

발아대두 청국장의 발효 중 화학성분의 변화

엄상미 · 정보영 · 오훈일*

세종대학교 식품공학과

Changes in Chemical Components of *Cheonggukjang* Prepared with Germinated Soybeans during Fermentation

Sang-Mi Eom, Bo-Young Jung, and Hoon-Il Oh*

Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Received July 7, 2009; Accepted September 15, 2009

This study was carried out in order to investigate the changes in chemical components of four kinds of *Cheonggukjang* during fermentation. Three different kinds of *Cheonggukjang* were prepared with germinated soybeans using rice straw, *Bacillus natto*, *Bacillus natto* plus *Aspergillus oryzae*, and non-germinated soybeans using rice straw. The nitrogen contents increased significantly during fermentation in all kinds of *Cheonggukjang*. Especially germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *A. oryzae* plus *B. natto* showed approximately 1.3 to 3.0 fold higher values than the other *Cheonggukjangs*. Total free amino acid contents of all *Cheonggukjangs* increased with an increase in fermentation time until 60 h. Lysine content was highest in *Cheonggukjang* prepared with ungerminated soybean at 72 h of fermentation. Among free amino acids of germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with rice straw, glutamic acid was highest (3.64 mg/g) after 72 h of fermentation. In *Cheonggukjang* prepared with mixed culture, glutamic acid content was 4.37 mg/g. Total carbohydrate contents of *Cheonggukjang* decreased rapidly with an increase in fermentation time except the ungerminated soybean *Cheonggukjang*, and the total carbohydrate contents varied from 9.81 to 14.04% after 72 h of fermentation. On the other hand, total carbohydrate contents of ungerminated soybean *Cheonggukjang* prepared with rice straw gradually decreased during fermentation. In conclusion, it is expected to increase the contents of functional constituents and to improve quality characteristics of *Cheonggukjang* when it is prepared with germinated soybeans using *B. natto* plus *A. oryzae*.

Key words: carbohydrate content, *Cheonggukjang*, free amino acid, germinated soybean

서 론

최근 들어 전통식품에 대한 새로운 인식과 관심이 되살아남에 따라 전통 발효식품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 콩은 단백질과 지방질이 풍부하고 isoflavone, saponin, phytic acid, oligosaccharides 등 만성질환 및 성인병에 효과가 있는 기능성 성분이 많이 함유되어 있어 발효식품에 있어서 콩의 이용에 대한 관심이 높아지고 있다.

대표적인 한국 고유의 콩 발효식품인 청국장은 *Bacillus* sp.를 이용하여 40°C에서 2~3일 정도 발효시키는데 발효 숙성과정 중에 각종 효소의 작용으로 콩 안의 모든 성분들이 상당히

분해되어 소화성이 우수하며, 발효과정 중 구수한 맛을 형성하는 동시에 끈끈한 흰색의 점질물이 생성된 고단백 조미 발효식품이다[Shon 등, 2000]. 최근 청국장은 혈전형성 억제[Heo 등, 1998], 체중감소 및 혈압강하 효과[Yang 등, 2003] 등이 밝혀지면서 소비가 급격히 증가하고 있어 새로운 제품의 개발이 시급한 실정이다.

오래전부터 발아과정은 복잡한 생화학적 메카니즘을 밝히는 수단으로 식물생화학자들에 의해 연구되어 왔으나 최근에는 종자를 발아 시키면 화학성분의 변화와 함께 영양적 가치도 변한다는 점을 이용하여 식품의 영양적 가치를 증대 시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 대두는 발아과정 동안의 호흡과 대사 작용으로 비단백태질소성분은 증가하고 지방질과 올리고당은 감소하며[Yang과 Kim, 1980] 만성질환 예방에 효과적인 isoflavone은 발아 초기에 그 함량이 증가하다가 감소하는[Kim 등, 2004] 등 다양한 영양성분 및 생리활성 물질의 화학적 변화가 일어난다.

*Corresponding author

Phone: +82-2-3408-3229; Fax: +82-2-3408-3319

E-mail: ohhi@sejong.ac.kr

doi:10.3839/jabc.2009.023

발아 대두를 식품에 적용하고자 하는 연구는 매우 최근에 시작되어 발아 콩을 이용하여 콩 우유의 isoflavone 함량과 품질의 특성을 개선하고자 하는 시도[Lee 등, 2005]와 발아 대두 청국장의 품질 변화[Kim 등, 2007] 및 미생물과 효소활성도의 변화[Oh와 Eom, 2008]에 관련된 연구만이 보고되어 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 전보[Oh와 Eom, 2008]에 이어 대두 발아 시 여러 가지 생리활성 물질이 증가한다는 보고들[Oh와 Cha, 2000; Kim 등, 2004; Eom, 2006]을 바탕으로 청국장의 기능성을 향상 시키고자 25°C에서 48시간 발아시킨 콩을 원료로 벧짚, *Bacillus natto* 또는 *Bacillus natto*와 *Aspergillus oryzae* 복합균주를 이용한 3가지 청국장과 비발아콩을 이용한 청국장을 제조하여 이들 청국장의 발효 중 화학성분의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약. 청국장 제조에 사용된 백태는 수분함량 4.41%, 조단백질 함량 37.54%, 회분함량 5.01%로 2004년 강화도에서 수확된 것을 시중에서 구입하여 형태, 색, 크기가 비슷한 것을 선별하여 사용하였다. 아미노산 분석에 사용된 표준시약은 Sigma-Aldrich Chemical Corp.(St. Louis, MO)에서 구입하여 사용하였고 그 밖의 분석시약들은 모두 특급시약을 사용하였다. 청국장 제조 시 사용한 *Bacillus natto* 및 *Aspergillus oryzae* 균주는 (주)CF테천들(논산, 대한민국)에서 분양받아 사용하였다.

콩의 발아. 청국장 제조에 사용되는 원료 콩을 부직포(두께 1 mm, 덕두산업, 포천군, 대한민국)를 가로 20 cm, 세로 19 cm의 사각형 모양으로 절단하여 원통형의 콩나물 재배용 플라스틱 통에 얹은 후 그 위에 콩 60 g을 단층으로 놓은 다음 증류수 300 mL를 넣어 25°C에서 48시간 발아시켰다. 이때 부직포를 가로 2 cm, 세로 20 cm의 직사각형 모양으로 잘라 플라스틱 통과 아래의 물통에 연결시켜 모세관 현상에 의해 수분이 지속적으로 공급되도록 하였다.

