

소립콩과 *Bacillus subtilis* KCCM 11315 균주를 이용한 생청국장의 제조

박 신 인[†]

경원대학교 식품영양학과

Preparation of Natto(Unripe *Chungkukjang*) Using Small Soybeans and *Bacillus subtilis* KCCM 11315

Shin In Park[†]

Department of Food and Nutrition, Kyungwon University

Abstract

This study was carried out to investigate the optimum conditions for the preparation of natto(unripe *Chungkukjang*) using Sowonkong(small soybeans) and *Bacillus subtilis* KCCM 11315. The changes in the contents of amino-type nitrogen, ammonia-type nitrogen, total acidity and total sugar, and those in the pH, browning materials and microbial growth were determined during fermentation and aging of natto(unripe *Chungkukjang*). The amounts of amino-type nitrogen and ammonia-type nitrogen were increased gradually during the fermentation at 40℃ for 72 hours, but those of total acidity and total sugar were decreased. The pH was gradually alkalized, and more water soluble browning materials were produced during fermentation. The number of viable cells was the highest at the 36 hours of fermentation. The content of ammonia-type nitrogen was significantly decreased during aging at 4℃ for 48 hours. In view of the results as above, it seems possible to conclude that the natto(unripe *Chungkukjang*) fermented by *Bacillus subtilis* KCCM 11315 at 40℃ for 36 hours and then aged at 4℃ for 48 hours was suitable for manufacturing natto(unripe *Chungkukjang*).

Key words : natto(unripe *Chungkukjang*), small soybean, *Bacillus subtilis*, fermentation, aging.

I. 서 론

대두를 이용한 발효 식품은 옛부터 우리나라를 비롯하여 동양의 여러 나라에서 중

† : 교신저자, 019-370-5760, psin@kyungwon.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 복정동 산 65번지

요한 단백질 급원으로 이용되어 왔다. 우리나라의 경우, 전통 발효 식품 중의 하나인 청국장은 다른 장류와는 달리 세균으로서 단시간 동안에 단백질을 분해시켜 만들어지는 특유한 대두의 발효 식품으로서, 발효 숙성 과정 중에 *Bacillus natto*, *Bacillus subtilis*가 생산하는 효소 작용으로 대두 단백질이 분해되어 수용성 질소 화합물인 peptone, polypeptide, amide 등이 생성되어 소화되기 쉽고 식품학적 가치를 향상시키며, 청국장 특유의 구수한 맛을 형성함과 동시에 끈끈한 점질물이 생성되면서 방향을 내는 우리 고유의 대두 발효 가공 식품이다. 청국장은 683년 삼국사기에 등장하며, 7세기 신라의 문헌에 왕비의 폐백으로 사용하였다는 기록이 있다. 1715년 홍만선의 산림경제에 전국장이라는 명칭을 쓰고 그 제조 방법이 소개되어 있는데, 전시에 부식으로서 단기 숙성의 이점이 필요하였기 때문에 시급히 요청될 때 단기간에 제조할 수 있으므로 전국장이란 용어를 사용한 것으로 추정되며, 당시에 전국장이 청나라로부터 전래되었다는 의미에서 현세에 이르러 청국장이라고 부르게 된 것으로 추측된다(이계호 등 1971). 그 제조 방법은 간단하여 삶은 콩을 벗짚이나 멍석 등으로 싸서 따뜻한 방에서 수십 시간 발효하여 점질 물질에 의한 실이 발생할 정도에 이르면 가염 조미하고 마쇄하여 식용하게 하였다(이계호 등 1971).

