

ORIGINAL ARTICLE

콩 종류에 따른 청국장 발효 특성

이나리 · 이상미 · 고태훈 · 정성윤¹⁾ · 홍창오 · 김근기 · 박현철 · 이상몽 · 김용균 · 손흥주*

부산대학교 생명환경화학학과, ¹⁾대구가톨릭대학교 의생명과학과

Fermentation Characteristics of Chungkookjang Prepared Using Different Soybean

Na-Ri Lee, Sang-Mee Lee, Tae-Hun Go, Seong-Yun Jeong¹⁾, Chang-Oh Hong, Keun-Ki Kim, Hyeon-Cheal Park, Sang-Mong Lee, Young-Gyun Kim, Hong-Joo Son*

Department of Life Science and Environmental Chemistry, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

¹⁾Department of Medical Life Science, Catholic University of Daegu, Daegu 712-784, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate changes of protease and amylase activities and nitrogen content in Chungkookjang prepared by *Bacillus subtilis* S8 and different soybean. Amino-type nitrogen and ammonia-type nitrogen contents increased with an increase in fermentation time and was the highest in black soybean Chungkookjang. The number of viable cells increased up to 24 h of fermentation at all temperatures tested; especially, their levels were the highest at 40°C. Protease activity was the highest in black soybean Chungkookjang. α -amylase activity increased significantly up to 6 h of fermentation at 30°C and 40°C and then maintained constantly. It also increased up to 30-36 h of fermentation at 45°C and then decreased. β -amylase activity was the highest in black soybean Chungkookjang at 35°C and 40°C and in yellow soybean Chungkookjang at 45°C. Production pattern of reducing sugar was similar to that of β -amylase. Amino-type nitrogen, viable cell number and reducing sugar content and β -amylase activity was the highest in Chungkookjang fermented at 40°C. Considering amino-type and ammonia-type nitrogen contents, Chungkookjang fermentation using yellow soybean was favorable. However, the fermentation using black soybean was favorable, considering protease and amylase activities and reducing sugar content.

Key words : *Bacillus subtilis*, Chungkookjang, Fermentation, Soybean cultivar

1. 서론

청국장(Chungkookjang)은 삶은 콩을 볶짚에 깔아 볶짚에 붙어있는 *Bacillus* 속 미생물에 의해 40-42°C에서 2-3일간 발효시킨 것으로, 발효과정 중 미생물이 생산하는 각종 효소에 의하여 특유의 맛과 향, 점질물

질이 생성된다(Son 등, 2000).

콩은 단백질과 지방질이 풍부하고 필수아미노산과 필수지방산 함량이 높으며, 이소플라본, 올리고당, 사포닌, phytate 등 만성질환 및 성인병에 효과가 있는 기능성 성분이 많이 함유되어 있다(Eom 등, 2009).

일반 장류와 달리 청국장은 증자한 대두에 청국장

Received 14 December, 2012; Revised 4 February, 2013;

Accepted 14 March, 2013

*Corresponding author : Hong-Joo Son, Department of Life Science and Environmental Biochemistry, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

Phone: +82-55-350-5544

E-mail: shjoo@pusan.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.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.

균을 접종해서 속성 발효한 후 가미해서 식용할 수 있기 때문에 단기간에 제조가능하며, 소화율이 높고 영양학적 측면에서도 된장, 고추장보다 단백질 함량이 높은 고영양 식품이다(In 등, 2002). 청국장장의 기능성으로는 항암, 혈압강하 및 혈청 콜레스테롤 저하 효과 등이 보고되었다(Yoo, 1997). 특히 *Bacillus*가 증식하면서 protease가 생성되는데 이 효소는 혈전 용해작용이 있어 심근경색, 뇌혈전 등을 예방하는 효과가 있다고 보고되었다(Her 등, 1998).

청국장에 대한 연구로서는 이취발생 저감(Rhee 등, 2004), 청국장장의 미생물 및 효소활성(Oh와 Eom, 2008), 빛 조건에서 발아시킨 콩을 이용하여 제조된 청국장장의 특성(Kim 등, 2008) 등 제조방법에 관하여 다수 보고되었다. 콩은 종류에 따라 단백질, 지방, 탄수화물과 같은 영양분의 함량에서 큰 차이가 있다고 보고 있어(Moon 등, 2011) 이들을 이용하여 제조된 청국장장의 맛과 품질은 차이가 있을 것으로 판단되지만 콩의 종류에 따른 청국장장의 발효특성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 콩 종류에 따른 청국장장의 발효특성을 알아보기 위하여 콩 종류별 청국장장을 제조하였고, 이들 청국장장의 발효 중 화학성분 및 효소활성 변화를 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 청국장 발효 균주 및 대두

실험에 사용된 청국장 균주는 본 실험실에서 분리 및 동정한 *Bacillus* 균주들 중 단백질 분해력이 우수한 *Bacillus subtilis* S8이었다. 또한 본 실험에서 사용된 콩은 재배농가에서 직접 구입한 황태 및 흑태이었다.

2.2. 청국장 제조

B. subtilis S8을 Luria-Bertani 배지에서 30°C, 200 rpm으로 20시간 동안 배양한 배양액을 발효를 위한 starter로 이용하였다. 각 콩을 121°C에서 30분간 증자하였다. 증자한 대두에 상기 균주 배양액을 1% 접종했다. 접종 후, 35°C-45°C에서 48시간 동안 발효시켜 청국장을 제조하였다. 청국장에 6배 부피의 증류수를 첨가하여 분쇄한 후, 원심분리에 의하여 상등액을 회

수하여 아래와 같이 각종 발효지표 분석에 사용하였다.