발아콩 청국장의 제조. 청국장은 벧짚을 이용한 청국장, *B. natto*를 접종한 청국장 및 *A. oryzae*와 *B. natto* 혼합균주를 이용한 청국장 등 4가지 종류로 (주)엔유씨(대구, 대한민국) 가정용 청국장 기기를 사용하여 제조하였다. 4가지 종류의 청국장은 모두 25°C에서 48시간 발아시킨 콩 1 kg을 110°C에서 50분간 autoclave를 이용하여 증자한 후 50°C 정도로 냉각시켜 45~50°C에서 72시간 동안 발효시켰다. 벧짚 청국장은 청국장 제조기에 벧짚을 단층으로 깔고 그 위에 50°C로 냉각시킨 증자 대두를 단층으로 깔고 그 위에 다시 벧짚을 얹어 72시간 동안 발효시켰다. *B. natto*를 이용한 청국장은 *B. natto*를 nutrient broth 배지(Difco Laboratories, Detroit, MI)에서 30°C, 24시간 배양시켜 멸균증류수로 포자농도 10^7 ~ 10^8 CFU/mL이 되도록 포자농도를 조절한 균주를 증자대두 무게의 1%(w/w) 수준으로 접종하였다. *A. oryzae*와 *B. natto* 복합균주를 이용한 청국장은 *B. natto*를 멸균증류수로 포자농도 10^7 ~ 10^8 CFU/mL이 되도록 조절된 균주에 고체균주인 *A. oryzae*를 10^7 ~ 10^8 CFU/mL 농도가 되도록 접종시켜 충분히 교반시킨 후 증자대두 1 kg에 두 균주가 혼합된 배양액을 증자대두 무게의 1%(w/w) 수준으로

접종하여 30°C에서 48시간 동안 배양시켜 *A. oryzae*의 증식을 유도시킨 후, 배양온도를 50°C로 증가시켜 나머지 24시간 동안 *B. natto*의 증식을 유도하여 복합균주를 이용한 청국장을 제조하였다. 각 청국장은 총 72시간 발효 중 12시간 간격으로 시료를 채취하여 동결 건조시킨 후 Waring blender(Dynamics Corp., New Hartford, CT)로 마쇄하여 30 mesh 체를 통과시켜 -20°C에서 보관하여 실험에 사용하였다.

질소화합물. 청국장 시료 1 g에 증류수 10 mL를 첨가하여 1 시간 동안 교반한 후 여과지(Whatman filter paper No. 41)로 여과하여 불용성 단백질을 분리 제거하고 남은 상등액을 50 mL로 정용한 것을 전처리 액으로 사용하였다.

아미노태 질소. Kim 등[2005]의 방법을 변형하여 시료 0.5 g에 증류수 50 mL를 가하여 30°C에 30분간 진탕용해한 후 여과지(Whatman filter paper No. 2)로 여과하여 20 mL를 취하였다. 이 여액에 페놀프탈레인 세 방울을 넣은 후 0.1 N NaOH 용액으로 미홍색이 될 때까지 적정하여 A 용액으로 하였다. 중성 formalin용액(35%)에 지시약 페놀프탈레인을 세 방울 넣은 후 0.1 N NaOH 용액으로 미홍색이 될 때까지 적정하여 B용액을 제조 한 뒤 위의 A 용액과 B 용액을 20 mL씩 정확히 취하여 충분히 혼합한 후 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 아미노태 질소함량을 산출하였다.

암모니아태 질소. Park 등[1995]의 방법에 따라 전처리액 20 mL를 취하여 30% NaOH 2 mL와 소포제로 실리콘수지 3 mL를 넣은 다음 증류장치에서 5분간 증류하였다. 이때 발생하는 가스를 3% boric acid에 포집하여 pH-meter를 이용하여 0.02 N HCl로 pH 4.04까지 적정하여 그 함량을 산출하였다.

유리 아미노산 분석. 동결건조시킨 발아콩 및 청국장 시료 0.5 g에 증류수 10 mL를 가하여 60분간 sonication (Branson Ultrasonic Corp., Danbury, CT)시켜 아미노산을 추출하였다. 이 추출액에 10% TCA 용액(w/v) 0.15 mL를 첨가하여 콩 단백질을 침전시킨 후 10,000×g에서 15분간 원심분리한 후, 상등액을 취하여 diethyl ether로 세척하여 잔존하는 TCA를 제거하고 0.45 µm syringe filter(Woong Ki Science Corp., Seoul, Korea)와 Sep-pak C₁₈ cartridge(1.8×30 mm, Waters Corp., Milford, MA)를 통과시켜 지질 및 색소 등을 제거하였다. 이 여액 50 µL에 250 µL의 0.4 N borate buffer(pH 10.2)와 50 µL의 0.2% orthophthaldialdehyde reagent(w/v in 0.4 N borate buffer, pH 10.2)를 첨가한 다음 10분간 실온에서 유도체화시켜 HPLC로 Table 1과 같은 조건으로 유리 아미노산을 분석하였다.

총당 및 환원당

총당. 총당 함량은 Dubois 등[1956]의 phenol-sulfuric acid 법을 변형하여 시료 0.5 g에 25% HCl(v/v in water) 1 mL와 증류수 9 mL를 첨가하여 95~100°C의 수욕 상에서 2시간 동안 산 분해시킨 후 여과지(Whatman filter paper No. 2)로 여과하였다. 이 여액 1 mL에 5% phenol 1 mL와 진한 황산 5 mL를 가하여 혼합한 후 15분간 반응시켜 분광광도계(Beckman Instrument, DU 650, Fullerton, CA)로 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준곡선은 glucose를 용해하여 위와 동일한 조건으로 작성하였다.

Table 1. Operating conditions for analysis of free amino acid by high performance liquid chromatography

Instrument	Waters Associates HPLC			
Column	Grom-sil 100 ODS-2 FE, 5 µm column (4.6×250 mm)			
Temperature	35°C			
Eluent A	0.1 M ammonium acetate buffer (pH 6.0)			
Eluent B	60% acetonitrile (v/v in water)			
Detection	Waters 486 absorbance detector (338 nm)			
Injection vol.	20 µL			
Gradient	Time (min)	Flow (mL/min)	%A	%B
	Initial	1.0	90	10
	2.5	1.0	90	10
	15.0	1.0	60	40
	25.0	1.0	50	50

환원당. Park 등[1995]의 방법에 따라 시료 1g에 증류수 200 mL로 정용한 다음 30°C에서 120 rpm으로 2시간 교반한 후 10% TCA(v/v in water)를 소량 첨가하여 단백질을 침전시킨 후 15분간 방치시켜 여과하였다. 이들 여액 1 mL에 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS) 시약 3 mL를 넣고 끓는 수욕 상에서 10분간 발색시킨 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준용액으로는 glucose를 사용하여 당의 양과 흡광도 사이의 표준곡선을 작성한 후 표준곡선에 따라 시료중의 환원당량을 결정하였다.

결과 및 고찰

청국장의 발효시간에 따른 질소화합물의 변화

아미노태 질소. 아미노태 질소 함량은 protease의 작용에 의하여 단백질이 아미노산의 형태로 분해되는 정도를 나타낸 것으로 청국장의 발효도 평가 및 장류 발효식품의 품질 지표로 사용되고 있다. 현재 우리나라 식품공전의 규격에는 청국장의 아미노태 질소 함량을 280 mg% 이상으로 규정하고 있다.

Fig. 1은 4종류의 청국장 발효 시 아미노태 질소함량의 변화를 나타낸 것으로 비발아콩 볏짚 청국장은 발효 0시간에 212.10 mg%를 나타낸 이후 발효 36시간까지 급격히 증가하여 36시간에 826 mg%로 최대 아미노태 질소 함량을 나타내며 약 2.7배 증가하였다. 최대 함량을 나타낸 이후에는 다시 감소하여 발효 72시간까지 평균 569.30 mg%의 아미노태 질소 함량을 나타내었다. 발아콩 볏짚 청국장의 경우 발효 시간이 증가함에 따라 아미노태 질소 함량 또한 지속적으로 증가하여 발효 60시간에 932.40 mg%로 최대함량을 나타내었다. 최대함량을 보인 60시간 이후에는 더 이상의 증가양상을 보이지 않았으며 발효 72시간에 856.80 mg%의 아미노태 질소 함량을 나타내었다. 발아콩 볏짚 청국장과 비발아콩 볏짚 청국장은 발효 36시간까지는 비슷한 함량을 나타내었으나 36시간 이후에는 비발아콩 볏짚 청국장의 아미노태 질소함량이 감소한 반면 발아콩 볏짚 청국장은 증가하는 상이한 결과를 나타내었다.