청국장은 원료인 대두가 가지는 영양성 이외에도 인체의 건강 증진을 위한 생리활성 물질로 알려진 식이 섬유, 인지질, isoflavone, phenolic acid, saponin, trypsin inhibitor, phytic acid 등의 성분이 들어 있어 이 성분들이 동맥경화, 심장병, 당뇨병 및 노인성 치매 등의 예방 효과와 항암 효과, 골다공증 억제 등 성인병 예방 효과가 있는 것으로 인정되고 있다(김소희 등 1999). 또한 발효 식품인 청국장은 미생물의 활동에 따라 원재료에 함유된 물질이 저분자의 물질로 변화하던가 또는 새로운 물질을 생성할 수 있는 가능성도 있으며, 원재료에서는 인정되지 않았던 새로운 영양 기능, 감각 기능, 생체 조절 기능이 발현되어 혈압 상승 억제 효과(양정례 등 2003), 지질 대사 개선 효과(김소희 등 1999; 김정인 등 2003), 혈당 조절 효과(김정인 등 2003), 혈전 용해능 및 면역 증강 활성(장진희 등 2005), 항균 작용(윤호경 등 2001) 등이 보고되었다.

우리나라 청국장과 유사한 natto는 증자 대두에 순수하게 분리 배양된 *Bacillus natto*를 접종하여 발효시켜 그대로 식용하는 일본의 전통 발효 식품으로서 소화 정상 작용이 우수할 뿐만 아니라 발효 과정 중 분비되는 nattokinase는 fibrin을 강력하게 분해하는 효소로 밝혀지면서서 혈전 용해제로서의 이용도 기대되고 있다.

한편 청국장은 심한 불쾌치로 인해 그 소비량이 감소되는 추세에 있으며, 식용 방법은 natto와는 달리 장류 자체로서 끓여 먹는 것이 일반적인 이용법이기 때문에 가열 조리시 미생물 효소 및 생리 활성 물질의 파괴가 일어날 수 있다. 그러므로 영양 및 생리학적 특성이 우수한 청국장의 소비 증진을 위해서는 청국장의 제조 및 식용 방법 개선과 청국장을 소재로 한 새로운 가공 식품의 개발 등의 필요성에 대하여 장(1998)과 이 등(2005)이 강조하였다. 또한 우리나라에서는 대립콩에 *Bacillus natto*

균주(김수영·김제욱 1967; 김복란 등 1995; 김복란·이상영 1995; 김복란 등 1995)와 *Bacillus subtilis* 균주(김복란 등 1987)를 발효시켜 제조한 natto에 관한 다소의 연구만 있을 뿐이다. *Bacillus subtilis*는 지질 함량이 적고 탄수화물 함량이 많은 소립콩에서 잘 생육하고 대립콩보다 발효가 잘 일어나는데, 이것은 소립콩이 흡수율이 좋고 증자시 조직의 연화가 빨리 일어나 *Bacillus subtilis*가 잘 번식할 수 있는 조건을 만들어 주기 때문인 것으로 보고되었다(유선미 등 1999).

따라서 본 연구에서는 한국인의 기호에 맞는 natto와 유사한 생청국장을 제조하기 위하여 소립콩과 *Bacillus subtilis* 균주를 이용하여 생청국장 제조 방법에 대한 조사를 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 균주

생청국장 제조에 사용한 콩은 작물과학원 영남농업연구소에서 2005년에 생산된 소원콩(소립 황색콩)을 분양받아 사용하였다. 생청국장 발효 균주는 *Bacillus subtilis* KCCM 11315를 한국미생물보존센터에서 구입하였으며, 종균 제조에 사용된 대두분말은 시판하는 제품을 냉동 보관하여 사용하였다.

Formalin, sodium nitroprusside dihydrate, NaOCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 등의 시약은 Sigma Chemicals Co.(U.S.A)로부터 구입하였고, 기타 NaOH, NaCl, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, phenol 등 분석용 시약은 일급의 화학 시험용을 사용하였다.

2. 종균 배양

인과 이(2004)의 방법에 따라 대두분말 10g과 nutrient broth(Difco, U.S.A) 0.8g을 증류수 100mL에 녹여 autoclave(121°C, 15분)에서 멸균한 후 *Bacillus subtilis* 배양액(균수 1×10^8 CFU/mL) 1%를 접종한 다음 40°C에서 48시간 배양한 것을 종균으로 하였다.

