 하였을 때에 균수에는 큰 차이가 없었으나 아미노태 질소함량을 높이는 데는 효율이 떨어지므로 여러 가지 콩의 단백질 특징에 맞는 균주에 대한 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

점질물 함량은 SC가 3.44±0.36%로 가장 높았고, RBSC, BSC, CBC, LBC는 SC보다 점질물 형성량이 낮은 것을 알 수 있었다(Table 1). Woo SM 등(2006)은 대두에 균종을 달리하여 청국장을 제조하였을 때 점질물 함량은 2.84-5.66%이었고, Lee MY 등(2007)은 *Bacillus* 균종을 달리하여 청국장을 제조하였을 때 점질물의 함량은 2.57-5.63%이었다고 보고하여 본 실험에서 대두를 사용하여 제조한 청국장의 점질물 양과 유사한 경향을 나타내었다. 청국장에서 점질물은 *Staphylococcus aureus*와 *Bacillus cereus*와 같은 부패균과 *Echericia coli* O157과 *Salmonella*와 같은 병원균에 항균효과를 나타내며, cellular osmosis를 조절한다고 보고하였다(Youn HK 등 2001). 그러므로 점질물 함량은 청국장 품질의 지표가 되기도 한다. 본 실험에 사용 된 균주는 SC에서 3.44±0.36%의 점질물 함량을 나타내어 일반적인 청국장균종임을 알 수 있었으나 검정콩, 병아리콩 및 렌틸콩에는 점질물을 많이 내지 못한다는 것을 알 수 있었다. Kim MH 등(2012)은 검정콩을 이용하여 청국장을 제조하였을 때 검정콩에 함유되어 있는 anthocyanin이 *Bacillus subtilis*에 항균 효과를 나타내기 때문에 점질물 생성량이 낮은 것이라고 보고하여 본 연구의 BSC 결과와 유사함을 알 수 있었다. Lee MY 등(2007)은 좋은 질의 청국장은 낮은 경도와 높은 점질물 함량을 가진 것일수록 우수한 것이라고 보고한 바 있어 본 연구에서 대두 이외의 콩 종류는 점질물 생성량이 적어 이에 대한 연구가 더 필요하다고 생각된다.

2. 총균수 측정 결과

청국장의 미생물 생육정도를 총균수로 측정 하였을 때 BSC에서 가장 높은 CFU를 나타내었으나 SC와 RBSC와는 통계적으로 유의차는 없었다(Table 2). Lee NR 등(2013c)은 황태청국장은 8.96-9.3 log CFU 이었고 흑태청국장은 8.9-9.54 log CFU로 황태청국장에서 흑태청국

Table 2. Total colony count unit (CFU) of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Treatment	CBC[1)]	RBSC	SC	BSC	LBC
Total bacteria colony count (log CFU)	8.86±0.06[2)b3)]	9.71±0.04[a]	9.50±0.01[a]	9.73±0.03[a]	8.59±0.02[b]

[1)] CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
[2)] Mean±SD (n=53).
[3)] Means with the same letter within same row are not significantly different (p<0.05).

장보다 더 낮은 생균수를 나타내었다고 보고하였는데 본 연구에서도 BSC와 SC 사이에서 유사한 결과를 보였다. CBC와 LBC는 통계적으로 유의차를 나타내며 낮은 값을 나타내어 본 실험에서 사용한 균주는 병아리콩과 렌틸콩에서 생육하는 데는 최적이 아닌 것으로 사료되며 이들에 대한 연구는 더 진행되어야 할 것이다.

3. 색도 및 물성 측정 결과

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 색도는 콩 원료의 색에 영향을 받는 것을 알 수 있었다(Table 3). 가장 밝은 갈색을 띈 청국장은 CBC이었으며 다음으로는 SC, LBC, RBSC, BSC 순서로 어두워지는 것을 알 수 있었다(Table 3). Kim DM 등(2005)은 살균온도가 높고 저장기간이 길수록 명도는 낮아지고, 적색도와 황색도는 증가한다고 하여 좋은 청국장은 명도가 높고, 적색도와 황색도가 낮은 것일수록 바람직한 것으로 판단된다. 본 실험에서 색으로만 판단하였을 때는 CBC가 SC보다 더 색이 밝아 CBC가 청국장으로서 바람직한 색도를 나타내었다.