*B. natto*를 접종한 청국장은 발아콩 볏짚 청국장과 유사한 변화 패턴을 나타내었는데 아미노태 질소 함량은 발효 36시간과 48시간 사이에 182.0 mg% 증가량을 보이며 발효 48시간에

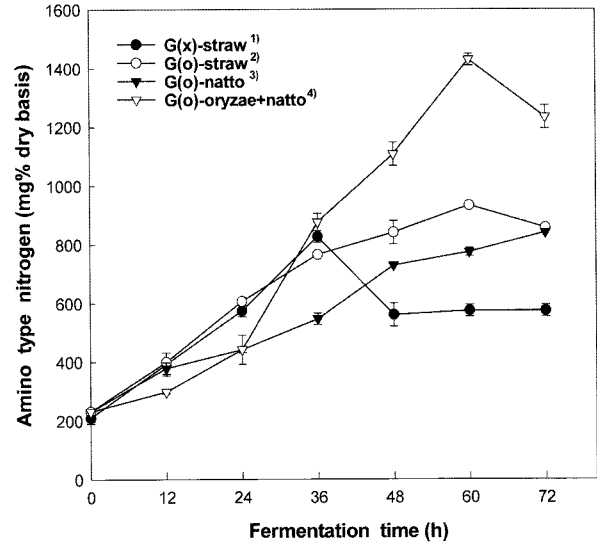


Fig. 1. Changes in amino type nitrogen contents of Cheonggukjang during fermentation.

- ¹⁾soybean Cheonggukjang prepared with rice straw
- ²⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with rice straw
- ³⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with *Bacillus natto*
- ⁴⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus natto*

728.0 mg%를 나타내었다. 그 이후 발효시간이 증가함에 따라 지속적으로 증가하여 발효 72시간에 840.0 mg%로 최대함량을 나타내었다. *A. oryzae*와 *B. natto* 혼합균주를 이용한 청국장의 경우 다른 청국장들에 비해 월등히 높은 아미노태 질소 함량을 보였는데, 특히 발효 48시간에는 1107.11 mg%로 동일 시간대 다른 청국장에 비해 1.3~1.5배 높은 함량을 나타내었다. 발효 48시간 이후에도 급격한 증가양상을 보이며 발효 60시간에 1429.43 mg%로 최대 아미노태 질소 함량 보였으나 이후 다시 감소하여 발효 72시간에는 1233.23 mg%를 나타내었다. 혼합균주를 접종한 청국장이 다른 3종류의 청국장에 비해 아미노태 질소 함량이 높은 이유는 혼합균주가 단일균주보다 콩 단백질 분해력이 강하기 때문인 것으로 사료되며, 실제로 본 실험에서 혼합균주의 protease 활성도가 다른 청국장에 비해 1.3~1.8배 정도 높게 나타났다[Oh와 Eom, 2008]. 따라서 본 연구결과는 기존의 보고들[Suh 등, 1982; Seok 등, 1984; Kim 등, 1999]과 마찬가지로 아미노태 질소 함량이 단백질분해 효소의 활성에 의하여 결정된다는 것을 확인시켜준 것이라 할 수 있다.

Lee 등[1991]은 *B. subtilis*와 *B. natto*의 혼합균주를 이용하여 청국장 제조 시 모든 시험구에서 발효 72시간까지 아미노태 질소 함량이 계속 증가하였고 *B. natto*를 이용한 청국장에서 가장 높은 증가를 보여 사용 균주에 따라 아미노태 질소의 생성에 차이가 있음을 보고하였다. Suh 등[1982]도 *B. subtilis*를 이용한 청국장이 *B. natto*를 이용한 청국장 보다 아미노태 질소 함량이 높다고 보고하여 청국장 제조 균주에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. Ko 등[1999]은 *B. subtilis natto*를 접종하여 40°C에서 24시간 발효시킨 청국장 koji의 아미노태 질소 함량이 0.4%를 보였다고 보고하여 본 실험의 동일시간대 청국장과 유사한 결과를 나타내었다.

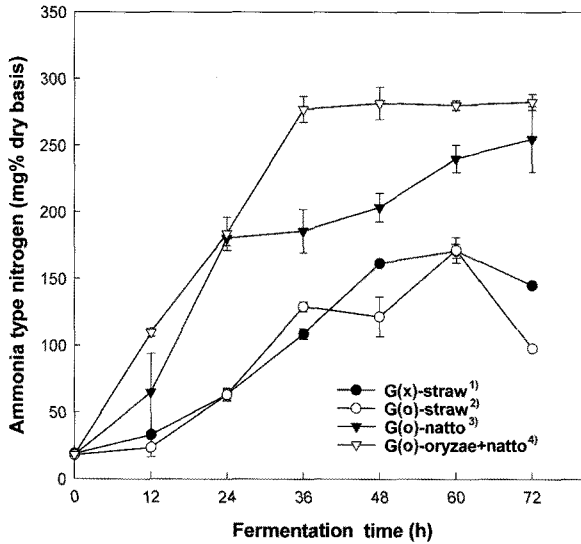


Fig. 2. Changes in ammonia type nitrogen contents of Cheonggukjang during fermentation.

¹⁾soybean Cheonggukjang prepared with rice straw

²⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with rice straw

³⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with *Bacillus natto*

⁴⁾germinated soybean Cheonggukjang prepared with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus natto*

암모니아태 질소. 암모니아태 질소는 단백질 분해과정에서 deamination에 의하여 생성되며 암모니아성 질소가 식품 내에 과량으로 축적되면 부패취로 작용하므로 일반적으로 장류 제품의 변패 또는 이상발효의 지표로 사용된다.

제조방법을 달리한 청국장의 발효시간에 따른 암모니아태 질소 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 비발아콩 볶짚 청국장의 경우 발효 12시간부터 48시간까지 암모니아태 질소 함량이 빠르게 증가하여 발효 48시간에는 161.56 mg%로 나타나 0시간에 비해 8배 이상 증가하였다. 발효 60시간에는 48시간과 비슷한 170.94 mg%를 보였으나 그 이후 다시 감소하여 72시간에는 145.18 mg%를 나타내었다. 발아콩 볶짚 청국장은 발효 48시간을 제외한 나머지 구간에서 비발아콩 볶짚 청국장과 유사한 경향을 나타내었는데, 발효 36시간에 129.22 mg%를 나타내며 급격히 증가하다가 48시간에는 오히려 121.80 mg%로 감소하였다. 이후 암모니아태 질소 함량이 다시 증가하여 발효 60시간에 171.57 mg%로 48시간 보다 40% 함량 증가를 보였다. 최대 함량을 보인 이후에는 비발아콩 볶짚 청국장과 마찬가지로 감소하여 발효 72시간에는 97.79 mg%의 암모니아태 질소 함량을 나타내었다.

균주를 이용한 청국장의 경우 볶짚을 이용한 청국장에 비해 월등히 높은 암모니아태 질소 함량을 나타내었다. *B. natto*를 이용한 발아콩 청국장의 경우 발효 12시간과 24시간 사이에 약 2.7배의 증가량을 보이며 급격히 증가하였으나 이후 서서히 증가하기 시작하여 발효 72시간에는 254.80 mg%로 최대함량을 보였다. *A. oryzae*와 *B. natto* 혼합균주를 이용한 청국장의 경우 발효 초기단계인 12시간에 110.04 mg%로 0시간에 비해 6배 이상의 증가량을 보이며 발효 36시간까지 급격하게 증가하였다. 36시간 이후에는 발효시간에 따라 큰 변화 없이 평균

281.63 mg%로 일정한 암모니아태 질소 함량을 나타내었다.

