

Bacillus subtilis DC-2를 이용한 청국장 발효과정 중 맛성분 및 기호도의 변화

최웅규 · 손동희* · 지원대 · 임무혁 · 최종동 · 정영건†

영남대학교 식품가공학과

*대구산업정보대학 조리과

Changes of Taste Components and Palatability during *Chunggugjang* Fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2

Ung-Kyu Choi, Dong-Hwa Son*, Won-Dae Ji, Moo-Hyeug Im,
Jong-Dong Choi and Yung-Gun Chung†

Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

*Dept. of Food Preparation, Taegu Polytechnic College, Taegu 706-020, Korea

Abstract

This study was conducted to produce the high quality of *chunggugjang*. The taste compounds of *chunggugjang* produced with *Bacillus subtilis* DC-2, pigment producing bacterium, were analysed, and palatability of *chunggugjang* was compared to that of commercial *chunggugjang*. Among the volatile organic acids, the content of acetic acid was contained more than any other volatile organic acid. The major nonvolatile organic acid was lactic acid, followed by oxalic acid and citric acid. Tartaric acid was not detected. In case of free sugars, raffinose was sharply decreased between 72 and 96 hours after fermentation. Free amino acid was increased to 20 folds at 48 hours after fermentation compared to that of steamed soybean. As a result of sensory test, it was founded that the *chunggugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 was suitable to produce for commercial purpose.

Key words: *chunggugjang*, *Bacillus subtilis* DC-2, taste components, palatability

서 론

대두를 이용한 한국의 대표적인 발효식품인 청국장은 된장, 간장, 고추장 등과 함께 오래전부터 발효조미식품으로 상용되어 왔다. 영양학적으로 볼 때 청국장은 콩을 가장 유익한 방법으로 이용한 것이라고 볼 수 있으며 단백질과 지방질이 많고 또한 소화성이 좋으며 그 외에도 여러 가지 질병에 대한 예방과 치료효과가 있는 것으로 알려졌다.

재래식 청국장은 증자대두에 벗침 토막을 군데군데 끊어서 따뜻하게 보온해 두면 벗침에 불어 있던 청국장 군이 증자대두에 옮아서 발효된다. 이와 같은 방법으로 제조된 청국장은 비위생적이고 재현성도 좋지 않아 균일한 품질을 지닌 청국장을 제조할 수 없다. 따라서 산업적으로 대량의 청국장을 생산하기 위해서는 우량균

주를 이용하여 제조하는 것이 바람직하다.

현재 청국장에 관한 연구로는 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구(1), 청국장 제조과정에서의 bacterial phytase에 의한 phytic acid의 분해(2), 청국장의 물성 변화에 대한 연구(3), 청국장 발효 중 점질성 고분자물질의 생성에 관한 연구(4), 청국장 메주발효에 CaCO_3 가 미치는 영향(5), 청국장으로부터 혈전용해균주의 분리 및 동정(6), 청국장 발효과정 중 각종 성분변화에 관한 연구 등(7-10) 단편적인 보고만 있을 뿐이다.

본 연구자들은 고품질의 청국장을 산업화하기 위한 연구의 일부분으로 전보(11-13)에서 항산화성을 가진 색소를 생성하는 동시에 단백질 분해력이 강한 *Bacillus subtilis* DC-2를 전통 청국장으로부터 분리하였으며, 이 균을 이용한 단백질 분해효소의 최적 생성조건과 색소생성 및 그 배양액의 항산화성에 대한 최적조건을

† To whom all correspondence should be addressed

보고한 바 있다.

본 연구에서는 *Bacillus subtilis* DC-2를 사용하여 발효한 청국장의 품질을 분석하고, 관능검사를 통하여 시판되는 청국장의 품질과 비교함으로서 본 연구자들이 분리한 *Bacillus subtilis* DC-2를 사용하여 제조한 청국장을 전통 청국장과 비교하였으므로 이 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

원료대두

본 실험에 사용된 대두는 수분 12.4%, 회분 6.9%, 조단백 37.6%, 조지방 15.9%, 조섬유 4.8%, 가용성 무질소물이 22.4%인 1996년 충북 청주산 백태(*Glycine max* L.)를 사용하였다.

사용균주

본 실험에 사용된 균주는 본 실험실에서 분리한 색소 생성성이 강한 *Bacillus subtilis* DC-2를 사용하였다(11).