Table 3. Color values of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Treatment	L	a	b
CBC[1)]	58.77±3.26[2)a3)]	0.63±0.50[c]	18.50±1.22[ab]
RBSC	47.67±0.51[c]	1.33±0.75[bc]	9.73±1.14[c]
SC	54.73±1.01[b]	3.57±0.29[a]	20.20±1.45[a]
BSC	37.97±2.95[d]	2.90±0.26[a]	3.40±0.17[d]
LBC	51.00±0.46[c]	1.63±0.46[b]	18.00±0.78[b]

1) CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
2) Mean±SD (n=53).
3) Means with the same letter within same column are not significantly different (p<0.05).

다양한 종류의 콩으로 제조한 청국장의 물성은 Table 4에 표시하였다. 경도가 가장 높은 것은 SC가 가장 높았고, LBC가 가장 낮은 값을 나타내었다. Lee MY 등(2007)은 *Bacillus*속 균종을 달리하여 청국장을 제조하였을 때 경도의 범위는 2.20-4.26×10^6 dyne/cm^2(2.20-4.26×10^3 g/cm^2)이었다고 하여 본 실험에서 제조한 SC는 이들의 청국장보다는 경도가 큰 것을 알 수 있었다. 이 결과는 Kim JS 등(1998)이 청국장의 경도는 균종, 콩 재배지, 콩 불림 시간, 콩 증자시간 등에 의해 달라지며, Hu Y 등(2010)은 검정콩에 *Bacillus natto*를 접종하였을 때 경도는 감소하고 점도는 증가한다고 하여 경도는 콩 불림과 증자뿐만 아니라 발효 조건에도 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서 가장 무른 청국장은 CBC와 LBC임을 알 수 있었는데 이는 원래 병아리콩은 증자와 발효과정 중 물러진 것으로 판단되고 렌틸콩은 크기가 작아 잘 무르는 특성이 있어서인 것으로 사료된다. 부착성이 높다는 것은 끈적끈적하다는 의미이며 음의 값이 클수록 부착성은 더 큰 것을 의미한다(Chae SG 2007). 본 실험에서는 부착성은 SC, LBC, CBC, RBSC가 통계적으로 유의차를 나타내며 음의 높은 값을 나타내어 끈적이는 특성을 가짐을 알 수 있었고, BSC가 가장 낮은 음의 값을 나타내어 부착성이 낮아 통계적으로 유의차를 나타내며 덜 끈적이는 특성을 나타내었다. 점도가 높다는 것은 "되다"라는 특징을 갖는 특성(Chae SG 2007)인데 본 실험에서는 SC와 BSC가 통계적으로 유의차 없이 "된" 특징을 가지고 있었고, BSC와 LBC는 SC와 BSC보다 "묽은" 특성을 나타내었다.

4. 관능검사 결과

관능평가 강도 평가 결과는 Table 5에 나타내었다. 끈적한 외관이 가장 높은 값을 나타낸 것은 SC이었고 다음은 RBSC이었으며, CBC, BSC, LBC는 통계적으로 유의차를 나타내지 않고 낮은 점성을 갖는다고 평가하였다.

Table 4. Rheological properties of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Treatment	Hardness (g/cm^2)	Adhesiveness (g)	Viscosity (cp)
CBC[1)]	83,766.67±28,396.76[1)c2)]	-56.00±7.21[b]	1,469,372±139,279[c]
RBSC	169,500±28,116.90[b]	-51.33±5.13[b]	2,406,106±449,015[bc]
SC	247,500±4,936.60[a]	-63.67±2.52[b]	4,924,678±857,297[ab]
BSC	198,133.33±4,3741.78[b]	-22.00±16.46[a]	4,426,662±413,203[a]
LBC	55,343.33±7,080.75[c]	-62.33±4.73[b]	1,125,915±516,829[c]

1) CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
2) Mean±SD (n=53).
3) Means with the same letter within same column are not significantly different (p<0.05).