3. 생청국장 제조

선별한 소원콩을 수세하고 실온에서 20시간 수침한 후, autoclave를 이용하여 121°C에서 50분간 증자하였다. 이를 50°C까지 냉각한 후 미리 배양한 *Bacillus subtilis* 종균을 수침한 소원콩 무게의 4%로 균일하게 접종하고 40°C에서 72시간 발효시켰다. 이때 incubator 안에는 증류수통을 비치하여 습도를 일정하게 유지하였다(이부용 등 1991). 발효가 끝난 다음에 4°C에서 48시간 후숙시켰다.

4. 아미노태 질소 측정

아미노태 질소($\text{NH}_2\text{-N}$)는 Formol 적정법(이현자·서정숙 1981)에 따라 생청국장

5g을 증류수 100 mL에 넣고 1시간 동안 교반하여 충분히 혼합한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 적정하였다. 이때에 중성 formalin 용액(35%) 20mL를 가한 다음 다시 pH가 떨어지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 적정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$NH_2 - N(\%) = \frac{(A - B) \times 1.4 \times F \times 100}{\text{시료량}(g)}$$

A : 0.1 N NaOH 용액의 시료 적정량(mL)

B : 0.1 N NaOH 용액의 blank 시험 적정량(mL)

F : 0.1 N NaOH 용액의 factor

5. 암모니아태 질소 측정

생청국장 10 g을 100 mL의 열수로 용해한 후 1분간 약하게 가열하고 250 mL가 되도록 증류수로 세척하고 이를 혼합하여 여지(Whatman No.2)로 여과하였다. 시료액 0.1 mL를 취한 후 phenol-hypochloride 반응에 의하여 A 용액과 B 용액을 각각 2 mL씩 넣어 37°C에서 20분간 반응시켜 분광광도계(UV/vis spectrophotometer UV 1201, Shimadzu, Japan)를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였다(인재평 · 이시경 2004). 표준곡선은 (NH₄)₂SO₄를 사용하여 반응시킨 후 630 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

A 용액 : phenol 10 g and sodium nitroprusside dihydrate 0.05 g in distilled water 1,000 mL

B 용액 : Na₂HPO₄ · 12H₂O 9 g, NaOH 6 g and NaOCl 10 mg in distilled water 1,000 mL

6. pH 및 총산 측정

pH는 암모니아태 질소 측정용으로 제조된 시료를 여과지(Whatman No.2)에 여과하여 pH meter(model 520A, Orion Co., U.S.A)를 사용하여 각 시료마다 실온에서 3회 반복하여 측정한 후 평균값을 구하였다. 산도는 여과한 여액 10 mL에 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정된 mL를 젖산으로 환산하여 표시하였다(주현규 1971).

7. 당도 측정

여과지(Whatman No. 2)로 여과한 여액을 굴절당도계(Atago Refractometer PR-32, Japan)를 사용하여 측정하였다.

8. 갈변도 측정

생청국장 여과액의 흡광도를 분광광도계(UV/vis spectrophotometer UV 1201,

Shimadzu, Japan)로 450 nm에서 측정하여 생청국장의 갈변 정도를 비교하였다(김동호 등 2000).