2.3. 환원당, 아미노태 및 암모니아태 질소함량

환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS)법을 사용하여 측정하였으며, glucose를 표준물질로 사용하였다(Miller, 1959). 아미노태 질소 함량은 Formol 적정법을 사용하여 정량하였다(AOAC, 1990). 암모니아태 질소 함량은 indophenol blue법을 사용하여 정량하였으며, NH₄Cl을 표준물질로 사용하였다(AOAC, 1990).

2.4. 생균수 측정

발효 중인 콩 1 g을 멸균수 9 ml에 첨가한 후, 계단 희석하였다. 희석 시료 100 µl를 nutrient agar 평판배지에 접종한 후, 30°C에서 24시간 배양하였다. Colony counter를 이용하여 생균을 계수하였다.

2.5. 효소활성 측정

Protease 활성은 상기에서 조제된 상등액을 조효소액으로 사용하여 측정하였다. 기질용액은 Hammerstem casein 0.6%를 sodium phosphate buffer (pH 7.2)에 용해시켜 조제하였다. 기질용액 1 ml와 조효소액 1 ml를 시험관에 넣고 30°C, 10분간 반응시켰다. 0.4 M trichloroacetic acid (TCA) 용액 1 ml를 가하여 반응을 중지시키고, 30분간 방치하였다. 반응 중지액을 원심 분리한 후, 상등액을 취하여 UV/VIS spectrophotometer를 이용하여 280 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소 1 unit는 0.01/ml/min의 증가로 하였다(Shon 등, 2001b).

α -amylase 활성은 다음과 같이 측정하였다. 기질용액 0.5% soluble starch 용액(0.4 M acetate buffer, pH 4.8) 2 ml와 조효소액 1 ml를 시험관에 넣고 30°C, 10분간 반응시켰다. 0.4 M TCA 1 ml를 첨가하여 30분간 방치하여 반응을 중지시켰다. 반응 중지액을 원심 분리하여 침전물을 제거하였다. 반응액 1 ml에 0.005% I₂와 0.05% KI로 조제한 용액 10 ml를 첨가한 후, 600 nm에서 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer를 이용하여 측정하였다. 효소 1 unit는 상기조건에서 blank 흡광도가 10% 감소되는 효소량으로 정의하였다(Shon 등, 2001b). β -amylase 활성 측정을 위하여 기질용액 0.5% soluble starch 용액(0.4 M acetate buffer, pH 4.8) 2 ml와 조효소액 1 ml를 시험관에 넣고 30°C, 10

분간 반응시켰다. 0.4 M TCA 1 ml를 첨가하여 반응을 중지시키고, 30분간 방치하였다. 반응 중지액을 원심분리하여 회수한 상등액을 DNS법으로 maltose의 양을 측정하였다. 이때 표준곡선은 maltose를 이용하여 작성하였다. 효소 1 unit는 상기조건에서 효소액 1 ml가 1 mg의 maltose를 유리시킬 때의 효소량으로 정의하였다(Oh와 Eom, 2008).

3. 결과 및 고찰

3.1. 아미노태 질소와 암모니아태 질소 함량

발효시간 경과에 따른 구수한 맛의 척도인 아미노태 질소 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 아미노태 질소 함량은 발효 40°C에서 황태를 제외하고 발효시간이 경과함에 따라 증가하였는데, 발효 24시간 이후에는 급격하게 증가하였다. 35°C의 경우, 발효 48시간에 황태 청국장은 163 mg%/g, 흑태청국장은 160 mg%/g로 최고 함량을 나타내었고, 두 청국장 사이에 큰 차이는 없었다. 또한 40°C에서 황태청국장은 발효 40시간에 183 mg%/g, 흑태청국장은 발효 48시간에 308 mg%/g로 최고 함량을 나타내었으며 흑태에서 더 높은 함량을 나타내었다. 반면에 45°C에서 발효 48시간에 황태청국장은 345 mg%/g, 흑태청국장은 125 mg%/g로 최고함량을 나타내었으며 황태에서 더 높은 함량을 나타내었다. 현재 우리나라의 식품공전의 규격에는 청국자의 아미노태 질소의 함량을 280 mg%/g 이상으로 규정하고 있다. 따라서 흑태 청국장은 40°C에서, 황태 청국장은 45°C에서 발효시키는 것이 구수한 맛을 내는 데 적합하다고 사료된다. Jeong 등(2012)과 Youn 등(2002)은 각각 발효 48시간 및 45시간까지 아미노태 질소함량이 계속 증가하여 본 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다.

발효 온도별 황태, 흑태 청국장의 암모니아태 질소 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 모든 온도에서 발효 시간이 경과함에 따라 암모니아태 질소의 함량은 증가하였다. 황태 청국장은 발효 48시간에 35°C에서 111.93 mg%/g, 40°C에서 466.96 mg%/g, 45°C에서 677.44 mg%/g로 나타났으며, 발효 온도가 높을수록 아미노태 질소 함량은 증가하였다. 반면, 흑태 청국장은 35°C에서 294.51 mg%/g, 40°C

에서 157.57 mg%/g, 45°C에서 153.01 mg%/g로 나타났으며, 발효온도가 높을수록 아미노태 질소함량은 감소하였고, 40-45°C에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 모든 온도에서 발효 30-36시간에 급격하게 증가하였다.