Table 5. Sensory evaluation results of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Attributes	Descriptors	CBC[1)]	RBSC	SC	BSC	LBC
Appearance	Sticky appearance	3.42±2.02[1)c2)]	5.50±1.43[b]	6.84±1.92[a]	4.16±1.88[c]	3.39±2.15[c]
Odor	Fermented odor	4.45±1.83[b]	6.03±1.79[a]	5.34±1.88[ab]	4.58±1.95[b]	6.08±2.15[a]
Taste	Sweetness	4.08±2.08[a]	3.89±1.78[a]	4.34±1.51[a]	4.11±1.97[a]	3.95±1.92[a]
	Sourness	3.95±2.28[a]	3.55±1.91[a]	3.32±1.47[a]	3.82±2.38[a]	4.32±2.33[a]
	Umami	4.12±2.10[a]	4.11±1.82[a]	4.31±2.11[a]	3.97±1.92[a]	3.78±2.30[a]
	Bitterness	4.39±1.91[b]	4.68±1.82[ab]	4.37±1.88[b]	4.00±2.19[b]	5.39±1.95[a]
Texture	Stickiness	4.66±2.02[bc]	5.24±1.58[b]	6.16±1.91[a]	4.97±1.68[b]	4.00±1.74[c]

1) CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
2) Mean±SD (n=53).
3) Means with the same letter within same row are not significantly different (p<0.05).

이 결과는 물성 측정에서 점질물의 생성량과 비례하는 결과를 나타내었다. 쿰쿰한 청국장 발효취가 가장 높은 것은 LBC와 RBSC이었으며, 다음으로는 SC이었고, CBC와 BSC는 쿰쿰한 청국장 발효취가 높지 않은 것을 알 수 있었다. 청국장은 발효과정 중 시간의 경과에 따라 단백질은 청국장균주의 protease의 작용을 받아 아미노산 형태의 질소가 암모니아 형태의 질소화합물로 분해되고 (Lee NR 등 2013b), 당과 지방 등은 효소의 작용을 받아 휘발성 카보닐 물질(Yoon KH 등 2013)로 분해되어 불쾌취의 원인이 되는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 기호 특성을 낮게 해 주는 쿰쿰한 청국장 발효취는 RBSC와 LBC에서 가장 강하게 평가되었으며, 발효취가 낮게 평가된 것은 CBC와 BSC에서였다. 맛 특성에서 단맛, 신맛, 감칠맛은 콩의 종류를 달리하여 제조한 다섯 가지 청국장에서 평가요원들은 차이를 느끼지 못하였다. 쓴맛은 LBC가 가장 강하였고 다음으로는 RBSC이었으며, CBC, SC, BSC는 통계적으로 유의차 없이 낮은 값을 나타내었다. 입안에 넣고 씹었을 때 끈적이는 정도는 SC가 가장 높았으며, 다음으로는 RBSC, BSC, CBC 순이었으며 이들은 서로 통계적으로 유의차를 나타내지 않았으나, LBC는 가장 낮은 값을 나타내었다.

기호도 평가 결과(Table 6) 외관 특성에서는 SC, CBC, LBC가 통계적으로 유의차를 나타내지 않고 높은 기호도를 나타내었고, 냄새는 SC, CBC, BSC가 높은 기호도를 나타내었으며, 맛은 SC와 CBC가 높은 기호도를 나타내었으며, 종합적인 기호도는 SC와 CBC가 높은 기호도를 나타내었다. Youn KC 등(2002)은 단맛과 감칠맛이 강하고 쓴맛이 적은 청국장을 소비자는 선호하였다고 보고하였는데 본 연구에서는 단맛과 감칠맛은 통계적으로 유의차는 없었지만 수치적으로는 강하고 쓴맛이 가장 적은 SC와 CBC가 가장 높은 선호도를 나타내어 이들의 연구결과와 유사함을 알 수 있었다.

