

콩 분말을 이용한 청국장 제조 기술 개발

정연신² · Krishna Hari Dhakal¹ · 황영현^{1*}

¹경북대학교 식물생명과학부 · ²경북대학교 농업과학기술연구소

Processing of Cheonggukjang using soybean powder

Yeon-Shin Jeong², Krishna Hari Dhakal¹ and Young-Hyun Hwang^{1*}

¹Division of Plant Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

The possibility of making Cheonggukjang by the use of soy-powder and pill type re-made from soy-powder was investigated. Some of experimental results obtained are summarized as follows;

1. Regardless of three different types for the source material of Cheonggukjang, soybean seed, soy-power, and pill, the dry weight of fermented Cheonggukjang showed continuously decreasing trends along with the time of fermentation applied.
2. In all type of source materials, the length of viscous substance during fermentation was increased along with the time of fermentation, and the rate of elongation was much reduced after 48hr of fermentation. Out of four soybean varieties tested, Taekwangkong produced longest viscous substance fermented in the type of soybean seed. No viscous substance was formed when the depth of soy-powder in the fermentation box was shallow, one centimeter.
3. Not much difference was observed in the number of microbes, *Bacillus licheniformis* B1, in all soybean varieties. The number was proportionally increased in the type of powder but it increased rapidly from 12 hour to 24 hour with low rate of increase thereafter in the pill type.
4. Along with the time of fermentation in all types, the color of Cheonggukjang changed from yellow to dull. At the same time, the tone of color and chroma changed into reddish and yellow, respectively.
5. Along with the time of fermentation in all types, pH of Cheonggukjang changed in alkali.
6. Along with the time of fermentation, the content of isoflavone in Cheonggukjang increased by 48hr but decreased thereafter.
7. In general, the quality of Cheonggukjang fermented in types of soy-powder and pill re-made from soy-powder was lower than that of soybean seed. More study is seemed to be needed to produce high quality Cheonggukjang by the use of soy-power.

Key words : soybean, Cheonggukjang, soy-powder, *Bacillus licheniformis*

서 론

예로부터 콩(*Glycine max* L.)은 우리나라를 비롯한 동양권에서는 일상생활에 중요한 영양공급원으로써 직접 또는 가공식품으로 이용되어 왔으며, 대두로 만드는데는 음식물의 종류도 실로 헤아릴 수 없을 정도로

*Corresponding author. E-mail : hwangyh@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5712, Fax : 82-53-958-6880
(Received November 30, 2011; Examined December 10, 2011; Accepted December 20, 2011)

많은 것은 우리나라가 콩의 종주국임을 뒷받침하는 증거라 할 수 있다. 일반적으로 콩은 두부, 두유, 콩나물, 콩국, 및 밥밑콩 등으로 이용되어지고 있을 뿐만 아니라 한국을 비롯한 동양에서는 전통적으로 장류로 이용되어져 왔다.

최근에는 동서양을 막론하고 콩은 범세계적으로 단백질, 유지 및 사료의 원료로 다양하게 이용되고 있는 주요 작물로서 값싸고 우수한 식물성 단백질의 주된 공급원으로 단백질 함량이 40%, 지방질 함량은 20% 정도로 ‘밭에서 나는 쇠고기’ 라는 별칭을 얻고 있다. 또한 다양한 생리활성을 가진 기능성 물질들이 항암성 및 여러 생리적 기능이 있다는 점이 밝혀지면서 콩의 가치는 더욱 커지고 있다. 콩의 대표적인 기능성 물질로 식이섬유, 올리고당, isoflavones, phytic acid, trypsin inhibitor, saponins, 단백질과 그 가수분해물, 식물성 sterol과 phenol 화합물 등이 보고 되어져 있다.

청국장은 약 1,400년 전, 옛 고구려와 발해의 땅이었던 만주 지방에서 말을 몰고 다니던 우리의 선조들이 콩을 삶아 말안장 밑에 넣고 다니며 말의 체온 (37~40°C)에 의해 삶은 콩이 자연 발효된 것이 청국장의 원조라고 한다. 청국장은 대두를 이용한 전통발효식품으로 볶짚 위에 찢 콩을 담아 40°C에서 2~3일간 발효 숙성시키면, 고초균 (*Bacillus subtilis*)이 생산하는 효소에 의하여 단백질과 당질이 분해되어 levan form fructan과 polyglutamate로 구성된 끈끈한 점질물이 생성되면서 특유한 냄새와 고유한 맛을 띤다 (Ko et al., 1999). 또한 청국장은 전통 발효식품 중에서 유일하게 소금을 사용하지 않고도 만들 수 있으며, 콩 단백질의 인체 흡수율을 95%까지 끌어올릴 수 있어서, 영양학적인 면에서나 경제적인 면에서 가장 효과적으로 콩을 섭취할 수 있는 양질의 단백질 식품이다 (Lee et al., 1991; Yoo, 1997). 청국장은 원료인 콩이 가지는 영양성 이외에도 인체의 건강 증진을 위한 생리 활성 물질이라고 알려진 불포화지방산, 올리고당, 식이섬유, 인지질, phenolic acids, saponins, isoflavones (genistein, daidzein etc.), trypsin inhibitor, phytic acid, tocopherol 등의 성분이 들어있는데, 이는 콩을 발효시키는 제조과정 중 콩 속에 함유되어 있는

isoflavone 및 유용 성분의 배당체가 당이 떨어진 aglycon 형태로 변화하여 콩 자체보다 높은 생리활성을 나타내는 것으로 밝혀지고 있다 (Ryu, 2002).

청국장을 먹게 되면 *Bacillus subtilis*균에 의해 분해되어 있는 아미노산 형태의 콩 단백질을 섭취하는 것이 되므로, 소장에서의 단백질 흡수율이 95% 이상 이르게 되어 쇠고기의 단백질 인체 흡수율보다 높을 뿐 만 아니라 단백질 흡수율은 65%밖에 되지 않는 삶은 콩 보다 월등히 높다. *bacillus subtilis*균이 증식하여 만들어진 단백질 분해효소가 죽은 피인 혈전을 녹이는 작용이 탁월해 심근경색증, 뇌졸중 등의 질환을 예방할 수 있다 (김한복, 2004).