암모니아태 질소는 단백질의 탈아민에 의하여 생성되는데 암모니아태 질소가 식품 내에 축적되면 부패취로 작용하므로 일반적으로 장류 제품의 변패 또는 이상발효의 지표로 사용된다. 암모니아태 질소 함량만 고려해보면 청국장 발효는 황태의 경우 35°C에서, 흑태의 경우 40-45°C에서 24-30시간 동안 발효를 진행시키는 것이 불쾌취가 없는 청국장 제조에 유리할 것으로 판단된다. 현재 암모니아태 질소에 의한 불쾌취가 청국장 소비의 제한요인으로 작용하므로 향후 불쾌취를 제거하여 청국장을 제조하는 부분에 대해서 심도있게 연구할 필요가 있다고 판단된다. Eom 등(2009), Shon 등(2001a) 및 Woo 등(2006)은 발효시간이 경과함에 따라 암모니아태 질소가 지속적으로 증가하였으며, 특히 각각 발효 12시간, 20시간, 24시간 이후에 급격한 증가를 보여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

pH는 발효시간이 경과함에 따라 증가하였다(미제시). 황태 청국장의 경우, 35°C, 40°C, 45°C에서 각각 pH 7.13, 7.25, 7.61로 나타났으며 발효온도가 높을수록 알칼리영역으로 전환되었다. 흑태청국장의 경우에는 각 온도에서 각각 pH 6.9, 7.13, 7.10로 나타났으며, 40°C에서 가장 pH가 높았다. 청국장의 pH가 알칼리로 전환되는 것은 콩 단백질이 아미노산으로 분해되고, 탈아미노화로 암모니아가 생성되기 때문인 것으로 알려져 있다(Ann, 2011).

3.2. 생균수

청국장의 미생물 생육정도를 분석하기 위해 생균수를 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었고, 전반적으로 발효시간이 경과하면서 생균수는 증가하였다. 황태 청국장은 발효시간 경과에 따라 최고 8.96-9.3 log CFU/g로 증가하였고, 흑태 청국장은 8.9-9.54 log CFU/g로 증가하였다. 35°C와 40°C에서 발효시킨 모든 청국장에서는 발효 24시간까지 생균수가 계속 증가하였고, 45°C에서는 황태 청국장의 경우 발효 12시

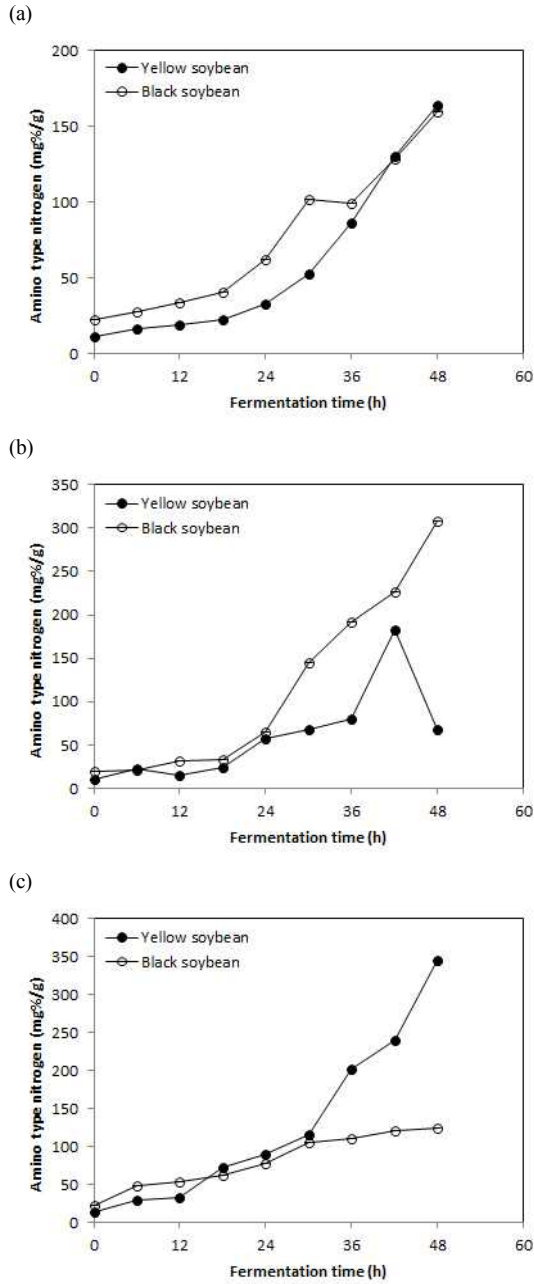


Fig. 1. Changes in amino type nitrogen of Chungkookjang during fermentation. (a) 35°C; (b) 40°C; (c) 45°C.