종균 제조

정선한 원료대두를 18시간 동안 침지하고 물빼기를 한 다음, 121°C에서 50분간 가압살균하고 50°C 정도로 냉각시킨 후 *Bacillus subtilis* DC-2균주를 접종하여 40°C에서 48시간 배양한 것을 종균으로 사용하였다.

청국장 제조

청국장은 서 등(1)의 방법에 따라 제조하였다. 즉, 정선한 대두를 18시간 동안 침지하여 물빼기를 한 다음, 121°C에서 50분간 증자살균하였다. 이것을 50°C 정도로 냉각한 후, 미리 준비된 종균을 원료의 2%가 되도록 접종하여 40°C에서 96시간 동안 발효시켰다.

휘발성 유기산 분석

Bacillus subtilis DC-2를 사용하여 제조한 청국장 10g을 파쇄한 후 3차 중류수를 20ml 넣어 200 rpm에서 진탕한 후 10,000 rpm에서 30분간 원심분리하고 membrane filter(0.45μm)로 여과한 분석용 시료 5.7ml에 2% H₂SO₄ 0.3ml를 첨가하여 이 용액 5μl를 gas chromatograph(GC)에 주입하였다. 이때 사용한 GC는 Shimadzu GC 8A이고, 검출기는 FID이었으며, 분석칼럼은 10% PEG 6,000(3mm × 1m, stainless)이었다. 오븐온도와 검

출기의 온도는 각각 150°C와 200°C이었고 carrier gas는 N₂(40ml/min)를 사용하였다.

유리아미노산, 비휘발성 유기산 및 유리당 분석

제조한 청국장 200g을 800ml의 ethanol로 85°C에서 2시간 동안 환류추출한 후 여과한 여액을 감압건고시킨 다음 초순수를 첨가하여 100ml로 정용하여 Amberlite IR-118H와 Amberlite IRA-400이 각각 충진된 칼럼에 연속 통과시켰다. 양이온 교환수지에 흡착된 아미노산은 5% NH₄OH 용액 300ml로 용출시켜 감압농축한 후 0.2N sodium citrate(pH 2.2)로 5배 희석한 다음 membrane filter(0.2μm)로 여과한 액 20μl를 아미노산 자동분석기로 분석하였다. 음이온 교환수지에 흡착된 유기산은 6 N-formic acid 300ml로 용출시켜 감압농축하고 5ml로 정용한 후 membrane filter(0.45μm)로 여과하여 20μl를 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 이때 사용한 HPLC는 Young-In HPLC 9500 system을 사용하였고 column은 Supelco gel C-610H이었다. 유리당은 양이온교환수지와 음이온교환수지가 각각 충진된 칼럼을 모두 통과한 액을 감압농축하여 membrane filter(0.2μm)로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 이때 사용한 HPLC는 Young-In HPLC 930 pump이었고, column은 Rezex RNM, RPM(7.8 × 300mm, Phnomenex, USA)을 사용하였다.

관능검사

관능검사는 7점 기호 척도법(14)을 이용하여 색, 향기, 단맛, 쓴맛, 구수한 맛 및 종합적 기호도에 대하여 훈련된 13명의 관능요원에 의하여 평가하였다. 즉, 지극히 좋다(7점), 매우 좋다(6점), 약간 좋다(5점), 보통이다(4점), 약간 싫다(3점), 매우 싫다(2점), 지극히 싫다(1점)로 하였으며, 관능검사 결과의 통계처리는 ANOVA test(15)를 이용하였고, Duncan's Multiple Range Test(16)로 유의성을 검정하였다. 또, 시판 청국장과의 관능검사에 의한 품질차이를 규명하기 위하여 경산시장에서 시판 청국장을 구입하여 관능검사를 행하였으며, 관능검사에 의한 품질차이는 모평균간의 차이검정을 통하여 T검정(15)을 행하였다.

결과 및 고찰

휘발성 유기산

Bacillus subtilis DC-2균을 이용하여 제조한 청국장의 발효 중 휘발성 유기산 함량의 변화를 측정한 결과

는 Table 1과 같다.