생청국장은 *Bacillus subtilis* 라는 균이 살아있는 상태로 섭취할 수 있는 장점이 있는데 반하여 그 균이 살아서 번식활동을 계속하고 수분함량이 45~55.7% 여서 장기간 보관이 어려운 단점이 있다. 생청국장을 더운 날씨에 상온에서 이들 이상 방치할 경우 심한 암모니아 악취가 나기 시작하고 냉장실에 일주일 정도 보관할 때 곰팡이가 생기기도 한다. 이러한 단점을 보완하고 이용도를 높이기 위해 분말 청국장을 제조 판매하고 있는 업체가 늘어나고 있다.

Lee 등 (2006)은 경기·강원 지역의 전통발효 청국장으로부터 *Bacillus* 균주의 분리 동정 및 특성을 분석한 연구에서 수집된 청국장에서 22종류의 균주를 분리하였고, 16S rDNA의 서열을 분석한 결과 이들은 대부분 *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*로 일반적인 성장 특성은 5~7시간의 유도기를 지나 23~40시간 이후에 휴지기로 접어들었으며, 휴지기에 접어든 분리 균주들의 최대 성장 총 균수는 1×10^6 CFU/ml과 5×10^7 CFU/ml 사이에 있었다고 하였다. Ko 등 (1999)은 청국장의 제조방법에 따른 향미 증진 효과에 대한 연구에서 중립콩과 대립콩의 발효율이 가장 좋았고, 저온의 후숙 과정은 5°C에서 1~2일 후 경과하면 *Bacillus subtilis*는 더 이상의 증식이 일어나지 않고 발효취가 소멸되므로 저온의 유통과정을 거쳐야 불쾌취가 없는 구수한 청국장의 맛을 유지할 수 있었다고 한다.

이러한 청국장의 가공 및 품질 개선 방안에 관한 다양한 연구로는 콩의 품종별 가공 적성 (Shon et al., 2001a; Yoo & Chang 1999), 접종균주 및 접종방법에

따른 품질 특성(Youn et al., 2002; Son et al., 2000; Lee & Suh 1981), 저온저장 (Ko et al., 1999) 및 감마선 조사 (Park et al., 2002; Kim et al., 2002)에 따른 품질 안정성에 대한 연구 등이 수행되었다. 하지만 미생물을 이용하기 때문에 원료의 종류, 사용균주, 발효 온도 및 시간 등 발효조건의 차이에 따른 특유의 풍미가 청국장의 품질에 큰 영향을 미치는 요인이 되고 있다 (Cheong et al., 1994).

최근에는 청국장환, 건조청국장, 분말청국장 등을 출시하여 건강에 관심이 많은 중장년층 뿐 만 아니라 다이어트와 각종 질병 예방에 좋다는 보고가 있어 많은 여성들로부터 사랑을 받고 있다.

최근까지 청국장에 관한 많은 연구가 있었음에도 불구하고, 분말을 원료로 사용하여 청국장 발효기술을 개발하고, 콩 분말을 원료로 사용하여 청국장을 제조한 일이 없어 경제적인 방법으로 콩을 수입하기 위해서 분말 형태의 원료를 사용한 콩 제품 기술 개발이 필요하다.

따라서 본 연구는 콩을 이용한 제품 제조 시 경제성을 고려한다면 수입콩을 이용하여야 하는데 수입콩의 경우 대부분 분말형태로 도입되므로 수입콩을 효율적으로 이용하기 위해 콩 분말의 제품 개발을 위해 기초적인 연구로 청국장 제조 기술을 개발하게 되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험의 공시재료는 대립종으로는 태광콩, 소립종으로는 아가3호, 흑색종으로는 아가4호를 사용하였다. 이 공시재료는 경상북도 군위군 효령면 경북대학교 부속 실험실습장에서 2006년 생산된 것을 사용하였다.

2. 사용균주

청국장 제조에 사용된 균주는 *Bacillus licheniformis* B1으로 호서대학교 김한복 교수로부터 분양받아 사용하였다. *Bacillus licheniformis* B1을 LB배지 (Difco Co., USA)에 접종하여 진탕배양기 (Vision Scientific

Co., LTD, Korea)에 40℃, 250rpm으로 24시간 배양하였다.

3. 청국장의 제조

콩을 깨끗하게 수세하여 100g씩 유리용기에 담고 물에 12시간동안 침지 시킨 후, 물 빼기를 하고 고압멸균기 (Autoclave, Vision Sci. Korea)로 121℃, 40분간 증자하였다. 바닥에 형질을 깬 플라스틱 용기(16 cm × 11 cm × 8.5 cm)에 증자한 콩을 넣고 *Bacillus licheniformis* B1 배양액을 2%(v/w)로 균일하게 접종하여 43℃ 배양기 (Incubator, Vision Sci. Korea)에서 시간별 (12, 24, 48, 72hrs)로 발효시켰다.

4. 분말 청국장 제조

분말 청국장 제조를 위해 각각의 공시재료를 파쇄해서 1.25 mm 체 (CISA, Spain)를 통과한 분말만을 사용하였다. 100g씩 유리용기에 담아 물과 분말을 1:1의 비율로 섞은 후 고압멸균기로 121℃, 40분간 증자하였다. 플라스틱 용기 (16cm×11cm×8.5cm) 바닥에 형질을 깔고 증자한 콩을 넣고 *Bacillus licheniformis* B1 배양액을 2% (v/w)로 균일하게 접종하여 43℃ 배양기에서 시간별로 발효시켰다. 콩 분말의 두께에 차이에 따른 발효 비교 실험을 하기 위하여 시료 콩 분말을 각각 1cm, 2cm, 3cm의 두께가 되도록 플라스틱 용기 (16cm × 11cm × 8.5cm)에 담아 발효시켰다.

5. 환을 이용한 청국장 제조

본 실험은 분말을 기기 (케이스 자동 롤, 유성 식품 기계)에 넣어서 환을 만들었다. 환 100g씩 유리용기에 담아 물과 분말을 1:1의 비율로 섞은 후 고압멸균기로 121℃, 40분간 증자하였다. 플라스틱용기 (16cm×11cm×8.5cm) 바닥에 형질을 깔고 증자한 콩을 넣고 *Bacillus licheniformis* B1 배양액을 2% (v/w)로 균일하게 접종하여 43℃ 배양기에서 시간별로 발효하였다.