Woo 등[2006]은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장의 암모니아태 질소함량은 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 증가하였으며 특히 발효 20시간째 이후에 급격한 증가를 보여 본 실험의 균주를 이용한 청국장과 유사한 경향을 나타내었다. Lee 등[1992]은 5종류의 다른 균주를 이용하여 청국장 제조 시 발효 60시간 이후에 급격히 증가하였으며 발효 72시간에는 140~230 mg%의 암모니아태 질소함량을 나타내었다고 보고하였다. 또한 Shon 등[2001]도 청국장에서 발효시간이 경과함에 따라 암모니아태 질소함량이 점점 증가하였는데 24시간 이후 급격한 증가를 보이며 48시간 이후에는 완만한 증가 혹은 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. Sung 등[1984]은 암모니아태 질소는 발효 중 계속해서 증가하였는데 특히 발효 12시간 이후 급격히 증가하여 발효 72시간에는 400 mg% 정도의 암모니아태 질소함량을 나타내었다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다.

발아콩 청국장의 유리아미노산 함량 변화. 콩을 원료로 하여 제조한 청국장 중의 단백질은 발효과정 중 *B. subtilis*가 분비하는 단백질 분해 효소의 작용으로 분해되어 소화 흡수되기 쉬운 상태와 끈적한 점질물이 생성되어 고유의 맛과 향을 지니게 된다[Joo, 1996].

비발아콩을 원료로 볶짚을 이용한 청국장 제조 시 발효시간에 따른 유리 아미노산 함량의 변화를 살펴보면(Table 2) 발효 0시간인 증가대두의 유리 아미노산 조성은 alanine 함량이 1.65 mg/g로 가장 높았으며, histidine>glutamic acid>asparagine 순으로 높게 나타났다. 발효 초기의 12시간을 제외하고 발효시간이 증가할수록 유리 아미노산 함량 또한 증가하여 발효 60시간에 대부분의 유리아미노산 조성이 최대값을 나타내었으며 이 때 총 유리아미노산 함량은 38.24 mg/g이었다. 그러나 그 이후 유리아미노산 함량이 다시 감소하는 경향을 나타내어 발효 72시간에 총 유리아미노산 함량은 32.36 mg/g로 나타났다. 발효 0시간과는 달리 최대 유리아미노산 함량을 나타내는 발효 60시간의 유리 아미노산 조성은 발효 0시간에 비해 lysine 함량이 약 30배 증가한 7.45 mg/g을 나타내었으며 glutamic acid도 6.93 mg/g으로 약 6배 증가하여 lysine>glutamic acid>threonine>alanine 순으로 높은 함량을 나타내었다.

Table 3은 25°C에서 48시간 발아시킨 콩을 원료로 볶짚을 이용하여 청국장을 제조 시 발효시간에 따른 유리 아미노산 함량 변화를 나타낸 것으로 발효 0시간에 총 유리아미노산 함량은 12.58 mg/g이었으며 유리 아미노산 조성은 glutamic acid가 2.31 mg/g로 가장 높은 값을 나타내었으며 phenylalanine>alanine>asparagine 순으로 높았다. 발효 12시간을 제외하고 발효시간이 증가함에 따라 총 유리아미노산 함량이 증가하여 발효 36시간에 34.31 mg/g로 최대 함량을 보였으며, 발효 60시간 이후에는 오히려 총 유리아미노산 함량이 감소하여 발효 72시간에는 20.72 mg/g로 나타났다. 유리아미노산 조성을 살펴보면, 발효가 진행됨에 따라 glutamic acid, lysine 및 phenylalanine 함량이 증가하여 발효 60시간에 각각 5.75, 5.68 및 5.27 mg/g로 최대 함량을 보였다.

*B. natto*를 접종하여 발효시킨 발아콩 청국장의 경우(Table 4) aspartic acid, asparagine, serine을 제외하고 발효 시간이 증가함

Table 2. Changes in free amino acid contents of *Cheonggukjang* prepared with rice straw during fermentation (Unit: mg/g dry basis)

Amino acid	Fermentation time (hr)						
	0	12	24	36	48	60	72
Asp	0.687±0.27	0.262±0.03	0.296±0.10	0.483±0.09	0.755±0.14	1.131±0.12	1.104±0.42
Glu	1.136±0.67	0.814±0.24	1.367±0.16	1.850±0.44	3.164±0.19	6.929±0.74	4.030±0.45
Asn	0.809±0.15	0.142±0.01	0.521±0.01	0.510±0.19	0.336±0.06	0.318±0.02	0.257±0.05
Ser	0.377±0.13	0.133±0.08	0.346±0.07	0.390±0.19	0.461±0.16	0.614±0.17	0.574±0.24
Gln	0.100±0.07	0.102±0.06	0.137±0.08	0.165±0.00	0.101±0.01	0.237±0.04	0.127±0.08
Thr	0.457±0.46	0.224±0.04	0.571±0.04	1.694±0.34	2.728±0.36	3.426±0.38	2.818±0.53
His	1.238±0.00	0.108±0.01	0.379±0.33	0.609±0.51	1.743±0.11	1.938±0.34	1.152±0.10
Ala	1.653±0.42	0.774±0.04	0.787±0.30	1.347±0.38	2.070±0.38	3.344±0.65	2.143±0.36
Arg	0.154±0.02	0.066±0.04	0.064±0.00	0.059±0.04	0.107±0.01	0.121±0.01	0.300±0.15
Val	0.359±0.28	0.171±0.11	1.177±0.60	1.867±0.51	2.496±0.10	3.294±1.00	2.500±0.38
Met	0.320±0.12	0.067±0.03	0.832±0.52	0.928±0.30	1.690±0.21	1.460±0.09	1.553±0.24
Ile	0.747±0.13	0.051±0.01	0.329±0.28	0.701±0.35	1.430±0.57	1.369±0.21	1.371±0.25
Trp	0.431±0.29	0.244±0.08	1.453±0.31	1.388±0.77	2.164±0.43	1.310±0.87	1.420±0.01
Phe	0.123±0.09	0.158±0.01	0.333±0.34	0.218±0.08	0.350±0.17	2.918±0.82	4.334±0.67
Leu	0.121±0.13	0.240±0.17	0.318±0.31	0.342±0.01	1.193±0.49	2.381±0.38	2.615±0.70
Lys	0.248±0.14	0.235±0.09	2.049±0.88	2.943±0.60	5.257±0.19	7.446±0.15	6.063±1.14
Total	7.722±0.21	3.791±0.07	10.959±0.27	15.494±0.30	26.045±0.22	38.236±0.37	32.361±0.36

Table 3. Changes in free amino acid contents of germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with rice straw during fermentation (Unit: mg/g dry basis)