9. 생균수 측정

생청국장 10 g에 멸균생리식염수 90 mL를 가하여 mixer(Bagmixer 400VW, Interscience, France)에 60초간 마쇄하고 4℃에서 30분간 교반하여 *Bacillus subtilis*의 생육 측정을 위한 시료를 제조하였다. 제조한 시료액을 10배 희석법으로 희석하여 *Bacillus* 선택배지인 dextrose tryptone agar(Difco, U.S.A)에 1 mL씩 pour plating 방법으로 접종하고 37℃에서 3일간 배양한 다음 나타난 colony를 계수하여 CFU/g으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효 중 질소 함량의 변화

생청국장 발효 과정 중 질소 함량의 변화는 <Table 1>과 같았다. 아미노태 질소는 생청국장의 구수한 맛 성분의 중요한 인자로 발효 초기에는 그 함량이 0.274%에서 발효가 진행됨에 따라 36시간에는 1.848%로 증가하였고, 최종 발효 시간인 72시간에는 2.911%로 최고치가 되었다. 이와 같이 아미노태 질소 함량이 *Bacillus subtilis*에 의한 생청국장의 발효 시간이 경과함에 따라 계속 증가하는 경향은 이 등(1991), 이와 서(1981), 서 등(1983), 최 등(1998), 연 등(2002)의 보고와 일치하였다. 그러나 *Bacillus subtilis* 균주로 natto(김복란 등 1987) 제조시와 청국장(주현규 1971) 발효시 아미노태 질소가 증가하다가 약간 감소하였다는 보고와는 차이가 있었으며, 이는 발효 균주, 발효 온도 등 발효 조건에 따라 아미노태 질소 생성이 상이함을 알 수 있었다.

암모니아태 질소 함량의 경우도 아미노태 질소의 함량과 같은 경향이었는데, 발효시간이 경과함에 따라 점점 증가하였고, 발효 초기보다 48시간 후 급격한 증가를 나타내어 13.213 mg이었다. 이러한 현상은 발효 초기에 생성된 유리 아미노산이

<Table 1> Changes in amino-type nitrogen and ammonia-type nitrogen during fermentation of natto(unripe *Chungkukjang*)

Nitrogen compounds	Fermentation time(hours)						
	0	12	24	36	48	60	72
Amino-type nitrogen(%)	0.274	0.617	1.191	1.848	2.056	2.376	2.911
Ammonia-type nitrogen(mg)	0.841	1.158	3.485	4.939	13.213	23.546	31.128

deamination 반응에 의해 암모니아를 생성하기 때문이라 생각되었다. 발효가 진행됨에 따라 청국장상의 암모니아태 질소가 계속 증가하였다는 이와 서(1981), 서 등(1983), 연 등(2002)의 보고와 본 실험의 결과는 일치하였으나, natto 발효 중 암모니아태 질소가 20시간 이후 약간 감소되었다고 보고한 김 등(1987)의 보고와는 다소 다르게 나타났다.

생청국장을 발효하는 동안 각종 질소 성분은 *Bacillus subtilis*가 분비하는 protease가 원료 콩 단백질에 작용하여 먼저 수용성 질소 형태로 가수분해되고 이어서 peptide를 거쳐 암모니아 질소 형태로 분해되어 생청국장 특유의 구수한 맛을 생성함과 동시에 불쾌치도 나타낸다. 이 중에서 아미노태 질소와 수용성 질소는 숙성도 판정의 한 지표로서 발효 기간 중 어느 정도 높은 함량을 유지하는 것이 요망되며, 반면에 암모니아태 질소 함량의 증가는 오히려 생청국장에 불쾌취를 주어 품질을 저하시키므로 가급적 그 생성을 억제할 필요성이 있다. 또한 암모니아태 질소 함량이 많다는 것은 수용성 질소에서 더욱 분해가 계속되어 아미노산을 거쳐서 deamination이 일어나서 암모니아로 되고 암모니아가 발산하면 막대한 질소의 손실을 가져오기 때문에 이를 저지하여야 한다. 따라서 아미노태 질소에서 deamination이 일어나지 않게 하기 위하여 발효시간을 단축하여 일정 기간에서 발효를 완료하도록 하는 것이 바람직한 것으로 생각되어, 본 실험에서도 암모니아태 질소의 양이 급속히 증가하기 전인 발효 후 36시간이 생청국장 제조를 위한 발효시간으로 적정한 것으로 판단되었다.