6. 건물중 측정

일정한 량의 콩, 콩분말 및 환을 이용하여 각각의 처리에 따라 발효시킨 청국장의 생체중을 측정하고 동결건조기 (Freeze dryer, Hitachi)를 이용하여 3일간 동결건조 시킨 후 청국장의 무게를 측정하였다.

Table 1. Condition of HPLC for analysis isoflavone contents in *Cheonggukjang*

Items	Conditions
Instrument	PerkinElmer series 200 / (Browlee choic C18 150*4.6mm) : catalog # N9303628
Mobile phase	A: acetonitrile, B: HPLC water(0.1% acetic acid), (A: 0→45% (10.2min), 45→90% (6min), 90→0% (3.6min), 90→0% (15min), 0% (10min))
Flow rate	1.0ml/min
Column temp	30℃
Injection volume	10 μ l
UV detector	260nm

7. 진의 길이 측정

시간별로 발효시킨 청국장 점액질 성분의 양에 따라 나타나는 진의 길이의 차이는 Lee 등 (2006) 방법을 응용하여 측정하였는데 시약스푼을 사용하여 발효 청국장 표면을 문지른 후 천천히 떼어 내면서 점액질 물질이 끊어지지 않고 늘어나서 따라오는 최대 길이를 측정하였다.

8. 총균수 측정

발효시킨 청국장의 총균수는 시료 10 g에 증류수 50 ml을 가하여 콘크리트혼합기 (IKA Works (Asia) Sdn. Bhd. Malaysia)로 파쇄한 용액 1 ml을 취하여 멸균 1% peptone 수로 10-6배로 희석한 후 nutrient agar (Difco, USA) plate 에 도말하여 37℃에서 48시간 배양 후 나타나는 colony수를 계측하였다.

9. 색도의 변화 측정

발효시킨 청국장의 표면색도는 색차계 (Colorimeter CM-3600D, Minlota)로 측정하여 Hunter color value에 의한 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값으로 나타내었다.

10. Isoflavone 함량 측정

동결건조로 건조한 청국장을 200mesh의 표준망체를 이용하여 분쇄한 다음 0.2 g에 80% ethanol 10ml을 첨가하여 50℃, 1시간 동안 ultra sonic (KoDo, Korea) 에서 추출하고 50℃의 incubator에서 150rpm으로 shaking 하면서 15시간동안 추출하고 syringe filter (0.45 μ m) 여과하여 분석시료로 사용하였으며, HPLC 기기의 조건은 표 1과 같다.

결과 및 고찰

1. 발효시간에 따른 건물중의 변화

관행의 방법대로 종실을 이용하여 청국장을 발효시켰을 경우 건물중의 변화를 살펴보면 그림 1 과 같다. 발효시간이 경과할수록 청국장의 건물중은 경시적으로 감소하는 경향을 보였다. 특히 태광콩의 경우 12시간 발효와 72시간 발효간에는 건물중의 차이가 통계적으로 유의성이 인정되었다.

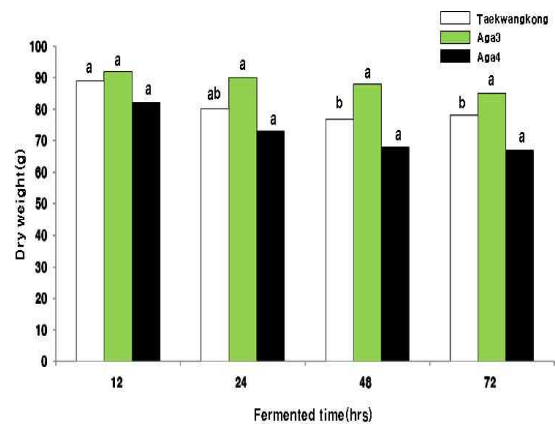


Fig. 1. Changes in the dry weight of *Cheonggukjang* made with soybean seed during fermentation

콩을 분말로 만든 다음 콩 모양의 환으로 제조하여 청국장을 발효시켰을 경우 건물중의 변화는 그림 2 와 같다. 환으로 발효시킨 청국장도 종실의 경우와 마찬가지로 건물중의 변화는 발효시간이 경과할수록 경시적으로 감소하는 경향을 보였다. 특히 아가 4호의 청국장 건물중은 발효 12시간과 발효 72시간 간에는 통계적으로 유의하였다.

콩 분말을 이용한 청국장 제조 기술 개발

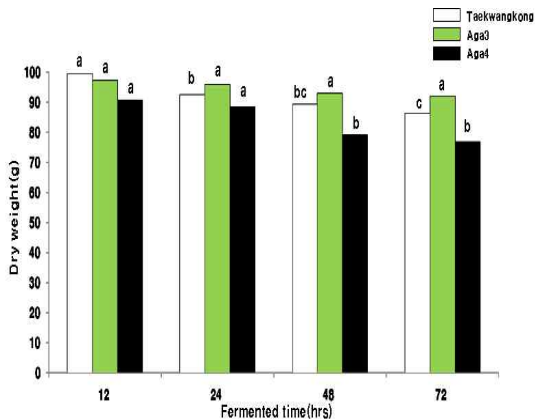


Fig. 2. Changes in the dry weight of *Cheonggukjang* made with pill during fermentation

콩을 분말로 하여 청국장을 제조할 경우 건물중의 변화는 그림 3에서 보는 바와 같이 종실의 경우와 마찬가지로 발효시간이 경과할수록 경시적으로 감소하는 경향을 보였다. 분말의 두께에 따라서 살펴보면 청국장의 건물중은 분말의 두께를 1 cm로 하였을 경우 아가4호에서 발효시간에 따라 유의한 차이를 보였으며, 분말의 두께가 2, 3 cm 경우 청국장의 건물중은 태광콩에서 발효시간이 경과하면 유의적인 차이를 보였다.