Amino acid	Fermentation time (hr)						
	0	12	24	36	48	60	72
Asp	0.689±0.16	0.156±0.06	0.370±0.15	0.574±0.13	0.688±0.20	0.708±0.26	0.562±0.14
Glu	2.312±0.08	1.537±0.07	2.188±0.06	4.362±0.23	4.219±0.07	5.746±0.82	3.639±0.80
Asn	1.088±0.10	0.181±0.05	0.314±0.08	0.445±0.03	0.247±0.07	0.245±0.09	0.120±0.00
Ser	0.420±0.09	0.248±0.20	0.544±0.16	0.672±0.16	0.421±0.11	0.353±0.13	0.278±0.06
Gln	0.103±0.02	0.253±0.21	0.278±0.11	0.304±0.03	0.209±0.03	0.208±0.15	0.124±0.04
Thr	1.124±0.83	0.479±0.19	3.141±0.08	4.083±0.20	3.977±0.12	4.576±0.37	2.773±0.16
His	0.196±0.02	0.121±0.07	0.147±0.06	0.138±0.00	0.659±0.05	0.330±0.13	0.231±0.08
Ala	1.272±0.27	1.416±0.43	1.776±0.54	2.455±0.04	2.079±0.21	2.280±0.01	1.397±0.15
Arg	0.063±0.00	0.118±0.04	0.295±0.15	0.375±0.04	0.250±0.04	0.252±0.17	0.142±0.03
Val	0.687±0.33	0.635±0.17	2.841±0.07	2.981±0.40	1.945±0.18	1.827±0.86	1.248±0.14
Met	0.302±0.13	0.325±0.14	1.482±0.59	1.558±0.36	1.423±0.31	1.286±0.02	0.508±0.16
Ile	0.438±0.25	0.336±0.01	1.610±0.21	1.793±0.08	1.998±0.17	1.812±0.95	1.158±0.10
Trp	0.654±0.16	0.629±0.24	0.721±0.75	0.983±0.15	1.945±0.21	1.301±0.11	1.324±0.15
Phe	1.869±0.32	1.701±0.92	5.214±1.67	5.635±0.06	5.229±1.67	5.270±0.45	2.477±0.27
Leu	0.287±0.10	0.732±0.60	1.037±0.12	2.065±0.55	2.062±0.33	2.025±0.30	1.468±0.28
Lys	1.079±0.50	1.434±0.76	4.618±0.57	5.882±0.25	5.272±0.21	5.677±0.23	3.269±0.68
Total	12.583±0.21	10.301±0.26	26.576±0.34	34.305±0.17	32.623±0.25	33.896±0.32	20.718±0.20

에 따라 유리 아미노산 함량이 증가하였다. 발효 12시간의 총 유리아미노산 함량은 13.91 mg/g로 발효 0시간과 비슷한 함량을 나타내었으나 그 이후 급격히 증가하기 시작하여 발효 24 시간에는 23.56 mg/g로 발효 12시간과 비교 시 약 1.7배 증가하였다. 발효 60시간의 총 유리아미노산 함량은 19.24 mg/g로 특히 phenylalanine 함량이 4.31 mg/g로 가장 높았으며 threonine > glutamic acid > tryptophan 순으로 높은 함량을 보였다.

*B. natto*와 *A. oryzae* 혼합균주를 이용하여 제조한 발아콩 청국장의 경우(Table 5) 앞에서 언급한 청국장들과는 달리 발효 24시간까지 총 유리 아미노산 함량이 급격히 증가하여 이때 24.30 mg/g를 나타낸 이후 발효 시간에 상관없이 평균 26.71 mg/g로 거의 일정한 함량을 유지하였다. 발효 24시간 이후 총

유리 아미노산 함량에는 큰 차이가 없었으나 최대함량을 나타내는 아미노산의 종류에는 차이를 보였는데, 발효 24시간에는 lysine > phenylalanine > glutamic acid의 순으로 높은 함량을 보인 반면, 발효 72시간에는 threonine > glutamic acid > phenylalanine > lysine의 순서로 높은값을 나타내었다. 이는 관능 평가시에 *B. natto*와 *A. oryzae*를 혼합균주로 이용한 발아콩 청국장이 비발아콩 벗짚 청국장보다 맛이 좋다는 결과[Oh와 Eom, 2008]에 영향을 미쳤을 것이라 사료된다.

청국장의 아미노산 함량 변화에 있어서 Son 등[2000]은 청국장을 96시간 발효 시 총 유리 아미노산 함량은 8274~9301 mg%로 이중 phenylalanine 이 가장 많이 함유 되어 있었으며 그 외 lysine, tyrosine 등이 많이 함유되어 있다고 보고하였고,

Table 4. Changes in free amino acid contents of germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Bacillus natto* during fermentation (Unit: mg/g dry basis)

Amino acid	Fermentation time (hr)						
	0	12	24	36	48	60	72
Asp	0.689±0.16	0.269±0.08	0.260±0.11	0.150±0.03	0.191±0.05	0.179±0.01	0.143±0.06
Glu	2.312±0.08	2.082±0.16	1.947±0.07	1.595±0.53	1.413±0.27	2.698±0.23	0.880±0.32
Asn	1.088±0.10	0.451±0.12	0.434±0.19	0.303±0.20	0.165±0.09	0.157±0.09	0.147±0.09
Ser	0.420±0.09	0.314±0.27	0.371±0.05	0.123±0.00	0.149±0.12	0.133±0.09	0.107±0.03
Gln	0.103±0.02	0.253±0.19	0.404±0.04	0.082±0.02	0.087±0.06	0.067±0.01	0.039±0.01
Thr	1.124±0.83	0.928±0.07	2.491±0.70	2.447±0.34	2.479±0.57	3.425±0.56	1.672±0.14
His	0.196±0.02	0.589±0.50	0.663±0.68	0.595±0.19	0.645±0.40	0.790±0.02	0.264±0.01
Ala	1.272±0.27	1.374±0.15	1.440±0.47	1.150±0.38	1.013±0.20	1.020±0.30	0.568±0.16
Arg	0.063±0.00	0.158±0.16	0.122±0.03	0.040±0.00	0.050±0.02	0.060±0.06	0.020±0.01
Val	0.687±0.33	0.818±0.58	1.999±0.04	1.051±0.40	0.832±0.02	0.847±0.49	0.477±0.09
Met	0.302±0.13	0.303±0.22	0.751±0.58	0.535±0.21	0.507±0.03	0.537±0.19	0.161±0.02
Ile	0.438±0.25	0.442±0.46	1.897±0.42	1.048±0.12	1.107±0.20	1.328±0.21	0.758±0.01
Trp	0.654±0.16	0.811±0.50	1.741±0.11	1.503±0.62	1.393±0.47	1.556±0.25	0.495±0.08
Phe	1.869±0.32	3.993±1.67	7.205±1.36	2.848±0.53	3.389±0.65	4.311±0.90	1.563±0.00
Leu	0.287±0.10	0.250±0.14	0.774±0.62	0.553±0.38	0.544±0.09	0.639±0.22	0.100±0.05
Lys	1.079±0.50	0.870±0.04	1.058±1.26	1.489±0.67	1.429±0.14	1.490±0.48	0.388±0.13
Total	12.583±0.21	13.905±0.33	23.557±0.42	15.512±0.29	15.393±0.21	19.237±0.26	7.782±0.08

Table 5. Changes in free amino acid contents of germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Bacillus natto* and *Aspergillus oryzae* during fermentation (Unit: mg/g dry basis)