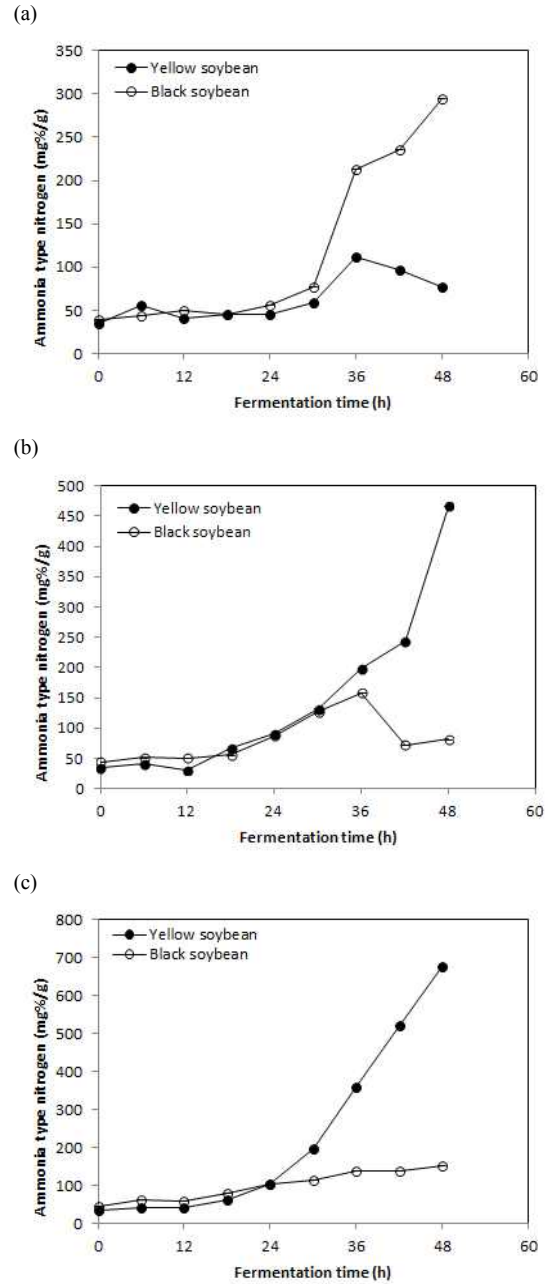


Fig. 2. Changes in ammonia type nitrogen of Chungkookjang during fermentation. (a) 35°C; (b) 40°C; (c) 45°C.

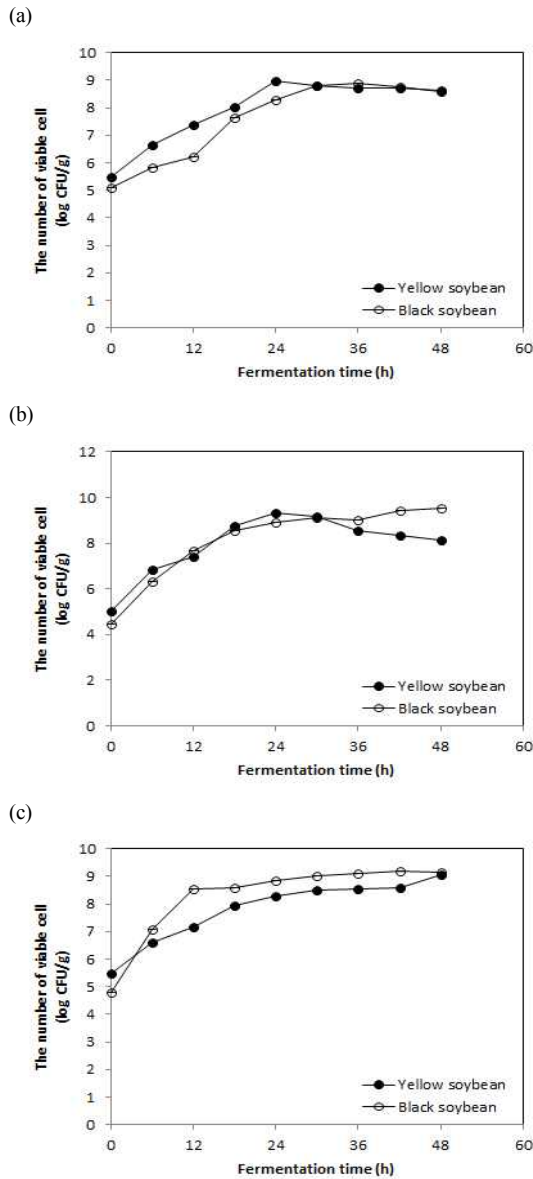


Fig. 3. Changes in the number of viable cell of Chungkookjang during fermentation. (a) 35°C; (b) 40°C; (c) 45°C.

간까지 급격하게 증가하였다가 그 이후에 완만하게 증가하였으며, 오히려 흑태 청국장의 경우보다 낮은 생균수를 나타내었다. 45°C에서 황태청국장의 경우, 미생물 생육에 필요한 기질인 환원당 함량(다음에 제시)이 흑태청국장보다 낮게 나타나 황태청국장에서

낮은 생균수를 나타냈을 것으로 판단된다.

Oh와 Eom(2008)은 발효 24시간까지 생균수가 꾸준히 증가하다가 그 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다고 보고하였고, Youn 등(2002)은 발효 45시간까지 생균수가 증가하였고, 특히 *B. subtilis*를 접종한 경우 생균수가 가장 높았다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다.