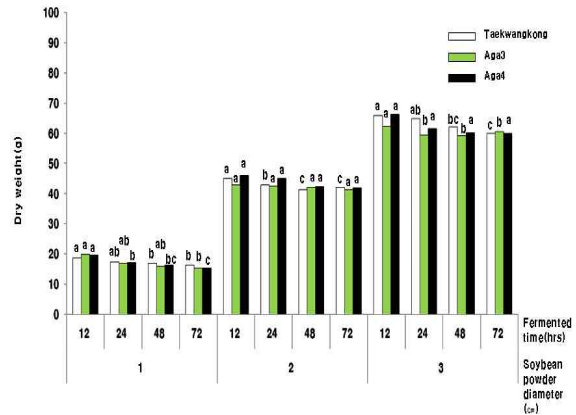


Fig. 3. Changes in the dry weight of *Cheonggukjang* made with soybean powder during fermentation

2. 발효시간에 따른 진의 길이의 변화

청국장은 발효과정 중에 미생물이 생산하는 효소에 의해서 특유의 냄새를 내는 동시에 원료 콩의 당질과 단백질에서 유래된 leave form fructan과 polyglutamate의 중합물질인 끈적끈적한 점질물을 생산한다.

발효된 청국장을 손가락으로 떠보면 끈적끈적한 실 같은 것이 떨어져 오는 것을 볼 수 있는데, 이 점액성 물질이 나타나면, 청국장 발효가 잘 되었다고 볼 수 있다. 이 실과 같이 생긴 점액성 물질은 *Bacillus licheniformis* B1균이 콩을 먹이로 하여 증식하면서

Table 2. Change in the length(cm) of viscous substance of *Cheonggukjang* made with soybean during fermentation

Form	Variety	12hr	24hr	48hr	72hr	
Seed	Taekwangkong	38.5c	135.0b	178.0a	184.3a	
	Aga3	11.5d	16.3c	30.2b	35.5a	
	Aga4	0.0b	3.2a	3.3a	3.8a	
Pill	Taekwangkong	6.3c	9.5b	13.8a	14.0a	
	Aga3	4.1c	4.5c	6.0b	6.8a	
	Aga4	5.3c	7.0b	8.5a	8.9a	
Powder	Taekwangkong	1cm	1.0c	1.0c	1.5c	2.0c
		2cm	14.0a	20.0a	26.0a	27.0a
		3cm	6.0b	8.0b	12.0b	12.5b
	Aga3	1cm	0.0c	0.0c	0.0c	1.0c
		2cm	8.0a	12.0a	18.0a	22.0a
		3cm	4.0b	6.0b	9.0b	10.0b
	Aga4	1cm	0.5c	0.5c	1.0c	1.5c
		2cm	10.0a	15.0a	20.0a	21.0a
		3cm	7.0b	8.0b	13.0b	13.0b

Same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

만들어낸 물질로, 이것의 주성분은 poly glutamic acid (PGA)이다 (김한복, 2004).

공시된 태광콩, 아가3호, 아가4호의 청국장 발효 후 진 길이의 변화는 표 2와 같다. 종실을 이용하여 청국장을 발효시킨 경우 황색 종피종인 태광콩을 72 시간 발효시켰을 때 진 길이가 184.3 cm 였으며, 검정콩인 아가 4호의 경우 진이 많이 생기지 않았다. 또한 환이나 분말의 경우에도 종실과 비슷한 결과를 보였다. 분말을 이용하여 청국장을 발효할 경우 분말의 두께가 1 cm에서는 진이 거의 생기지 않았으며, 분말의 두께가 2 cm 일 때 진이 가장 많이 발생하였다. 발효된 청국장의 진의 길이는 발효시간이 경과함에 따라 경시적으로 증가하였다. Lee 등(2006)이 청국장에 대한 점액물질의 길이를 측정된 결과 역시 백태를 이용한 청국장에서 더 길게 나타났으므로 점액성 물질의 양과 생리활성이 비례한다고 한다. 이 연구는 일반적으로 검정콩은 청국장이 잘 되지 않는다는 것과 일치하며, 본 연구의 결과와도 일치한다고 할 수 있다. 분리 균주로 제조한 청국장의 점도 특성은 전단 속도가 증가함에 따라 겔보기 점도는 감소하는 경향을 보였다고한다 (Ahn et al., 2006).

효소 활성이 90% 정도 유지되었으며 30분간 처리 시에도 45 %정도의 효소활성이 남아 있었다고 하였다. 따라서 청국장의 점질물의 점도는 품질을 판정하는 중요한 역할을 할 수 있으리라 여겨진다.

3. 발효시간에 따른 총균수 측정

Ko 등 (1999)은 생균수 및 포자 형성율은 포자형성력이 우수한 균주를 진탕 배양하면서 대수증식중기의 균량 1,000 CFU/g를 찐콩에 접종하여 상대습도 90%의 조건으로 30℃, 37℃, 40℃, 50℃의 온도별로 최적 발효 온도를 조사한 결과 40℃에서 발효 속도가 이상적으로 빠르게 진행되었다고 하였는데, 43℃에서 발효시간별 총균수 변화는 그림 4와 그림 5에서 보는 바와 같이 발효시간이 경과할수록 경시적으로 증가하였다. 종실과 분말의 경우 발효시간이 경과할수록 급격하게 증가하는 반면 환의 경우 24시간 까지 급격하게 증가하다가 그 이후에는 다소 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 Jung 등 (2006)이 청국장으로 제조한 저염 간장의 숙성 중 총균수는 발효가 진행됨에 따라 chitosan ascorbate의 첨가유무 및 농도에 관계없이 모두 증가하였다고 하는 결과와 Kim 등 (2006)이