Ⅳ. 요약 및 결론

다양한 종류의 콩으로 청국장을 제조하여 청국장의 생리활성이 우수한 특징을 활용하여 청국장의 사용범위를 넓히고 상품가치를 상승시키는 기초 자료를 확보하기 위해 대두, 팥, 검정콩, 병아리콩, 렌틸콩 등 5가지 종류의 콩에 *Bacillus subtilis* 균을 발효시켜 발효특성, 물리 화학적 특성 및 관능특성을 조사하였다. 청국장의 pH 값은 대두를 사용하여 제조한 청국장(SC)이 가장 높

Table 6. Consumer acceptance test results of *Cheonggukjang* made with various bean varieties

Descriptors	CBC[1)]	RBSC	SC	BSC	LBC
Appearance	5.05±1.72[1)a2)]	3.97±1.85[b]	5.71±1.94[a]	3.24±1.68[b]	4.87±1.91[a]
Odor	5.39±1.73[ab]	4.58±1.81[b]	5.63±1.76[a]	4.95±1.89[ab]	4.68±2.08[b]
Taste	4.76±1.70[ab]	3.95±1.59[b]	5.21±1.66[a]	4.11±1.81[b]	4.29±2.08[b]
Overall acceptance	5.18±1.90[a]	4.18±1.66[b]	5.42±1.90[a]	3.95±1.99[b]	4.18±2.10[b]

1) CBC: *Cheonggukjang* made with chickpea; RBSC: *Cheonggukjang* made with mixture of red bean 2 and soybean 1 ratio; SC: *Cheonggukjang* made with soy bean; BSC: *Cheonggukjang* made with black soy bean; LBC: *Cheonggukjang* made with lentil bean.
2) Mean±SD (n=53).
3) Means with the same letter within same row are not significantly different (p<0.05).

은 값을 나타내었고, 병아리콩을 이용하여 제조한 청국장(CBC)과 렌틸콩을 이용하여 제조한 청국장(LBC)은 pH는 7 이하로 낮은 값을 나타내었다. 아미노태 질소는 SC가 394.74±28.80 mg%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 다음으로 RBSC가 높은 값을 나타내었고 BSC, CBC, LBC는 유사한 아미노태 질소 함량을 나타내었다. 점질물 함량은 SC가 3.44±0.36%로 가장 높았고, RBSC, BSC, CBC, LBC는 SC보다 점질물 형성량이 낮았다. 청국장의 미생물 생육정도를 총균수로 측정 하였을 때 BSC, SC, RBSC 사이에는 통계적으로 유의차는 없었으며, CBC와 LBC는 통계적으로 유의차를 나타내며 낮은 값을 나타내었다. 물성특성에서 경도가 가장 높은 것은 SC이었고, LBC가 가장 낮은 값을 나타내었다. 점도는 SC와 BSC가 통계적으로 유의차 없이 높았고, BSC, LBC는 낮은 값을 나타내었다. 관능평가 강도 평가 결과 끈적한 외관이 가장 높은 값을 나타낸 것은 SC이었고 다음은 RBSC이었으며, CBC, BSC, LBC는 통계적으로 유의차를 나타내지 않고 낮은 점성을 나타내었다. 쿰쿰한 청국장 발효취는 RBSC와 LBC에서 가장 강하게 평가 되었으며, 쿰쿰한 청국장 발효취가 낮게 평가 된 것은 CBC와 BSC에서였다. 맛 특성에서 쓴맛은 LBC가 가장 강하였고 다음으로는 RBSC이었으며, CBC, SC, BSC는 통계적으로 유의차 없이 낮은 값을 나타내었다. 끈적이는 정도는 SC가 가장 높았으며, LBC가 통계적으로 유의차를 나타내며 가장 낮은 값을 보였다. 기호도 평가 결과 외관 특성에서는 SC, CBC, LBC가 통계적으로 유의차를 나타내지 않고 높은 기호도를 나타내었고, 냄새는 SC, CBC, BSC가 높은 기호도를 나타내었으며, 맛은 SC와 CBC가 높은 기호도를 나타내었으며, 종합적인 기호도는 SC와 CBC가 높은 기호도를 나타내었다. 결론적으로 다양한 종류의 콩에 *Bacillus subtilis* 균을 이용하여 청국장을 제조하는데 가장 효율적인 것은 대두임을 알 수 있었지만, 기호도 측면에서는 *Bacillus subtilis* 균을 병아리콩에 활용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was supported.