3.3. Protease 활성

청국장 발효시 맛을 결정짓는 중요한 인자 중의 하나인 protease는 콩 단백질을 가수분해하여 구수한 맛 성분인 아미노산, polypeptide 등을 생성한다. Protease 활성은 Fig. 4에서 보는 바와 같이 40°C에서 발효시킨 황태 청국장에서 발효 30시간까지 증가하다가 감소하는 것을 제외하고 모든 온도에서 발효시간 경과에 따라 증가하는 양상을 나타내었다. 발효 초기인 6-12시간에 protease 활성은 급격하게 증가하였는데, 황태 청국장은 발효 24시간 이후에도 계속 증가하였고, 흑태 청국장은 일정하게 유지되거나 완만하게 증가하였다. 35°C, 40°C, 45°C에서 황태청국장은 각각 845 U/g, 857 U/g, 806.4 U/g, 흑태청국장은 각각 730 U/g, 748 U/g, 707 U/g의 최고 활성을 나타내었다. 35°C, 40°C에서는 큰 차이를 보이지 않았으며, 45°C에서는 활성이 감소하여 고온에서 효소활성이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 황태 청국장은 흑태 청국장보다 protease 활성이 높게 나타났다. Jeong 등(2012)은 발효 48시간까지 protease 활성이 급격하게 증가하였다고 보고하였고, Ann(2011)은 발효 36시간에 활성이 가장 높았으며, 이후 점차 낮아졌다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Moon 등(2011)은 흑태는 24.52%, 백태는 24.18%의 단백질을 함유하며, protease 활성은 흑태에서 더 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 황태와 흑태 간의 단백질 분해활성이 약간 다르게 나타났으므로 콩 종류에 따라 청국장 품질에도 차이가 있을 것으로 판단된다.

3.4. Amylase 활성과 환원당 함량

발효온도를 달리하여 발효시간별로 amylase 활성을 측정된 결과는 Fig. 5-6에 나타내었다. 청국장 발효는 단백질뿐만 아니라 전분질의 분해속도도 중요한

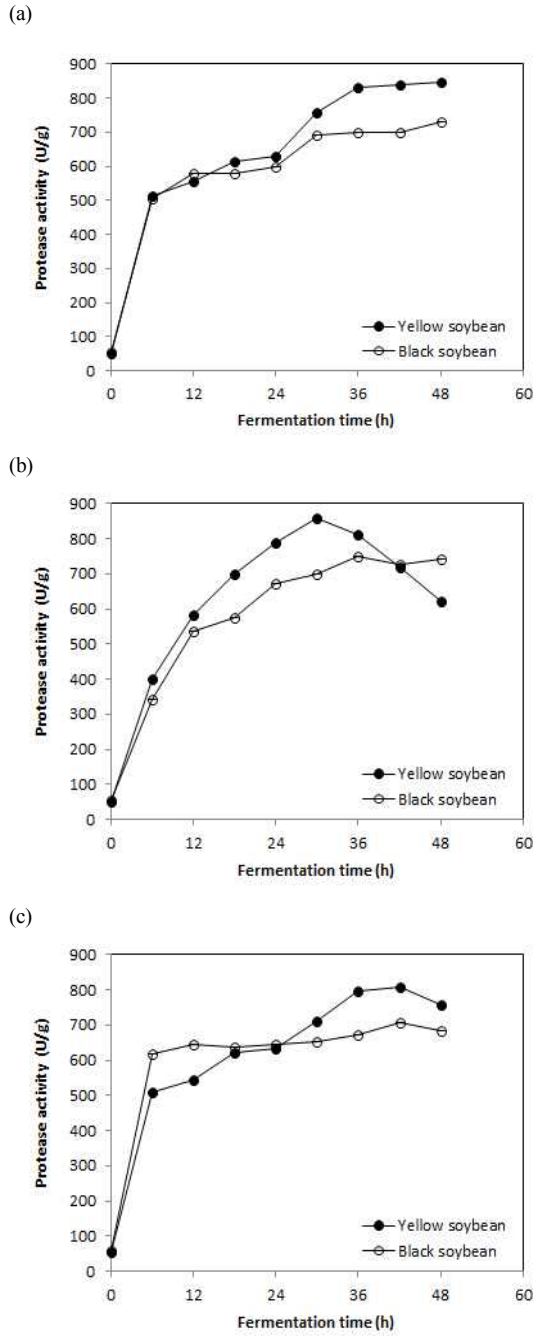


Fig. 4. Changes in protease activity of Chungkookjang during fermentation. (a) 35 °C; (b) 40 °C; (c) 45 °C.