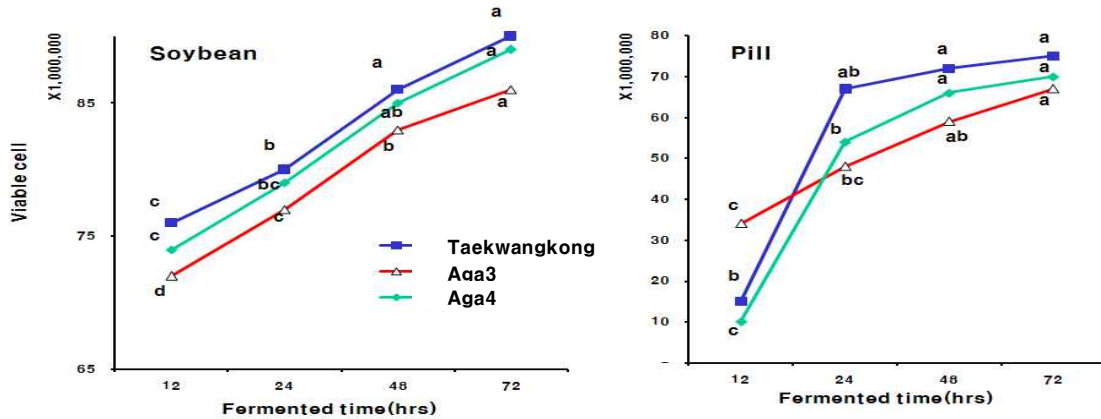


Fig. 4. Change in the number of viable cell of *Cheonggukjang* made with soybean seed or pill during fermentation

Lee 등 (1991)은 *B. subtilis*와 *B. natto*를 접종하여 40℃에서 48시간 발효 시 점질물의 농도 5%와 설탕 15%와 비교하였을 때 점질물의 농도 5%가 구성분자의 중합도가 상당히 크다고 보고하였고, 또한 점질물의 fibrinolytic activity는 105℃에서 5분간 열처리 시

포자농도별 청국장의 생균수의 변화는 포자농도가 10⁶ CFU/ml 까지 증가할 때 생균수는 증가하였으나, 10⁸ CFU/ml로 접종한 경우는 감소한다고 한 결과와 일치하였다.

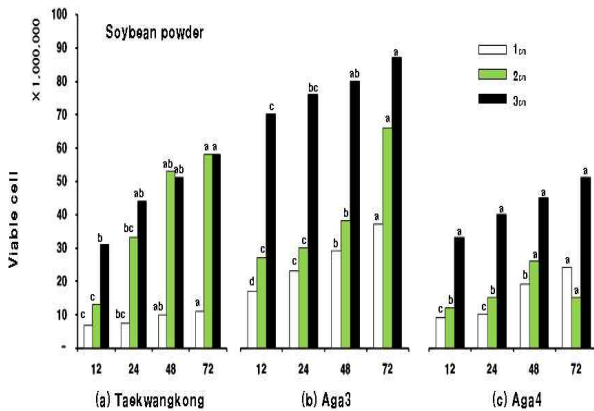


Fig. 5. Change in the number of viable cell of *Cheonggukjang* made with soybean powder during fermentation

4. 발효시간에 따른 pH의 변화

Kim 등 (1998)은 전국 청국장의 증자 대두의 pH는 6.18~6.21이며, 청국장의 pH는 발효시간이 경과 할수록 8.13~8.68로 높아지는데 이는 알칼리화가 된다고 볼 수 있다고 하였는데, 종실, 환, 분말을 이용하여 발효한 청국장의 pH는 표 3과 같다. 공시 재료의 형태에 관계없이 증자한 후 pH는 6.16~6.80이었으며, 종실과 환을 청국장으로 제조하였을 때 48시간 발효시 가장 pH가 높았으나, 분말의 경우 분말의 두께가 2 cm 일 때 가장 높았다. Suh 등 (1982)은 포자 농도별 청국장의 pH는 7.27-7.64였고, 104 CFU/ml 이상 농도

에서 102 CFU/ml 농도보다 pH가 더 높았고, pH 6.25-6.84사이의 증자한 대두에 *B. subtilis*를 접종하여 40°C에서 72시간 발효시켰을 때 pH는 7.25-8.26의 범위를 나타내어 알칼리화되는 것으로 보고하였으며 그 원인은 발효시 생성되는 ammonia 등의 gas 때문인 것으로 추정하고 있다. 청국장 발효과정 중의 pH는 증자 대두는 6.25~6.84를 나타내었으며, 발효가 진행됨에 따라 점차 알칼리화하여 발효 96시간째에는 pH 8.9를 나타내며 (Son et al., 2000), 청국장의 발효과정 중 pH 및 총산을 측정된 결과는 키위를 첨가한 검정콩 청국장을 제외한 대부분의 청국장에서 24시간까지 급격히 증가하다가 그 이후로 조금씩 증가하는 경향을 보였고, 최종적으로 pH 7.6~8.0 범위에서 거의 비슷하게 나타났다고 하는 (Shon et al., 2001b) 결과는 본 연구와 일치하는 것으로 보여 진다.

5. 발효시간에 따른 색도의 변화

Kim 등 (1998)은 전국 청국장의 평균치는 L값은 49.07, a값은 6.65, b값은 19.19로 보고하였으며, 청국장의 숙성이 지속될수록 L값은 흑색에 가까워지고 a값은 적색을 띠고 b값은 약간 황색을 띠게 된다고 하였다. 종실, 환 및 분말을 이용하여 청국장을 발효했을 때 색도의 값은 표 4와 같다. L값은 명도, a값은

Table 3. Change in the pH of *Cheonggukjang* during fermentation made with soybean seed, pill and soybean powder

Form	Variety	Thickness	12hr	24hr	48hr	72hr	Seed
Soybean seed	Taekwangkong		7.15b	7.89a	8.01a	7.22b	6.80
	Aga3		7.20b	7.80a	8.21a	7.99a	6.30
	Aga4		7.90b	8.00ab	8.50a	7.90b	6.50
Pill	Taekwangkong		7.20a	7.48a	7.60a	7.34a	6.36
	Aga3		7.70a	7.85a	8.02a	7.51a	6.16
	Aga4		7.60ab	7.95ab	8.14a	7.22b	6.39
Soybean powder	Taekwangkong	1cm	7.17b	7.23b	7.23b	7.73a	6.53
		2cm	7.76a	7.70a	7.70a	7.79a	
		3cm	7.40b	7.17b	7.17b	8.09a	
	Aga3	1cm	6.12b	6.69b	7.76a	7.55ab	6.75
		2cm	6.08b	6.41b	8.51a	8.60a	
		3cm	5.53b	6.25b	7.90a	7.90a	
	Aga4	1cm	8.21ab	8.32a	8.31ab	8.02b	7.04
		2cm	8.16a	8.24a	8.14a	8.27a	
		3cm	8.28a	8.33a	8.33a	8.22a	