사용한 증자대두에서는 acetic acid만이 확인되었으며, 발효가 진행됨에 따라 함량이 증가하여 발효 96시간째에는 143.62mg%가 함유된 것으로 나타났다. Propionic acid의 경우 발효 24시간째 168.27mg%로 최고의 함량을 나타내어 발효 72시간까지는 거의 일정한 함량을 나타내다가 그 이후 급격히 감소하여 44.21mg%의 함량을 나타내었다. 3-Methyl-butyric acid의 경우 발효 24시간째부터 확인되었는데, 발효시간이 경과함에 따라 그 함량이 계속 증가하는 경향을 나타내었다. Butyric acid와 hexanoic acid는 발효 48시간째부터 확인되었는데 발효 72시간째에 각각 13.69mg%와 4.21mg%로 가장 많은 함량을 나타내었으며, 그 이후 함량이 다소 감소하였다.

확인된 회발성 유기산 중 acetic acid와 propionic acid 및 butyric acid는 한국 재래식 간장의 풍미에 큰 영향을 미치는 주요 성분으로 butyric acid, 3-methyl-butyric acid는 간장을 밀폐시켜 실온 이상에서 저장할 때 함량이 증가하여 변패취를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 이들 유기산은 *Bacillus* sp.에 의해 생성되는 것으로 알려져 있다(17). 따라서 청국장의 숙성 중 *Bacillus subtilis* DC-2에 의해 생성된 butyric acid와 3-methyl butyric acid는 불쾌취를 나타내어 청국장의 품질을 저하시키는 요인이 되는 것으로 생각된다.

비휘발성 유기산

Bacillus subtilis DC-2균을 이용하여 제조한 청국장의 발효 중 비휘발성 유기산 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

증자대두에서는 oxalic acid가 가장 많이 검출되었고 citric acid, malonic acid, tartaric acid, fumaric acid의 순으로 많이 함유되어 있었다. Lactic acid의 경우 증자 대두에는 함유되어 있지 않으나 발효 24시간째 확

Table 1. Changes in volatile organic acids of *chung-gugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 (mg%)

Volatile organic acids	Fermentation time(hrs)				
	0	24	48	72	96
Acetic acid	9.67	23.25	60.28	85.12	143.62
Propionic acid	-	168.27	161.64	160.87	44.21
Butyric acid	-	-	6.81	13.69	11.68
3-Methyl butyric acid	-	2.63	11.29	17.23	29.26
Hexanoic acid	-	-	2.65	4.21	4.02
Total	9.67	194.25	242.67	281.12	232.79

¹⁾Not detected.

Table 2. Changes in nonvolatile organic acids of *chung-gugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 (mg%)

Nonvolatile organic acids	Fermentation time(hrs)				
	0	24	48	72	96
Oxalic acid	28.36	22.21	18.84	11.03	15.76
Citric acid	22.54	15.61	16.17	9.21	15.58
Tartaric acid	1.79	-	-	-	-
Malonic acid	4.08	7.01	10.38	10.93	7.74
Lactic acid	-	53.96	56.38	30.84	25.91
Fumaric acid	0.19	0.08	0.03	0.06	0.09
Total	56.96	98.87	101.80	62.07	65.08

인된 이후, 발효 48시간째에 56.38mg%으로 가장 높은 함유량을 나타내다가 72시간째부터 감소하는 것으로 나타났다. Oxalic acid와 citric acid는 증자대두에서 가장 많이 함유되어 있었으며 발효가 진행됨에 따라 차츰 감소하여 발효 72시간째에 최소치를 나타낸 이후 발효 96시간째에 다시 증가하였다. Tartaric acid의 경우는 증자대두에서만 확인이 되었고, 발효가 진행되면서 검출되지 않았다. Malonic acid는 발효 72시간째까지 계속 증가하는 경향을 나타내다가 그 이후에는 감소하는 것을 알 수 있었다. Fumaric acid는 다른 비휘발성 유기산보다 미량이 존재하는 것으로 확인되었다.

Kanno와 Takamatsu(18)와 복(19)은 청국장 제조과정 중 증자대두에 *B. natto*를 접종하여 38°C, 20시간 동안 발효시켰을 때 증자대두 중에는 citric acid만 검출되었다고 보고하였으며, 발효 8시간째부터 citric acid가 급격히 감소하였다고 보고하여 본 실험과는 조금 차이를 보였다.