Amino acid	Fermentation time (hr)						
	0	12	24	36	48	60	72
Asp	0.689±0.16	0.279±0.01	0.507±0.15	0.621±0.17	0.676±0.08	0.854±0.02	1.028±0.11
Glu	2.312±0.08	2.767±0.96	2.956±0.31	3.634±0.06	3.376±0.05	3.639±0.24	4.365±0.43
Asn	1.088±0.11	0.626±0.05	0.785±0.24	0.479±0.17	0.199±0.00	0.227±0.01	0.241±0.01
Ser	0.420±0.09	0.828±0.60	0.785±0.04	0.665±0.22	0.427±0.01	0.543±0.04	0.673±0.07
Gln	0.103±0.02	0.490±0.42	0.588±0.01	0.433±0.19	0.319±0.04	0.235±0.04	0.242±0.04
Thr	1.124±0.83	1.356±0.69	1.973±0.05	3.146±0.43	5.202±0.24	5.473±0.45	6.200±0.36
His	0.196±0.02	0.244±0.38	0.246±0.19	0.298±0.13	1.249±0.23	1.044±0.06	1.301±0.19
Ala	1.272±0.27	2.092±0.16	1.196±0.43	1.889±0.44	1.803±0.20	1.970±0.15	2.120±0.23
Arg	0.063±0.00	0.070±0.06	0.056±0.08	0.062±0.02	0.077±0.04	0.071±0.00	0.066±0.04
Val	0.687±0.33	1.184±0.73	2.154±0.24	1.611±0.06	1.596±0.35	1.508±0.07	1.624±0.18
Met	0.302±0.13	0.576±0.35	0.665±0.58	0.956±0.27	1.109±0.03	0.654±0.02	0.652±0.07
Ile	0.583±0.31	0.710±0.47	1.149±0.23	1.233±0.73	1.442±0.50	1.267±0.00	1.219±0.12
Trp	0.438±0.25	0.773±0.89	1.066±0.62	1.091±0.18	1.520±0.87	0.519±0.01	0.467±0.14
Phe	1.869±0.32	2.330±0.14	4.117±0.40	3.582±0.54	4.240±0.99	3.320±0.11	3.294±0.40
Leu	0.287±0.10	0.740±0.70	0.655±0.23	1.541±0.06	1.040±0.16	1.087±0.11	1.343±0.10
Lys	1.079±0.50	2.966±1.06	5.397±1.29	5.553±0.72	2.685±0.38	2.831±0.25	2.998±0.09
Total	12.512±0.22	18.031±0.48	24.295±0.32	26.794±0.27	26.96±0.26	25.242±0.10	27.833±0.16

Bok[1993]은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장에서 많은 양의 valine이 함유되어 있음을 보고하였다. Kim 등[1982]은 벧짚을 이용하여 제조한 청국장에는 arginine, glutamic acid, alanine 등이 많았고, 청국장 발효제품의 유리 아미노산 함량이 원료콩의 것보다 많았다고 보고하여 본 실험과 유사하였다. Suh 등[1982]은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장에는 glutamic acid, leucine, alanine의 함량이 특히 많았음을 보고하여 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 그밖에 Choi 등[1998]는 *B. subtilis* DC-2를 이용하여 제조한 청국장에는 지미성분인 glutamic acid, alanine, threonine의 함량이 많다고 보고하여 본 실험 결과와 매우 유사하였다.

Sung 등[1984]은 *B. natto*를 이용하여 청국장 발효 시 유리 아미노산 함량 변화를 살펴본 결과 phenylalanine, leucine, arginine의 함량이 많았고, Kim 등[1998]도 유리 아미노산 함량 변화를 살펴 본 결과 glutamic acid, aspartic acid, leucine의 함량이 많다고 보고하였다. 이에 따라 청국장의 발효 숙성 중에 *B. subtilis*의 작용으로 원료콩 단백질을 분해시켜 생성한 구수한 맛을 내는 glutamic acid, aspartic acid, 쓴맛을 지닌 valine, isoleucine, leucine, phenylalanine 및 단맛을 내는 alanine, glycine, lysine 등의 아미노산이 어우러져 복합적인 청국장 특유의 맛을 형성하는 것으로 사료된다고 하였다. Choi 등[2007]은 *B. licheniformis* B1를 이용하여 48시간 발효시킨 발아콩 청국장의 경우 아미노

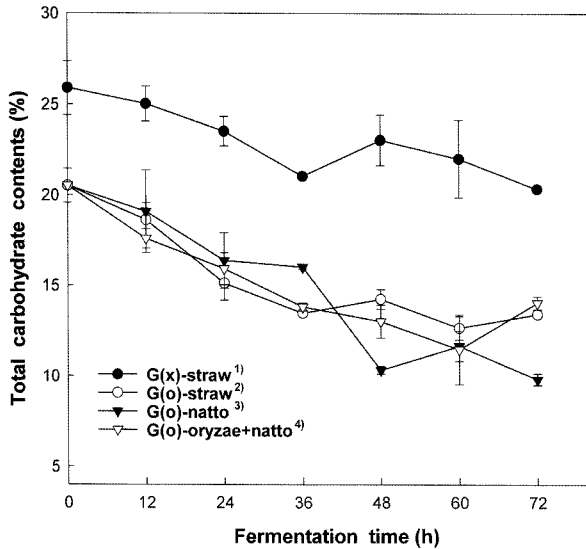


Fig. 3. Changes in total carbohydrate contents of *Cheonggukjang* during fermentation.

- ¹⁾soybean *Cheonggukjang* prepared with straw
- ²⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with straw
- ³⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Bacillus natto*
- ⁴⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus natto*

산 함량이 10,061.4 mg%로 발아시키지 않은 콩의 청국장 아미노산 함량인 12,450.8 mg%보다 상대적으로 적어 본 실험과는 다른 경향을 보이는데 이는 사용한 균주가 다르고 청국장의 제조법이 상이하기 때문이라고 사료된다.

발효시간에 따른 총당 및 환원당 함량의 변화. 서로 다른 방법으로 제조한 4종류의 청국장의 발효시간에 따른 총당 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구인 비발아콩 볏짚 청국장을 제외한 나머지 3종류의 청국장은 발효시간이 증가함에 따라 총당 함량이 급격하게 감소하는 유사한 경향을 나타내었다. 비발아콩 볏짚 청국장의 총당 함량은 발효 0시간에 25.90%로 나타났으며 발효 36시간까지 서서히 감소하여 이때 21.04%를 나타내었다. 그러나 발효 48시간에 약간 증가하는 경향을 보이다가 다시 감소하여 최종 발효 72시간에는 20.34%의 총당 함량을 나타내어 발효 0시간에 비해 약 21% 감소하였다.