Same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 4. Change in the Hunter's color of *Cheonggukjang* made with soybean seed, pill and soybean powder during fermentation

Form	Variety	12hr			24hr			48hr			72hr			
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
Soy -bean seed	Taekwang -kong	68.19a	7.69a	22.97a	65.48a	7.52a	22.49a	59.36b	8.09a	22.47a	52.88c	7.49a	17.58b	
	Aga3	69.37a	5.70c	23.06a	66.84b	5.52c	23.20ab	63.81c	6.54b	23.26ab	58.65d	7.05a	21.09b	
	Aga4	59.36a	3.36c	12.09a	59.82a	3.29c	12.21a	59.94a	5.47a	13.01a	53.95b	4.30b	10.39a	
Pill	Taekwang -kong	61.97a	8.36b	21.32a	59.63b	8.85a	20.91a	59.64b	7.70bc	20.55a	55.62c	7.77c	18.93a	
	Aga3	65.63a	8.69ab	23.05b	59.04bc	9.02a	21.42a	61.69b	8.10b	21.10a	56.55c	9.31a	20.47c	
	Aga4	52.04a	5.52a	11.43b	51.83ab	5.90a	12.06b	49.89ab	5.41a	11.09a	48.26b	5.56a	10.86c	
Soy -bean pow -der	Taekwan g -kong	1cm	72.05a	6.41b	23.14a	62.91b	7.78a	21.87ab	60.45b	7.97a	22.20ab	57.78c	3.33b	21.00b
		2cm	71.16a	6.33b	23.13a	68.47a	7.31a	24.31a	64.72b	7.35a	23.54a	64.61b	7.49a	22.92a
		3cm	73.11a	5.87c	24.43a	72.06ab	6.77bc	24.66a	65.42b	7.28a	23.01b	65.15c	7.06ab	23.69ab
	Aga3	1cm	58.22a	8.88a	20.75a	61.52a	7.53a	20.97a	58.32a	7.59a	20.07a	57.95a	7.58a	20.35a
		2cm	67.10a	7.46b	22.10a	66.39a	6.59c	21.23b	60.45b	7.58ab	21.00b	58.44b	7.87a	21.66ab
		3cm	57.55b	10.01c	21.48a	63.39a	7.03b	22.09a	64.27a	6.87b	21.45a	60.19ab	7.57a	20.69a
Aga4	1cm	43.04a	4.94b	7.54a	47.37a	6.51a	10.31ab	46.17a	6.64a	9.88b	48.95a	6.34ab	11.38b	
	2cm	52.83a	5.34a	12.26a	49.19a	6.12a	11.16b	50.25a	5.96a	11.62d	52.21a	6.61a	12.69c	
	3cm	54.49a	4.94a	12.73a	49.84b	5.80a	11.57b	51.05ab	6.05a	11.91b	52.25ab	6.18a	13.13ab	

Same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

색상, b값은 채도를 나타내는 것으로 발효시간이 경과할수록 L값은 흑색에 가까워지고, a값은 적색에 가까워지고, b값은 황색에 가까워지는 것으로 나타났다. 그러나 분말 아가4호의 경우 발효 시간이 경과하여도 L, a, b 값의 변화가 거의 없었다.

Kim 등 (2006)은 발효온도별 청국장 색도는 L값은 발효온도에 따른 유의차가 없었고 a값은 30~40℃에서는 큰 차이가 없었으나 45℃에서 조금 감소하였다고 하였으며, Kim 등 (2005)은 진공 포장한 청국장의 명도(L)값은 살균온도, 저장기간 및 저장온도 모두 1% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타나 세 조건 모두가 명도에 영향성이 높은 것으로 나타났는데, 적색도(a)값은 진공포장의 경우 살균온도와 저장온도가 높을수록 증가하며 각기 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타났고, 일반포장의 경우, 저장온도가 높을수록 유의적 값(10% 이내)이 영향을 미치는 것으로 나타났고, 황색도(b)값은 진공 포장한 경우, 저장기간과 저장온도는 1% 이내에서, 살균온도의 경우 5% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타났다고 하였다. 또한 Lee (2006)는 카스테라 표면 및 내부

의 색도를 측정하여 보니 L값은 밀가루의 30%를 청국장으로 대체한 카스테라 (CF30)가 다른 카스테라에 비해 낮은 L값을 보였으며, a값과 b값이 높아졌다고 하였다 .

6. 발효시간에 따른 isoflavone 함량 변화

우리나라에서 가장 많이 재배되고 있는 태광콩과 isoflavone 함량이 가장 높은 아가 3호와 검정콩이면서 isoflavone 함량이 가장 높은 아가 4호를 청국장으로 발효시켰을 때 isoflavone 함량은 표 5에서 보는 바와 같다. Isoflavone의 함량은 발효 시간이 경과할수록 48시간까지는 증가하는 경향을 보였지만, 그 이후에는 감소하는 경향을 보였다.

Choi 등 (1996)과 Kim & Kim (1996)이 국내산 콩 품종을 대상으로 isoflavone 함량을 측정한 결과 각각 46~232 mg%와 46~418 mg% 범위였으며, isoflavone 함량과 조성이 품종 및 재배환경에 따라 큰 차이가 있다고 하였다. 또한 Haytowiyz 등 (1999)은 콩 발효식품인 된장, 미소, 낫또, 템페의 isoflavone 함량을 비교해 본 결과 31.52±9.26 mg%, 42.55 ± 9.18 mg%, 58.93

Table 5. Change in the total isoflavone content of *Cheonggukjang* made with soybean seed, pill and soybean powder during fermentation ($\mu\text{g/g}$)

Form	Variety		12hr	24hr	48hr	72hr
Soybean seed	Taekwangkong		1,002a	893a	984a	862a
	Aga3		4,478b	5,407a	5,002ab	4,274b
	Aga4		2,651a	2,607a	2,487a	2,466a
Pill	Taekwangkong		992b	1,001b	1,513a	1,000b
	Aga3		4,299a	4,734a	4,222a	4,216a
	Aga4		3,188a	2,022b	1,728b	999b
Soybean powder	Taekwangkong	1 cm	845c	880bc	994b	1,194a
		2 cm	1,165ab	1,330a	1,000b	1,379a
		3 cm	1,399a	2,637a	1,302a	3,281a
	Aga3	1 cm	2,742b	5,655a	5,294a	3,269b
		2 cm	4,510ab	4,330ab	4,296b	4,881a
		3 cm	4,804a	4,807a	5,275a	5,272a
	Aga4	1 cm	2,301a	1,906a	2,072a	2,084a
		2 cm	2,501b	1,901c	2,944a	2,658b
		3 cm	2,794a	2,467b	2,748a	1,144c

Same letters in each column are not significantly different at 5% level by DMRT.