References

Ann YG. 2011. Changes in components and peptides during fermentation of *Cheonggukjang*. Korea J Food Nutr 24(1): 124-131.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA. p 335.

Baek LM, Park LY, Park KS, Lee SH. 2008. Effect of starter cultures on the fermentative characteristics of *Cheonggukjang.* Korean J Food Sci Technol 40(4):400-405.

Caragay AB. 1992. Cancer-preventive foods and ingredients. Food Technol 46(4):65-68.

Chae SG. 2007. Food chemistry. 5th ed. Hyoil Press, Seoul, Korea. p 563.

Chou ST, Chao WW, Chung YC. 2008. Effect of fermentation on the antioxidant activity of red beans (*Phaseolus radiatus* L. var. *Aurea*) ethanolic extract. Int J Food Sci Technol 43(8): 1371-1378.

Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. 1993. Genistein, diadzein, and their beta-glycoside conjugates antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. J Agric Food Chem 41(11):1961-1967.

George S, Sivasankar B, Jayaraman K, Vijayalakshmi MA. 1997. Production and separation of the methionine rich fraction from chick pea protein hydrolysate generated by proteases of *Bacillus amyloliquefaciens*. Process Biochem 32(5):401-404.

Han JH, Lee CH, 1997. Determining isoelectric points of model proteins and *Bacillus subtilis* neutral protease by the cross partitioning using poly (ethylene glycol)/dextran aqueous two-phase systems. Colloids Surf B: Biointerfaces 9(3-4): 131-137.

Hu Y, Ge C, Yuan W, Zhu R, Zhang W, Du L, Xue J. 2010. Characterization of fermented black soybean natto inoculated with *Bacillus natto* during fermentation. J Sci Food Agric 90(7):1194-1202.

Hur SJ, Lee SY, Kim YC, Choi IW, Kim GB. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. Food Chem 160:346-356.

Hwang CE, Seo WT, Cho KM. 2013. Enhanced antioxidant effect of black soybean by *Cheonggukjang* with potential probiotic *Bacillus subtilis* CSY191. Korean J Microbiol 49(4):391-397.

Hwang JH. 2010. The fermentative characteristics of *Cheonggukjang* prepared by starter culture of *Bacillus* spp. with fibrinolytic activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(12): 1832-1838.

Jeong TL, Shih YJ, Wu MT, Sung JM. 2010. Comparisons of flavonoids and anti-oxidative activities in seed coat, embryonicaxis and cotyledon of black soybeans. Food Chem 123(4):1112-1116.

Jhan JK, Chang WF, Wang PM, Chou ST, Chung YC. 2015. Production of fermented red beans with multiple bioactivities using co-cultures of *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. LWT-Food Sci Technol 63(2):1281-1287.

Kim DM, Kim SH, Lee JM, Dung NT, Kang SC. 2005. Monitoring of color changes and organoleptics properties of

Cheonggukjang products during storage for shelf-life establishment. J Korean Soc Appl Biol Chem 48(2):140-149.

Kim HG, Kim GW, Oh H, Yoo SY, Kim YO, Oh MS. 2011. Influence of roasting on the antioxidant activity of small black soybean (*Glycine max* L. *Merrill*). LWT-Food Sci Technol 44(4):992-998.

Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physicochemical properties of traditional *Chonggugjang* produced in different regions. Agric Chem Biotechnol 41(5):377-383.

Kim MH, Han SY, Ko JM, Kim YS. 2012. Degradation characteristics of proteins in *Cheonggoukjang* (fermented unsalted soybean paste) prepared with various soybean cultivars. Food Sci Biotechnol 21(1):9-18.

Lee GY, Kim SI, Jung MG, Seong JH, Lee YG, Kim HS, Chung HS, Lee BW, Kim DS. 2014. Characteristics of *Cheonggukjang* that enhance the flavor and GABA content in a mixed culture of *Bacillus subtilis* MC31 and *Lactobacillus sakei* 383. J Life Sci 24(10):1102-1109.

Lee JH, Cho KM. 2012. Changes occurring in compositional components of black soybeans maintained at room temperature for different storage periods. Food Chem 131(1): 161-169.

Lee MY, No HK, Kim SD, Prinyawiwatkul W. 2007. Quality of *Chungkukjangs* prepared with various *Bacillus* strains. Int J Food Sci Technol 42(5):587-592.

Lee NR, Go TH, Lee SM, Hong CO, Park KM, Park GT, Hwang DY, Son HJ. 2013a. Characteristics of *Chongkookjang* prepared by *Bacillus amyloliquefaciens* with different soybean and fermentation temperatures. Korean J Microbiol 49(1):71-77.

Lee NR, Park SB, Lee SM, Go TH, Hwang DY, Kim DS, Jeong SU, Son HJ. 2013b. Characteristics of white soybean *Chungkookjang* fermented by *Bacillus subtilis* D7. J Life Sci 23(4):529-536.

Lee NR, Lee SM, Go TH, Jeong SY, Hong CH, Kim KK, Park HC, Lee SM, Kim YG, Son HJ. 2013c. Fermentation characteristics of *Cheonggukjang* prepared using different soybean. J Environ Sci Int 22(6):723-732.

Min MJ, Shin HJ. 2015. Chemical composition and nutritional characteristics of lentils (*Lens culinaris*), and their application in the food industry: A review. Korean J Food Sci Technol 47(3):273-280.

Nagar V, Hajare SN, Saroj SD, Bandekar JR. 2012. Radiation processing of minimally processed sprouts (dew gram and chick pea): Effect on sensory, nutritional and microbiological quality. Int J Food Sci Technol 47(3):620-626.

Thorsen L, Abdelgadi WS, Rønsbo MH, Abban S, Hamad SH, Nielsen DS, Jakobsen M. 2011. Identification and safety evaluation of *Bacillus* species occurring in high numbers during spontaneous fermentations to produce Gergoush, a traditional Sudanese bread snack. Int J Food Microbiol 146(3):244-252.

Woo SM, Kwon JH, Jeong YJ. 2006. Selection and fermentation characteristics of *Cheongkukjang* strains. Korean J Food Preserv 13(1):77-82.

Yoo KM. 2011. Effect of soybean varieties on the physicochemical and sensory characteristics of tofu. Korean J Food Nutr 24(3):451-457.

Yoon KH, Chang YI, Lee GH. 2013. Characteristic aroma compounds of cooked and fermented soybean (*Chungkook-Jang*) inoculated with various Bacilli. J Sci Food Agric 93(1):85-92.

Youn HK, Choi HS, Hur SH, Hong JH. 2001. Antimicrobial activities of viscous substance from *Chungkukjang* fermented with different *Bacillus* spp. J Food Hyg Saf 16(3):188-193.

Youn KC, Kim DH, Kim JO, Park BJ, Yook HS, Cho JM, Byun MW. 2002. Quality characteristics of the *Cheonggukjang* fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(2):204-210.

Received on Jul.15, 2016/ Revised on Sep.1, 2016/ Accepted on Sep.1, 2016