2. 발효 중 pH, 총산 및 총당의 변화

생청국장을 발효시키는 동안 pH, 총산 및 총당의 변화를 측정한 결과는 <Table 2>와 같았다.

pH는 발효 초기 pH 6.77이었던 것이 일시적으로 내려갔다가 발효시간이 경과함에 따라 지속적으로 상승하여 발효 36시간 후에는 pH 7.33으로 중성에서 약알칼리화되었으며, 72시간에는 pH 8.26으로 증가하였다. 이것은 증자 소원콩 중에 존재하는 유리 아미노태 질소가 *Bacillus subtilis*의 증식에 필요한 영양분으로 이용되므로 일단 감

<Table 2> Changes in pH, total acidity and total sugar during fermentation of natto(unripe *Chungkukjang*)

Items	Fermentation time(hours)						
	0	12	24	36	48	60	72
pH	6.77	6.42	6.77	7.33	7.96	8.15	8.26
Total acidity(%)	1.06	1.74	1.59	1.23	0.66	0.59	0.53
Total sugar (Brix %)	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

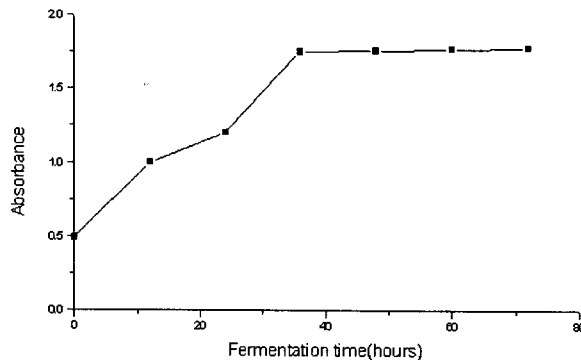
소하였다가 발효시간이 경과하면서 deamination이 일어나 암모니아가 생성되기 때문에 pH가 높아지는 것으로 사료되었다. *Bacillus subtilis*를 접종하여 72~84시간 동안 발효시켜 natto(김복란 등 1987)와 청국장(이부용 등 1991; 이현자·서정숙 1981; 서정숙 등 1983; 최웅규 등 1998; 연규춘 2002)을 제조하였을 때 pH는 7.74~8.54의 범위를 나타내어 알칼리화되는 것으로 보고되었는데, 이는 본 결과와도 일치하였다.

총산의 경우는 발효 12시간에서 크게 증가하다가 그 후에는 점차 감소되는 경향이었는데, 이것은 김 등(1995), 김 등(1987), 이와 서(1981), 주(1971) 등이 natto와 청국장의 총산이 일시적으로 증가하였다가 지속적으로 감소되었다고 보고한 결과와 일치하는 것으로 판단되었다. 이러한 현상은 이들 유기산이 ester 형성 등 향기 성분으로 이용되었기 때문인 것으로 생각되었다(김복란 등 1995)고 하였으며, 시간에 따라 증가하는 암모니아와 염의 생성 및 균의 탄소원으로서의 이용 등으로도 감소되는 것이라고(주현규 1971) 하였다.

총당은 발효 초기에 7.0%에서 경시적으로 감소하여 72시간 후에는 4.0%를 보였다. 이것은 이와 서(1981), 서 등(1983)이 *Bacillus subtilis*를 이용하여 청국장 발효시 72시간 후 총당 함량이 각각 5.05%에서 2.24%로, 6.63%에서 3.67%로 감소하였다는 보고와 일치하는 경향을 나타내었다.

3. 발효 중 갈색도의 변화

생청국장 발효 중에 일어나는 갈색화 반응의 측정 지표로서 물추출물을 450 nm에서 흡광도를 측정한 결과(Fig. 1), 발효시간이 경과함에 따라 갈색도가 증가하는 현상을 나타내었다. 특히 발효 12시간부터 많은 양의 갈변물질이 생성되기 시작하여 36시간에는 흡광도가 1.755로 크게 증가하였다. 이러한 결과는 *Bacillus subtilis*(최웅



〈Fig. 1〉 Detection of browning materials at 450 nm during fermentation of natto(unripe *Chungkukjang*).