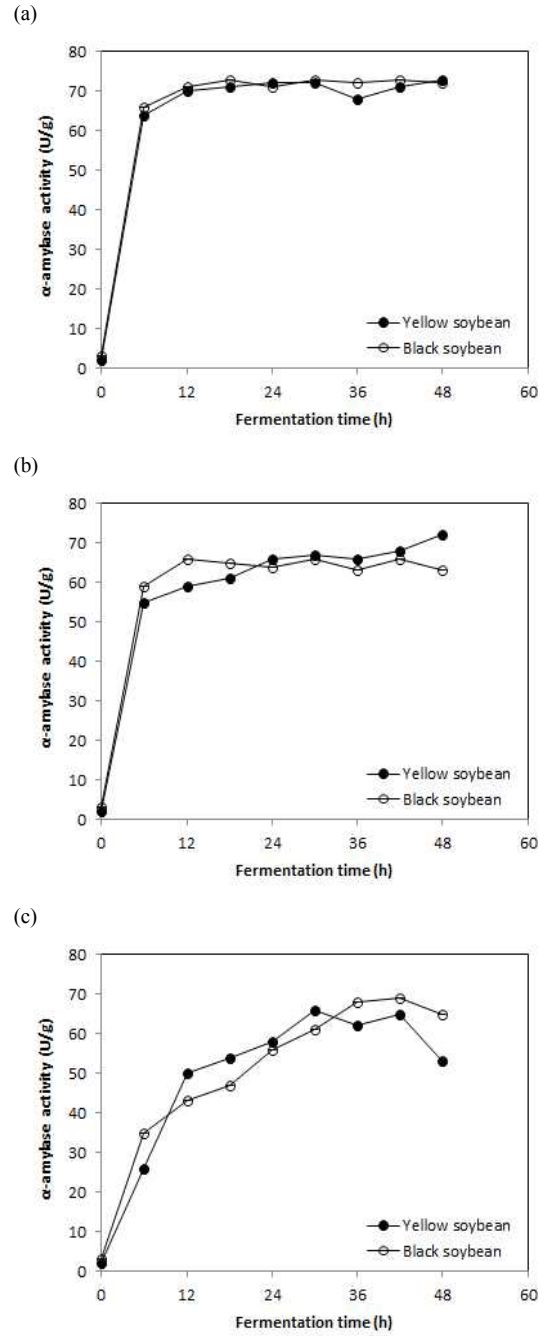


Fig. 5. Changes in α -amylase activity of Chungkookjang during fermentation. (a) 35 °C; (b) 40 °C; (c) 45 °C.

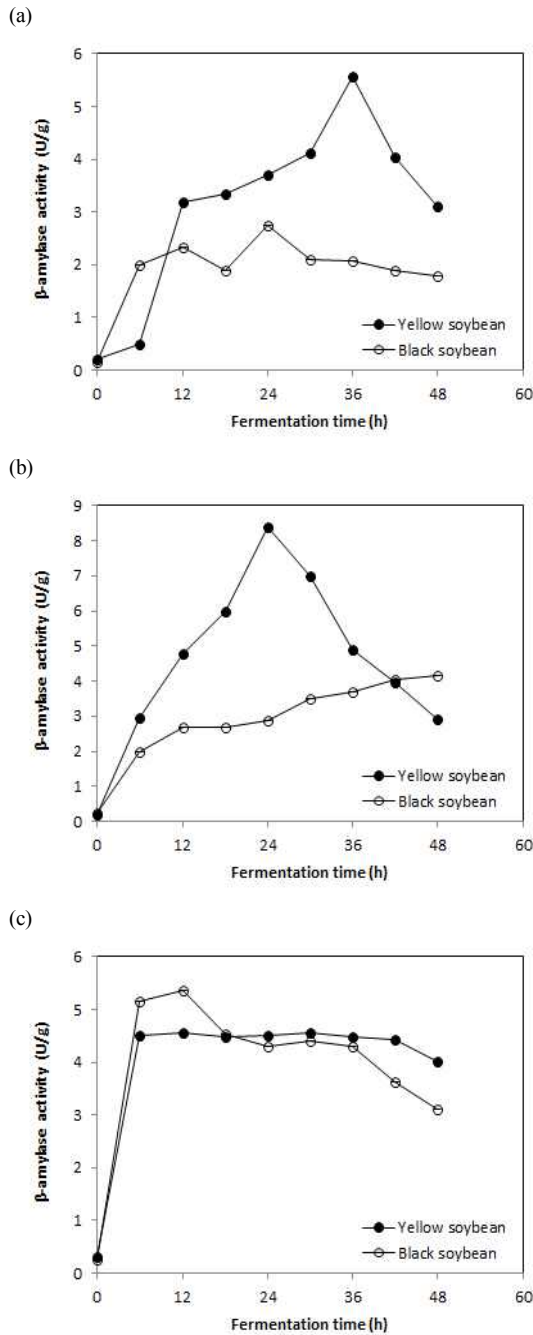


Fig. 6. Changes in β -amylase activity of Chungkookjang during fermentation. (a) 35°C; (b) 40°C; (c) 45°C.

인자인 것으로 알려져 있다. α -amylase 활성(Fig. 5)은 35°C에서 발효시킨 경우, 6시간에 효소 활성이 급격하게 증가하다가 70-73 U/g의 범위에서 일정하게 유지되었고, 40°C에서는 발효 6시간에 급격하게 증가하였다가 황태의 경우 52 U/g에서 72 U/g로 완만하게 증가하였고, 흑태의 경우 59-66 U/g의 범위에서 일정하게 유지되었다. 45°C에서는 황태의 경우 발효 30시간까지 66 U/g으로 증가한 후 감소하였고, 흑태의 경우 발효 42시간까지 69 U/g로 증가한 후 감소하였다. 45°C에서는 발효 초기에 천천히 증가하는 양상을 보인 것 외에는 콩 종류 및 발효온도에 따른 차이는 없었다. β -amylase 활성(Fig. 6)은 대체적으로 발효가 진행됨에 따라 효소 활성이 증가하다가 감소하는 패턴을 보여주었다. 황태 청국장은 35°C에서 발효 36시간까지 5.58 U/g로 증가하였다가 급격하게 감소하였고, 40°C에서 발효 24시간에 8.41 U/g로 급격하게 증가하였다가 급격하게 감소하였으며, 45°C에서는 발효 6시간에 급격하게 증가한 후 완만하게 증가하였다. 흑태 청국장은 35°C에서 발효 24시간에 2.73 U/g로 최고함량을 나타낸 후 감소하였고, 40°C에서 48시간까지 4.16 U/g로 계속 증가하였으며, 45°C에서 발효 6시간까지 5.15 U/g로 증가한 후 일정하게 유지하였다. 황태 및 흑태 청국장은 각각 40°C와 45°C에서 최고 활성을 나타내었으며, 고온인 45°C에서 황태보다 흑태에서 더 높게 나타났다. 발효 초기인 0시간에는 amylase 활성이 나타나지 않았다. 즉, 발효가 진행되면서 amylase 활성이 높게 유지되어 콩에 있는 전분질 원료가 계속 분해된다고 사료된다. Jeong 등(2009)은 α -amylase 활성은 발효 24시간까지 계속 증가하는 경향을 보였으며, 발효 0시간에는 활성이 나타나지 않았다고 하였으며, Jeong 등(2012)은 β -amylase 활성은 발효 24시간까지 증가하였다가 그 이후 약간 감소하는 경향을 보고하여 본 연구결과와 비슷한 경향을 보였다.