반면 발아콩을 이용한 나머지 3종류의 청국장들은 발효시간에 따라 총당 함량이 급격히 감소하였다. 발아콩 볏짚 청국장의 경우 발효 12시간에 18.62%의 총당 함량을 나타내며 0시간의 총당 함량에 비해 약 30% 감소하였으며, 발효 36시간까지 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 그러나 발효 36시간 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았으며 평균 13.43%의 총당 함량을 나타내었다. *B. natto*를 접종한 발아콩 청국장은 발효 12시간에 19.09%를 나타내었으며 발효시간이 증가할수록 지속적으로 감소하여 발효 48시간에 10.32%로 발효 0시간에 비해 약 50% 정도 감소하여 가장 큰 감소치를 보였다. 그러나 그 이후에는 발아콩 볏짚 청국장과 같이 더 이상의 변화를 보이지 않으며 평균 10.59%의 총당 함량을 나타내었다. *A. oryzae*와 *B. natto* 혼합균주를 접종한 발아콩 청국장의 경우 발효 12시간에 17.58%로 감소하여 다른 3종류의 청국장과 비교 시 가장 높은

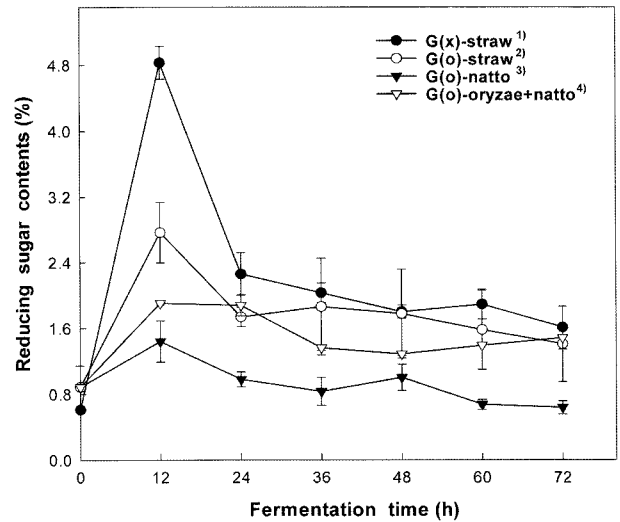


Fig. 4. Changes in reducing sugar contents of *Cheonggukjang* during fermentation.

- ¹⁾soybean *Cheonggukjang* prepared with straw
- ²⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with straw
- ³⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Bacillus natto*
- ⁴⁾germinated soybean *Cheonggukjang* prepared with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus natto*

감소치를 나타내었다. 또한 발효시간이 증가함에 따라 급격히 감소하기 시작하여 발효 24시간에는 발효 0시간에 비해 약 38% 감소한 15.92%의 총당 함량을 나타내었다. 그 이후에는 서서히 감소하기 시작하여 발효 60시간에는 11.46%의 총당 함량을 나타내었으나 다른 청국장과는 달리 최종 발효 72시간에는 오히려 48시간대의 총당 함량과 비슷한 14.04%로 나타났다.

이처럼 발효시간이 증가할수록 총당 함량이 감소하는 이유는 청국장 발효 중에 당분이 미생물의 영양원으로 사용되므로 이들의 대사작용에 이용되어 계속 감소되는 것으로 사료된다. Suh 등[1983]은 *B. natto*와 *B. subtilis*를 각각 접종한 두 청국장 모두 총당 함량은 발효시간이 증가함에 따라 완만하게 감소하는 경향을 나타내었으며, 이는 Sung 등[1984]의 결과와 유사하였다. 또한 Suh 등[1982]은 *B. natto*와 재래식 청국장의 총당 함량은 숙성 2일후에 급격히 감소하였으며 그 이후에는 불규칙적인 증감현상을 보여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 그 밖에 Kim 등[1998]은 각 지역에서 제조된 전통 청국장을 분석한 결과 총당 함량은 전국 평균 13.3%로 본 연구결과 발효 72시간의 총당 함량과 유사하였다.

단맛 성분의 주체인 환원당 함량의 변화를 살펴보면(Fig. 4), 비발아콩 볏짚 청국장의 경우 발효 12시간의 환원당 함량은 0시간에 비해 약 8배 증가한 4.83%로 최고 함량을 나타내었으나 그 이후 다시 감소하였다. 특히 발효 24시간에는 12시간에 비해 53% 감소한 2.26%의 환원당 함량을 보였으며 그 이후 서서히 감소하여 발효 72시간에는 1.61%를 나타내었다. 발아콩 볏짚 청국장도 비발아콩 청국장과 같이 발효 12시간에 환원당 함량이 급격히 증가하여 2.77%를 보이다가 발효 24시간에는 다시 1.73%로 감소하는 경향을 보였다. 발효 24시간부터 48시간까지는 일정한 환원당 함량을 유지하다가 다시 감소하여 최종 1.41%의 환원당 함량을 나타내었다.

*B. natto*를 이용한 발아콩 청국장의 경우도 볏짚 청국장과 마찬가지로 발효 12시간에 환원당 함량이 최대값을 나타내다가 그 이후 다소 감소하는 경향을 나타내었으며 최종 발효 72시간에는 0.64%를 보여 다른 청국장에 비해 가장 낮은 환원당 함량을 나타내었다. *A. oryzae*와 *B. natto* 혼합균주를 이용한 청국장은 다른 종류의 청국장과 유사한 변화 양상을 나타내었으나 가장 완만한 변화를 보였다. 발효 12시간에는 0시간에 비해 약 2배 정도 증가한 1.91%의 환원당 함량을 보였으나 그 이후 48시간까지는 발효시간이 증가함에 따라 서서히 감소하는 경향을 나타내었고, 발효 48시간 이후에는 일시적인 함량 증가를 보이며 발효 72시간에는 1.41%의 환원당 함량을 나타내었으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 이와 같이 모든 청국장에서 발효 12시간에 환원당 함량이 급증하는 이유는 미생물의 생육에 따른 *amylase*의 작용에 의한 것으로 사료되며 특히 β -*amylase* 활성의 변화 패턴과 환원당 함량 변화 패턴[Oh와 Eom, 2008]이 유사한 것으로 보아 상관관계가 있는 것으로 생각된다.

Lee와 Suh[1981]는 발효 0시간에는 환원당이 측정되지 않았으나 발효 12시간에 0.58~1.74%로 나타났으며 그 이후 청국장에 따라 다소 차이는 있으나 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 Shon 등[2001]도 환원당은 모든 시험구에서 발효 24시간까지는 증가하였으나 그 이후 모두 감소하는 경향을 보였으며 Kim 등[1995]도 *natto*의 발효 과정 중 환원당은 발효 4~8시간에 최대량을 보인 후 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 한편, Woo 등[2006]은 *B. subtilis* 균주를 접종한 청국장의 환원당 함량은 발효 10시간까지 급격히 증가하여 최대 함량에 도달하였고 이후에는 비슷한 함량을 나타내었다고 보고하여 본 실험과 상이한 결과를 나타내었다.

결론적으로 4종류 청국장의 총당과 환원당 함량 변화패턴은 유사하였으나 아미노태질소와 *glutamic acid* 함량측면에서 *B. natto*와 *A. oryzae* 혼합균을 이용한 발아콩 청국장이 다른 3가지 청국장에 비해 우수한 것으로 나타나 혼합균주를 이용한 발아콩 청국장 제조 시 기능성 성분의 증가와 더불어 품질향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

초 록

대두를 25°C에서 48시간 발아시킨 발아콩을 원료로 볏짚, *B. natto*, *B. natto*와 *A. oryzae* 혼합균을 접종하여 제조한 청국장과 비발아콩 볏짚으로 제조한 청국장의 발효 중 질소화합물, 유리아미노산 함량, 총당 및 환원당 함량의 변화를 조사하였다. 발효식품의 품질 지표로 사용되는 아미노태 질소함량과 장류의 이상발효 지표로 사용되는 암모니아태 질소함량은 4종류의 청국장 모두 발효시간이 증가함에 따라 전반적으로 그 함량이 증가하였다. 아미노태 질소함량은 혼합균주를 이용한 발아콩 청국장>발아콩 볏짚 청국장>*B. natto*를 접종한 발아콩 청국장>비발아콩 볏짚 청국장 순으로 나타났고 암모니아태 질소 함량은 혼합균주를 이용한 발아콩 볏짚 청국장>*B. natto*를 접종한 발아콩 청국장>비발아콩 볏짚 청국장>발아콩 볏짚 청국장 순으로 나타났다. 혼합균주를 이용한 발아콩 청국장은 다른 청국장