$\pm 7.33 \text{ mg}\%$, $43.52 \pm 8.34 \text{ mg}\%$ 로 보고한 바 있다. Lee 등 (2005)은 청국장으로 발효시켰을 때 $89.57 \pm 0.70 \text{ mg}\%$ isoflavone 함량 가장 높고, 콩 삶은 물과 기본 청국장을 함께 가열한 변형청국장은 $74.83 \pm 0.58 \text{ mg}\%$ 약간 감소하였으나 여전히 isoflavone 함량은 높았다고 한다. 또한 Lee 등 (2002)은 콩과 콩 가공식품의 isoflavone 함량에 대한 연구를 위해 흰콩 41종, 검정콩 5종의 국산 콩 46품종과 두부, 된장 등 콩 가공식품의 isoflavone 함량은 309~1,610 $\mu\text{g/g}$, miso는 1,067 $\mu\text{g/g}$ 으로 된장의 781 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았고, 두부, 연두부, 순두부 및 유부의 isoflavone 함량은 각각 650 $\mu\text{g/g}$, 895 $\mu\text{g/g}$, 685 $\mu\text{g/g}$, 616 $\mu\text{g/g}$ 이었다고 하였다. 검정콩 청국장의 발효과정 중 isoflavone 함량은 발효기간이 길어질수록 계속적으로 증가하는 경향이었으며, 소립에 비하여 대립 청국장의 함량이 약간 높게 나타났다고 하는데 이는 발효과정 중 daidzein과 genistein을 함유한 배당체 isoflavone류 들의 당류 부분이 분해된 결과라고 보고 하였다고 한다 (Shon et al., 2001a).

이상의 결과를 종합해 볼 때 분말 또는 환의 형태로 청국장을 만들 경우 종실로 만드는 경우 보다 청국장 고유의 향이 적고, 점액질이 적어 품질이 다소 떨어졌

으며, 분말 (환)을 이용하여 경제적인 청국장제조를 위해서는 보다 많은 노력이 필요할 것으로 보여 졌다. 향후 콩 발효에 따른 기능성 성분의 확인, 이들의 인체 내 기능, 그리고 발효 기법을 활용한 다양한 제품 개발을 통하여 동양의 오랜 콩 발효 기술이 인류의 건강을 지키는데 중요한 역할을 할 것을 기대한다.

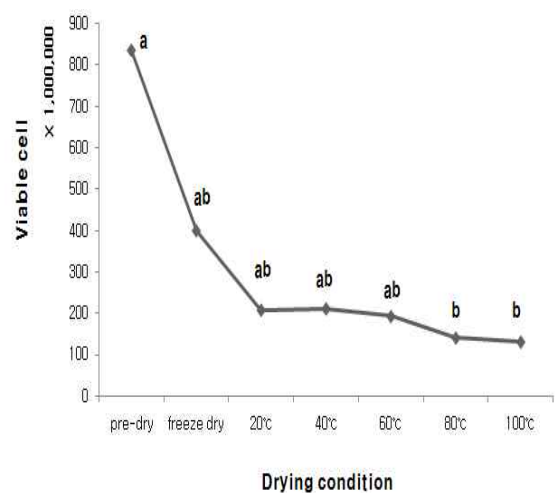


Fig. 6. Change in the number of viable cell under various drying temperatures of *Cheonggukjang* made with soybean seed

7. 건조온도에 따른 균의 재생능력

발효된 청국장을 건조온도 조건을 달리하여 균의 재생능력을 실험한 결과는 그림6과 같다. 건조온도가 높을수록 균의 재생능력이 낮았으며 동결건조를 이용하여 청국장을 건조하였을 때 가장 많은 수의 균이 존재하였다.

7. 청국장을 건조온도를 달리하여 균의 재생능력을 실험해본 결과 동결건조를 하였을 때 가장 많은 수의 균이 존재하였다.

8. 분말 또는 분말 (환)의 형태로 청국장을 만들 경우 종자 이용 시 보다 청국장의 품질이 떨어졌으며 분말 (환)을 이용하여 경제적인 청국장 제조를 위해서는 더 많은 연구가 필요한 것으로 고려되어 진다.

적 요

1. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 건물중은 콩, 환, 분말의 모든 원료형태에서 발효시간이 경과할수록 건물의 중량이 감소하는 경향을 보였다.
2. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 진의 길이 변화를 측정된 결과, 모든 원료 형태에서 발효시간이 경과할수록 진의 길이가 증가하는 경향을 보였으며, 48시간 이후에는 그 증가치가 완만함을 보였다. 태광콩을 콩의 형태로 발효하였을 때 진의 생성이 가장 많았고, 분말을 1cm의 두께로 발효하였을 때 진이 거의 생성되지 않았다.
3. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 생균수의 변화를 측정된 결과, 콩 형태로 발효시켰을 경우 모든 품종에서 비슷한 수준의 생균수가 측정되었다. 환 형태로 발효시켰을 경우 12시간 이후에 생균수가 급격히 증가하다가 24시간 이후 증가치가 완만해졌다. 분말형태로 발효시켰을 경우 시간에 따라 경시적으로 증가하였다.
4. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 색도의 변화를 측정된 결과, 모든 원료 형태에서 발효시간이 경과할수록 명도는 흑색에 가까워졌고, 색상과 채도의 경우는 각각 적색과 황색을 띠는 쪽으로 변화하였다.
5. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 pH의 변화를 측정된 결과, 모든 원료 형태에서 발효시간이 경과할수록 알칼리성으로 변화하였다.
6. 원료 형태별 청국장의 발효시간에 따른 isoflavone 함량의 변화를 측정된 결과, 발효 후 48시간까지 isoflavone의 함량이 증가하다 감소하는 경향을 보였다.