발효 시간에 따른 단맛 성분의 주체인 환원당의 양을 측정된 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 황태 청국장은 35°C에서 발효 40시간까지 13.17 mg/g로 증가하였고, 40°C에서 발효 18시간까지 21.87 mg/g로 증가하였으나 그 이후 48시간에 50% 감소한 10.59 mg/g로 나타내었다. 45°C에서 발효 36시간에 15.75 mg/g로 일정하게 증가한 후 감소하였다. 흑태 청국장은 35°C에서

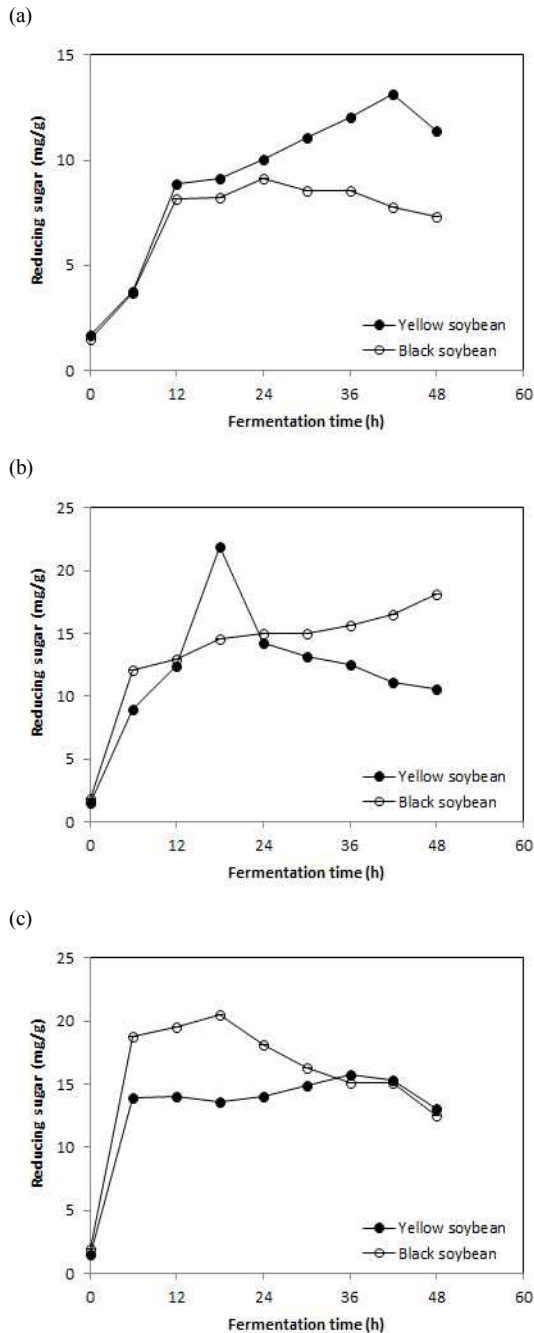


Fig. 7. Changes in reducing sugar of Chungkookjang during fermentation. (a) 35°C; (b) 40°C; (c) 45°C.

발효 24시간에 9.1 mg/g로 증가한 후 완만하게 감소하였고, 40°C에서 발효 48시간에 18.15 mg/g로 최고 함량을 나타내었으며, 45°C에서 발효 18시간까지 20.49 mg/g로 증가한 후 급격하게 감소하였다. 환원당은 β -amylase 활성의 변화 패턴과 유사하게 나타나 상관관계가 있는 것으로 판단되며, Oh와 Eom(2008)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. Shon 등(2001a)은 발효 24시간까지 환원당 함량이 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다.

흑태는 발효과정에서 페놀성 화합물을 생성하여 높은 항산화능을 나타낸다는 보고(Kim 등, 2005; Kiers 등, 2000)가 있는데 청국장의 항산화 활성은 미생물에 의하여 콩이 발효되는 동안에 일어나는 단백질 분해에 따른 펩티드의 생성에 기인하는 것으로 추정되었다. 따라서 향후 콩 종류별 청국장의 항산화능도 조사할 필요가 있다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 콩 종류별로 *B. subtilis* S8을 접종하여 제조한 청국장의 발효 중 질소화합물과 protease 및 amylase 등 효소활성의 변화를 조사하였다. 청국장 발효 중 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 함량은 발효가 진행됨에 따라 증가하였고, 온도가 높을수록 흑태에서 더 높게 나타났다. 청국장 발효 중 생균수는 모든 온도에서 발효 24시간까지 증가하였는데, 40°C에서 생균수가 가장 많았다. Protease 활성은 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 증가하였으며, 모든 온도에서 흑태가 더 높게 나타났다. α -amylase 활성은 모든 청국장에 35°C와 40°C에서 발효 6시간에 급격하게 증가하였고, 그 이후에는 일정하게 유지되었다. 45°C에서는 발효 30-36시간까지 증가한 후 감소하였다. 황태와 흑태에 따른 차이는 나타나지 않았다. β -amylase 활성은 35°C와 40°C에서 흑태가 더 높게 나타났으며, 흑태에서 24-30시간까지 증가한 후 감소하였다. 45°C에서는 황태가 더 높게 나타났으며 발효 12시간까지 증가한 후 감소하였다. 환원당 생성 패턴은 β -amylase 활성 패턴과 유사한 경향을 나타내었고, 40°C와 45°C에서 높은 활성을 나타내었다. 발효 40°C에서 청국장을 제조할 때, 아미노태 질소, 생균수, β -amylase 활성