5. 후숙 증 성분 변화

생청국장의 최적 발효조건에 따라 40℃에서 36시간 발효시킨 생청국장을 4℃에서 48시간 동안 저온에서 숙성시키면서 품질 특성의 변화에 대한 측정을 실시한 결과를 <Table 3>에 나타내었다.

후숙 24시간 후 아미노태 질소와 암모니아태 질소 함량은 거의 변화가 없었으나, 48시간 후숙시 아미노태 질소는 약간 감소하였고 암모니아태 질소는 감소가 뚜렷하여 좀 약한 부드러운 생청국장 냄새가 나면서 불쾌치가 감소된 것으로 나타났다. 이것은 고 등(1999)이 40℃에서 1일 발효시킨 청국장을 5℃에서 1일 후숙시켰을 때 불쾌치가 감소하였으며, 이는 암모니아태 질소의 감소와 비례하는 것이었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하게 나타났다.

pH와 총산 그리고 총당의 함량은 후숙 기간 중에 큰 변화를 보이지 않았지만 갈변물질과 생균수는 후숙 기간이 길어지면서 약간 감소하는 경향을 나타내었다.

따라서 저온의 후숙 과정은 4℃에서 48시간 경과하면 *Bacillus subtilis*는 더 이상 증식이 일어나지 않고 발효취가 소멸되기 때문에 저온에서의 숙성 과정을 거쳐야 불쾌치가 감소한 부드러운 구수한 맛의 생청국장 제조가 가능할 것으로 판단되었다.

IV. 요약

소원콩(소립 황색콩)과 *Bacillus subtilis* KCCM 11315를 이용한 생청국장을 제조하기 위하여 생청국장 발효 및 후숙 기간별로 아미노태 질소, 암모니아태 질소, pH, 총산, 총당, 갈색도 및 생균수 등의 품질 특성을 조사하였다. 40℃에서 72시간 동안 발효하는 과정 중에 아미노태 질소와 암모니아태 질소는 발효시간에 비례하여 크게 증가하였고, pH는 발효가 진행될수록 알칼리화하였으며, 총산과 총당은 발효시간이 경과함에 따라 점차 감소하였다. 갈색도를 조사한 결과 발효가 진행될수록 많은 수

<Table 3> Quality properties during aging of natto(unripe *Chungkukjang*)

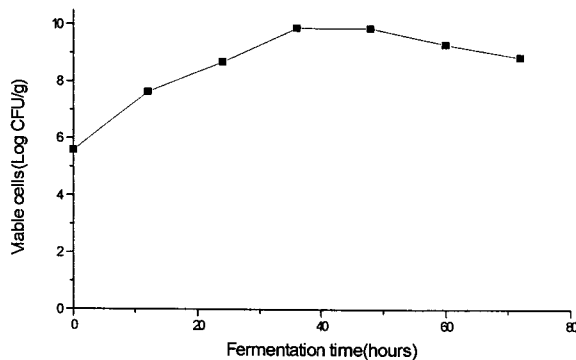
Items	Fermentation time (hours)		Aging time (hours)	
	0	36	24	48
Amino-type nitrogen(%)	0.267	1.811	1.810	1.793
Ammonia-type nitrogen(mg)	0.830	4.878	4.813	4.016
pH	6.78	7.34	7.34	7.32
Total acidity(%)	1.05	1.24	1.23	1.28
Total sugar(Brix %)	7.0	5.5	5.5	5.5
Browning(Absorbance at 450 nm)	0.458	1.767	1.692	1.633
Viable cells(CFU/g)	3.6×10 ⁵	7.2×10 ⁹	6.1×10 ⁹	5.4×10 ⁹