인용문헌

1. Ahn, Yong Sun, Yong Suk Kim and Dong Hwa Shin. 2006. Isolation, identification, and fermentation characteristics of *Bacillus* sp. with high protease activity from traditional *chunggugiang*. Korean J. Food Sci. Technol. 38(1):82-87
2. Choe Jeong-Sook, Jin-Sook Kim, Seon-Mi Yoo, Hong-Ju Park, Tae-Young Kim, Chang-Moon Chang, and Sun-Young Shin. 1996. Survey on preparation method and consumer reponse of *chunggugiang*. Korean soybean Digest. 13(2):29-43
3. Jung, Yoo Kyung, Ye Kyung Lee, Hong Kyoon No and Soon Dong Kim. 2006. Effect of sea tangle on fermentation and quality characteristics of *cheongbukjang*. Korean J Food Sci Preserv. 13(1):95-101
4. Kim Dong Ho, Hong Sun Yook, Kyu chun Youn, Bo Sook Cha, Jung Ok Kim, and Myung Woo Byun. 2000. Changes microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *chungkukjang*. Korean J Food Sci Technol. 32(4):896-901
5. Kim Dong-Myung, Seong-Ho Kim, Jin-Man Lee, Ji Eun Kim and Sun-Chul Kang. 2005. Monitoring of Quality Characteristics of *Chungkookjang* Products during Storage for Shelf-life Establishment. J. Korean Soc. Appl. Bio. Chem. 48(2): 132-139
6. Kim, Jin Sook, Sun Mi Yoo, Jung Sook Choi, Hong Joo Park, Sun Pyo Hong, and Chang Mun Cang. 1998. Physicochemical properties of traditional *chunggugiang* produced in different regions. J

- Korean Agric Chem Soc. 41(5):377-383
7. Kim, Kyung Mi, Haeng Ran Kim, Seon Mi Yoo, Jin Sook Kim and Teong Sook Choe. 2006. Quality characteristics of *chunggugjang* prepared by *Bacillus subtilis* NRLSI IV with different inoculum levels and fermentation temperatures. Korean J. Food cookery Sci. 22(3):291-298
 8. Kim SR, Kim SD. 1996. Studies on the soybean isoflavones: I. Content and distribution of isoflavones in Korea soybean cultivars. RDA J Agric Sci 38:155-165
 9. Ko, Han Soo, Dae Hee Cho, Seong Yun Hwang, and Young Man Kim. 1999. The effect of quality improvement by *chungkujang* processing methods. Korean J. Food Nutr. 12(1):1-6
 10. Lee, Boo Yong, Dong Man Kim, and Kil Hwan Kim. 1991. Studies on the change in pheological properties of *chunggugjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 23:478-484
 11. Lee, Nam Keun, Eun Hee Jeon, Hyo Jin Lee, Il Jae Cho, and Young Tae Ham. 2006. Isolation, Identification, and Characterization of *Bacillus* spp. from the Traditionally Fermented *chunggugjangs* in the Gyeonggi and Gangwon Provinces. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49(4):276-280
 12. Lee, Kyong Ae. 2006. Quality Characteristics of Castella with *chungkukjang*. Korean J. Food Cookery Sci. 22(2):244-249
 13. Lee, Kyung Hee, Seung Hee Ryul, Young Soon Lee, Young Man Kim and Gap Soon Moon. 2005. Changes of antioxidative activity and related compounds on the *chungkukjang* preparation by adding drained boiling water. Korean J. Food Cookery Sci. 21(2):163-170
 14. Lee, Myung hee, Yeon Hee Park, Hae sook Oh and Tae Soon Kwak. 2002. Isoflavone content in soybean and its processed products. Korean J Food Sci Techol. 34(3):365-369
 15. Park, Byoung Jun , Kyu Sub Jang, Dong Ho Kim, Hong Sun Yook and Myung Woo Byun. 2002. Changes of Microbiological and Physicochemical Characteristics of Doenjang Prepared with Low Salt Content and Gamma Irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 34(1):79-84
 16. Ryu, SH. 2002. Studies on antioxidative effects and antioxidative components of soybean and *Chungkukjang*. Doctoral thesis. Inje University of Korea. pp. 23-122
 17. Shon, Mi Yae, Kwon Il Seo, Seok Kyu Park, Young Sook Cho, and Nak Ju Sung. 2001a. Some biological activities and isoflavone content of *chungkukjang* prepared with black beans and *Bacillus* strains. J Korean Soc Food Sci Nutr. 30(4):662-667
 18. Shon, Mi Yae, Sun Hwa Kwon, Seok Kyu Park, Jeong Ro Park, and Jin Sang Choi. 2001b. Changes in chemical components of black bean *chungkukjang* added with kiwi and radish during fermentation. Korean J Postharvest Sci Technol. 8(3):449-455
 19. Son Dong Hwa, Oh Jin Kwon, Won Dae Ji, and Young Gun Chung. 2000. The quality changes of *chunggugjang* prepared *Bacillus* sp. CS-17 during fermentation time. J Korean Soc Agri Chem Biotechnol. 43(1):1-6
 20. Suh Jeong Sook, Sang Gun Lee, and Myung Ki Ryu. 1982. Effect of *Bacillus* strains on the *chunggugjang* processing(II). Changes of the components and enzymes activities during the storage of *chunggugjang*. Korean J Food Sci Technol. 14:309-314
 21. Yoo, JY. 1997. Present status of industries and research activies of Korean fermented soybean products. The Microorganism and Industry. 23:13-30
 22. Yoo, Sun Mi, and Chang Moon Chang. 1999. Study in the processing adaptability of cultivars for Korean traditional *chunggugjang* preparation. J Korean Soc Agri Biotechnol. 42(2):91-98
 23. 김한복. 2004. 청국장 다이어트&건강법. Human & Books. pp 41-96
 24. 정동효, 심상국외 편저. 1994. 대두발효식품. 지성의 샘. 서울. pp 673-68