및 환원당함량이 높게 나타났다. 40℃에서 아미노태 질소 및 암모니아태 질소함량을 고려해보면 황태 청국장을 제조하는 것이, protease 및 amylase 활성과 환원당 함량을 고려해보면 흑태 청국장을 제조하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- Ann, Y. G., 2011, Changes in components and peptides during fermentation of Cheonggukjang, Kor. J. Food Nutr., 24(1), 124-131.
- AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, DC., USA, 335.
- Eom, S. M., Jung, B. Y., Oh, H. I., 2009, Changes in chemical components of Cheonggukjang prepared with germinated soybeans during fermentation, J. Appl. Biol. Chem., 52(3), 133-141.
- Her, S., Lee, S. K., Joo, H. K., 1998, Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional Chungkookjang, J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 41(2), 119-124.
- In, J. P., Lee, S. K., Ahn, B. K., Chung, I. M., Jang, C. H., 2002, Flavor improvement of Chungkookjang by addition of Yucca(*Yucca shidigera*) Extract, Kor. J. Food Sci. Technol., 34(1), 57-64.
- Jeong, J. B., Choi, S. K., Jeong, D. Y., Kim, Y. S., Kim, Y. S., 2012, Effects of germination time of soybeans on quality characteristics of Cheonggukjang fermented with an isolated bacterial strain, Kor. J. Food Sci. Technol., 44(1), 69-75.
- Jeong, W. J., Lee, A. R., Chun, J. Y., Cha, J. H., Song, Y. S., Kim, J. H., 2009, Properties of Cheonggukjang fermented with *Bacillus* strains with high fibrinolytic activities, J. Food Sci. Nutr., 14(3), 252-259.
- Kiers, J. L., van Laeken, A. E. A., Rombouts, F. M., Nout, M. J. R., 2000, In vitro digestibility of *Bacillus* fermented soya bean, Int. J. Food Microbiol., 60(2-3), 163-169.
- Kim, M. H., Lee, N. H., Cho, U. K., 2008, Fermentation characteristics of Cheonggukjang made of germinated soybean under light condition, J. Life Sci., 18(10), 1758-1763.
- Kim, S., Kwon, T., Lee, Y., Choung, M., Moon, G., 2005, A major antioxidative compounds and comparison of antioxidative activities in black soybean, Kor. J. Food Sci. Technol., 37(1), 73-77.
- Miller, G. L., 1959, Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, Anal. Chem., 31(3), 426-429.
- Moon, H. K., Lee, S. W., Moon, J. N., Kim, D. H., Yoon, W. J., Kim, G. Y., 2011, Quality characteristics of various beans in distribution, J. East Asian Soc. Dietary Life, 21(2), 215-221.
- Oh, H. I., Eom, S. M., 2008, Changes in microflora and enzyme activities of Cheonggukjang prepared with germinated soybeans during fermentation, Kor. J. Food Sci. Technol., 40(1), 56-62.
- Rhee, J. H., Park, K. H., Yoon, K. R., Yim, C. B., Lee, I. H., 2004, Isolation of *Bacillus subtilis* producing the Cheongkukjang with reduced off-flavor by suppressing the growth of bacteria causing off-flavor, Food Sci. Biotechnol., 13(6), 801-805.
- Shon, M. Y., Kwon, S. H., Park, S. K., Park, J. R., Choi, J. S., 2001a, Changes in chemical components of black bean Chungkugjang added with kiwi and radish during fermentation, Kor. J. Postharvest Sci. Technol., 8(4), 449-455.
- Shon, M. Y., Kwon, S. H., Sung, C. K., Lee, S. W., Park, S. K., 2001b, Isolation and microbiological characteristics of *Bacillus megaterium* SMY-212 for preparation of black-bean Chungkugjang, J. Life Sci., 11(4), 304-310.
- Son, D. H., Kwon, O. J., Ji, W. D., Choi, U. K., Kwon, O. J., Lee, E. J., Cho, Y. J., Cha, W. S., Chung, Y. G., 2000, The quality changes of Cheonggukjang prepared with *Bacillus* sp. CS-17 during fermentation time, J. Kor. Soc. Agric.

- Chem. Biotechnol., 43(1), 1-6.
- Woo, S. M., Kwon, J. H., Jeong, Y. J., 2006, Selection and fermentation characteristics of Cheonggukjang Strains, Kor. J. Food Preserv., 13(1), 77-82.
- Yoo, J. Y., 1997, Present status of industries and research activities of Korean fermented soybean products, The Microorganism and Industry, 23(1), 13-30.
- Youn, K. C., Kim, D. H., Kim, J. O., Park, B. J., Yook, H. S., Cho, J. M., Byun, M. W., 2002, Quality characteristics of the Chungkookjang fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*, J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 31(2), 204-210.