규 등 1998) 및 *Bacillus* sp.(손동화 등 2000)를 이용하여 청국장 발효시 수용성 갈변물질은 생성량이 발효 12시간부터 많았으며 이 후 계속 증가하였다는 보고와 유사하게 나타났다. 이와 같은 갈변물질의 생성은 생청국장이 제대로 만들어지는지 여부를 결정할 수 있는 대표적인 지표라고 볼 수 있다. 청국장 발효 과정 중의 갈변물질 생성에 관한 자세한 보고는 없으나, 장류의 갈색화는 Maillard 반응, 산화 등과 같은 화학적인 작용뿐 아니라 melanin을 생성하는 *Bacillus*에 의해서도 유도되는 것으로 알려져 있다(김동호 등 2000).

4. 발효 중 생균수의 변화

생청국장을 72시간 발효하는 동안 생균수의 변화를 조사한 결과는 <Fig. 2>와 같았다. 발효 기간 중 초기 생균수는 3.9×10^5 CFU/g이었으나 발효 12시간부터 생장이 활발해지면서 36시간에는 7.9×10^9 CFU/g으로 균수가 최대로 나타났고, 60시간부터 생균수가 약간 감소하기 시작하여 72시간에는 7.45×10^8 CFU/g으로 하락하였다. 이것은 연 등(2002)이 청국장 발효 중 *Bacillus subtilis*를 starter로 접종한 경우 발효 10시간째부터 증식이 시작되어 35시간 이후에는 10^9 CFU/g으로 증식밀도가 가장 높았다고 보고한 것과 유사한 결과를 나타내었다.

이상의 결과를 보면, 생청국장의 맛과 색을 좌우하는 아미노태 질소와 갈변물질의 생성량이 많으며, 생리 활성 기능의 역할을 하는 *Bacillus subtilis*의 생균수가 최대일 뿐만 아니라, 불쾌취 성분의 일종인 암모니아태 질소의 생성량이 적은 점을 고려할 때 소원콩으로 생청국장 제조시 *Bacillus subtilis* 균주로 40°C에서 36시간 발효하는 것이 가장 적절한 것으로 사료되었다.



<Fig. 2> Growth of *Bacillus subtilis* cells during fermentation of natto(unripe Chungkukjang).

용성 갈변물질이 생성되었고, 생균수는 발효 36시간에 최대 균수를 나타낸 후 하락하였다. 발효 완료후 4℃에서 48시간 동안 후숙시키는 과정에서 암모니아태 질소의 감소가 뚜렷하였으며, 갈변물질과 생균수는 약간 감소하는 경향이였다. 아미노태 질소, pH, 총산 및 총당의 변화는 크지 않았다. 생청국장의 맛과 색을 좌우하는 아미노태질소의 함량과 갈변물질의 생성, 불쾌치의 원인물질이 되는 암모니아태 질소의 함량, 그리고 발효균의 생균수 등을 고려하였을 때 생청국장의 제조를 위해서는 소원콩에 *Bacillus subtilis* 균주를 접종한 후 40℃에서 36시간 발효시킨 다음 4℃에서 48시간 정도 후숙시키는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 이계호·이효지·정문교 (1971) : 청국장에 관한 연구(1) 청국장 제조과정에 있어서 콩단백질의 변화에 관하여. *한국농화학회지* 14(3):191-200.
2. 김소희·양정례·송영선 (1999) : 청국장의 생리활성. *식품산업과 영양* 4(2):40-46.
3. 양정례·이숙희·송영선 (2003) : 자발성 고혈압 흰쥐에서 찐콩과 청국장 분말의 혈압 및 지질 대사 개선 효과. *한국식품영양과학회지* 32(6):899-905.
4. 김정인·강민정·권태완 (2003) : 콩과 청국장의 혈당조절 및 지질대사 개선 효과. *한국콩연구지* 20(2):44-52.
5. 장진희·심윤영·김승호·지규만·차성관 (2005) : 청국장에서 분리한 *Bacillus* spp. 균주의 혈전용해능 및 면역증강활성. *한국식품과학회지* 37(2):255-260.
6. 윤호경·최희선·허성호·홍정화 (2001) : 청국장 발효 세균의 종류에 따른 청국장 점질물의 항미생물 활성에 관한 연구. *한국식품위생안전성학회지* 16(3):188-193.
7. 장창문 (1998) : 전통 청국장의 품질 향상과 산업화 기술 연구. 제1회 장류 심포지움 및 장류 전시회. 영남대학교. 156-180.
8. 이재옥·하상도·김애정·여정숙·방인수·박상현 (2005) : 청국장의 생리활성과 산업적 적용. *식품과학과 산업* 38(2):69-78.
9. 김수영·김제욱 (1967) : 납두 제조 중의 단백질, peptide 및 amino acid의 변화에 관한 연구. *한국농화학회지* 8: 11-20.
10. 김복란·김종대·함승시·최용순·이상영 (1995) : 향미성 natto의 섭취가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. *한국영양식량학회지* 24(1):121-126.
11. 김복란·이상영 (1995) : 향미성 natto의 nattokinase, γ -GTP, protease 활성도와 관능적 평가. *한국영양식량학회지* 24(2):228-233.
12. 김복란·박창희·함승시·이상영 (1995) : 향미성 natto의 향기성분, 지방산 및