에 비해 약 1.3~3.0배 높은 질소화합물 함량을 나타내었다. 4종류의 청국장 모두 발효 60시간까지 총 유리아미노산 함량이 증가하였다. 비발아콩 볏짚 청국장은 lysine 함량이 가장 높았으며 발아콩 볏짚 청국장은 72시간 발효 이후 *glutamic acid* 함량이 3.64 mg/g으로 가장 높았고, 혼합균주를 이용한 발아콩 청국장의 *glutamic acid* 함량은 4.37 mg/g으로 높았다. 청국장의 총당 함량 변화는 비발아콩 볏짚 청국장을 제외한 나머지 청국장에서 발효시간이 증가함에 따라 급격히 감소하여 발효 72시간에는 9.81~14.04%의 총당 함량을 나타내었다. 한편 비발아콩 볏짚 청국장의 총당 함량은 발효시간이 증가함에 따라 서서히 감소하였으나 발효 72시간에는 20.34%로 큰 변화를 보이지 않았다. 환원당 함량은 발효 12시간에 최대값을 보인 이후 감소하였다. 따라서 아미노태질소와 *glutamic acid* 함량측면에서 *B. natto*와 *A. oryzae* 혼합균을 이용한 발아콩 청국장이 다른 청국장에 비해 우수한 것으로 나타나 발아콩을 이용하여 혼합균주로 청국장 제조 시 기능성 성분의 증가와 더불어 품질향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

Key words: carbohydrate content, *Cheonggukjang*, free amino acid, germinated soybean

참고문헌

- Bok JY (1993) The change of *chunggugjang* with fermentation time. Ph.D. Thesis, Yeungnam University, Kyongsan, Korea.
- Choi UK, Son DH, Ji WD, Im MH, Choi JD, and 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 UK, Kim MH, Lee NH, Jeong YS, Kwon OJ, and Kim YC (2007) The characteristics of *cheonggukjang*, a fermented soybean product, by the degree of germination of raw soybeans. *Food Sci Biotechnol* **16**, 734-739.
- Dubois M., Gillers KA, Hamilton JK, Robers PA, and Smith F (1956) Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal Chem* **28**, 350-352.
- Eom SM (2006) Changes in chemical constituents of soybean during germination and quality characteristics of *cheonggukjang* prepared with germinated soybeans. MS Thesis, Sejong University, Seoul, Korea.
- Heo S, Lee SK, and Joo HK (1998) Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional *cheonggukjang*. *Agric Chem Biotechnol* **41**, 119-124.
- Kim BN, Park CH, Yun BM, Jung MC, and Lee SY (1995) Changes of saccharides and amino acids in *natto* added with spice during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* **24**, 114-120.
- Kim DH, Lim DW, Bai S, and Chun SB (1997) Fermentation characteristics of whole soybean meju system inoculated with four *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* **29**, 1006-1015.
- Kim DM., Kim SH, Lee JM., Kim JE, and Kang SC (2005) Monitoring of quality characteristics of *chungkookjang* products during storage for shelf-life establishment. *J Korean Soc Appl*

- Biol Chem* **48**, 132-139.
- Kim JS, Kim JG, and Kim WJ (2004) Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybean during germination. *Korean J Food Sci Technol* **36**, 294-298.
- Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, and Chang CM (1998) Physicochemical properties of traditional chonggugjang produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol* **41**, 377-383.
- Kim KJ, Ryu MK, and Kim SS (1982) Chungkook-jang koji fermentation with rice straw. *Korean J Food Sci Technol* **14**, 301-308.
- Kim MH, Kim WW, Lee NH, Kwon DJ, Kwon OJ, Chung YS, Hwang YH, and Choi UK (2007) Changes in quality characteristics of Chonggugjang made with germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* **39**, 676-680.
- Ko HS, Cho DH, Hwang SY, and Kim YM (1999) The effect of quality improvement by chungkookjang's processing methods. *Korean J Food Nutr* **12**, 1-6.
- Joo HK (1996) Studies on chemical composition of commercial Chung-kuk-jang and flavor compounds of Chung-kuk-jang by mugwort (*Artimisia asiatica*) or red pepper seed oil. *Korea Soybean Digest* **13**, 44-56.
- Lee BY, Kim DM, and Kim KH (1991) Studies on the change in rheological properties of chungkookjang. *Korean J Food Sci Technol* **23**, 78-84.
- Lee HJ and Suh JS (1981) Effect of Bacillus strains on the chungkook-jang processing, (1) Changes of the components and enzyme activities during chungkookjang-koji preparation. *Korean J Nutr* **14**, 97-104.
- Lee HY, Kim JS, Kim YS, and Kim WJ (2005) Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* **37**, 443-448.
- Lee YL, Kim SH, Choung NH, and Yim MH (1992) A study on the production of viscous substance during the Chungkookjang fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* **35**, 202-209.
- Oh SH and Cha YS (2000) Changes in gamma-aminobutyric acid synthesis system in developing soybean sprouts. *FASEB J* **14**, A241.
- Oh HI and Eom SM (2008) Changes in microflora and enzyme activities of cheonggugjang prepared with germinated soybeans during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* **40**, 56-62.
- Park JM, Lee SS, and Oh HI (1995) Changes in chemical characteristics of traditional kochujang meju during fermentation. *Korean J Food Nutr* **8**, 184-191.
- Seok YR, Kim YH, Kim S, Woo HS, Kim TW, Lee SH, and Choi C (1994) Change of protein and amino acid composition during Chungkook-jang fermentation using *Bacillus icheniformis* CN-115. *Agric Chem Biotechnol* **37**, 65-71.
- Shon MY, Seo KI, Lee SW, Choi SH, and Sung NJ (2000) Biological activities of *choenggugjang* prepared with black bean and changes in the phytoestrogen content during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* **32**, 936-941.
- Shon MY, Kwon SH, Park SK, Park JR, and Choi JS (2001) Changes in chemical components of black bean chungkugjang added with kiwi and radish during fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol* **8**, 449-455.
- Son DH, Kwon OJ, Ji WD, Choi UK, Kwon OJ, Lee EJ., Cho YJ, Cha WS, and Chung Y.G (2000) The quality changes of chungkookjang prepared by Bacillus sp. CS-17 during fermentation time. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* **43**, 1-6.
- Suh JS, Lee SG, and Ryu MK (1982) Effect of *Bacillus* strains on the chungkookjang processing II. Changes of the components and enzyme activities during the storage of chungkook-jang. *Korean J Food Sci Technol* **14**, 309-314.
- Suh JS, Ryu MK, and Hur YH (1983) Effect of Bacillus strains on the chungkookjang processing III. Changes of the free amino acid contents and nitrogen compounds during chungkookjang koji preparation. *Korean J Food Sci Technol* **15**, 385-371.
- Sung NJ, Ji YA, and Chung SY (1984) Changes in nitrogenous compounds of soybean during chungkookjang koji fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* **13**, 275-284.
- Woo SM, Kwon JH, and Jeong YJ (2006) Selection and fermentation characteristics of cheongkugjang strains. *Korean J Food Preserv* **13**, 77-82.
- Yang CB and Kim ZU (1980) Changes in nitrogen compounds in soybean sprout. *J Korean Agric Chem Soc* **23**, 7-13.
- Yang JL, Lee SH, and Song YS (2003) Improving effect of powders of cooked soybean and cheonggugjang on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **32**, 899-905.