- 유기산 함량 분석. *한국영양식량학회지* 24(2):219-227.
13. 김복란·한용복·박창희 (1987) : *Bacillus subtilis* S.N.U 816 균주를 이용한 natto 제조 중 유기당 및 유리아미노산의 변화. *한국농화학회지* 30(2):192-197.
 14. 유선미·장창문 (1999) : 콩 품종별 청국장의 가공 적성 연구. *한국농화학회지* 42(2):91-98.
 15. 인재평·이시경 (2004) : 유카(*Yucca shidigera*) 추출물의 첨가가 *Bacillus subtilis* p01을 이용한 청국장의 품질 특성에 미치는 영향. *한국생물학회지* 47(2):176-181.
 16. 이부용·김동만·김길환 (1991) : 청국장의 물성 변환에 대한 연구. *한국식품과학회지* 23(4):478-484.
 17. 이현자·서정숙 (1981) : 균주를 달리한 청국장의 제조에 관한 연구(제1보) 청국장 메주 발효 과정 중의 성분과 효소력. *한국영양학회지* 14(2):97-104.
 18. 주현규 (1971) : 청국장 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지* 3(1):64-67.
 19. 김동호·육홍선·연규춘·차보숙·김정옥·변명우 (2000) : 감마선 조사된 청국장의 미생물 및 일반품질 특성 변화. *한국식품과학회지* 32(4):896-901.
 20. 서정숙·유명기·허유행 (1983) : 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구. 제 3보 청국장의 유리아미노산 함량과 질소성분. *한국식품과학회지* 15(4):358-391.
 21. 최응규·지원대·정영건 (1998) : *Bacillus subtilis* DC-2로 제조한 청국장의 특성. *한국식품영양과학회지* 27(5):846-851.
 22. 연규춘·김동호·김정옥·박병준·육홍선·조재민·변명우 (2002) : *Bacillus subtilis*와 *B. licheniformis*의 혼합 starter로 제조된 청국장의 품질 특성. *한국식품영양과학회지* 31(2):204-210.
 23. 손동화·권오진·지원대·최응규·권오준·이은정·조영제·차원섭·정영건 (2000) : *Bacillus* sp. CS-17로 제조한 청국장 발효기간별 품질 변화. *한국농화학회지* 43(1):1-6.
 24. 고한수·조대회·황성연·김영만 (1999) : 청국장의 제조방법에 따른 향미 증진 효과. *한국식품영양과학회지* 12(1):1-6.

2006년 9월 20일 접수

2006년 12월 15일 게재확정