유리당

Bacillus subtilis DC-2균을 이용하여 제조한 청국장의 발효 중 유리당 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 증자대두에는 sucrose 함량이 가장 높았으며 stachyose, raffinose, fructose, glucose의

Table 3. Changes in free sugars of *chung-gugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 (mg%)

Free sugars	Fermentation time(hrs)				
	0	24	48	72	96
Stachyose	617.45	6.65	t ¹⁾	t	t
Raffinose	132.78	159.61	136.09	122.99	t
Sucrose	1031.74	12.48	3.43	1.19	5.48
Glucose	25.90	t	- ¹⁾	-	-
Fructose	41.76	t	t	t	-
Total	1849.63	178.74	139.52	124.18	5.48

¹⁾t: Trace, -: Not detected

순이었다. 감미성분인 유리당의 성분 함량으로 보아 raffinose의 경우는 발효 72시간까지는 비교적 함량의 변화가 적었으나 발효 72~96시간 사이에 급격히 감소하는 것을 알 수 있었으며, raffinose를 제외한 나머지 유리당들은 발효초기에 급격히 감소하였다.

서 등(20)이 청국장 저장 중 당의 함량변화를 측정한 결과 발효 2일 후에 그 함량이 급격히 감소하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

유리아미노산

Bacillus subtilis DC-2균을 이용하여 제조한 청국장의 발효 중 유리아미노산 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 증자대두의 아미노산은 glutamic acid가 가장 많았고 그 다음이 phenylalanine, alanine 순이었다. 발효 24시간째에는 증자 대두에 비해 약 2배, 48시간 이후에는 약 20배 가량 증가하였다. 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비는 증자대두에서는 32%로 나타났으나 발효를 지속함에 따라 증가하여 최대 71%까지 나타났다.

박(21)은 자신이 벗짚에서 분리 동정한 *B. subtilis* S-16, *B. subtilis* K-27의 두 균주를 증자대두에 접종하여 37°C에서 72시간 동안 발효시킨 청국장 메주 중에는 glutamic acid, leucine, lysine 및 phenylalanine 등의 함량이 특히 높았다고 보고하였다. 한편 본 실험 결과 비교적 함량이 많은 것으로 나타난 valine에 대해 복

(19)은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장 메주에서 많은 양의 valine이 함유되어 있음을 보고하여 본 연구 결과와 비슷하였으나 박(21)은 자신이 벗짚에서 분리 동정한 *B. subtilis* S-16, *B. subtilis* K-27의 두 균주를 증자대두에 접종하여 37°C에서 72시간 동안 발효시킨 청국장 메주 중에 valine이 동정되지 않았다고 보고한 결과와는 상이한 것이었다.

김 등(22)은 벗짚을 이용하여 제조한 청국장 메주 중에는 arginine, glutamic acid, alanine 및 serine 등의 아미노산 함량이 특히 많이 함유되어 있다고 보고하였으며, 서 등(1)은 *B. subtilis*를 이용하여 제조한 청국장 메주 중에는 glutamic acid, leucine, isoleucine 및 alanine의 함량이 특히 많았음을 보고하였다. 또, 김 등(9)은 *B. subtilis*를 42°C에서 24시간 동안 발효시켜 제조한 청국장 메주 중에는 glutamic acid와 phenylalanine만이 특히 많이 함유되었다고 보고한 바 있다.

연구자에 따라서 다소 상이한 결과들이 보고되었는데 이는 청국장 발효에 가장 중요한 요인인 발효균이 서로 상이한 결과로 추정되며, 기존의 보고와 본 실험의 결과를 비교하여 볼 때 glutamic acid는 공통적으로 많은 함량을 나타내었으나, serine, alanine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine, arginine은 연구자들에 따라 다소 차이를 보이고 있다.

관능검사

Bacillus subtilis DC-2균주를 이용하여 청국장을 제

Table 4. Changes in free amino acids of *chunggugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 (mg%)

Amino acid	Fermentation Time(hrs)				
	0	24	48	72	96
Aspartic acid	13.67	10.04	67.44	87.77	311.82
Threonine	13.90	27.25	278.31	309.81	760.67
Serine	13.50	13.19	100.31	230.11	161.82
Glutamic acid	76.68	184.24	963.92	1008.40	1489.77
Proline	41.61	65.54	202.92	237.95	279.05
Glycine	16.07	15.93	170.35	223.68	481.17
Alanine	43.21	13.07	273.98	408.93	836.64
Valine	11.97	44.60	619.18	691.99	1272.41
Cystine	32.10	8.79	31.14	49.42	83.96
Methionine	9.79	9.02	130.69	107.26	202.77
Isoleucine	9.89	25.51	765.30	863.41	124.99
Leucine	23.41	92.16	1578.91	1688.33	2372.58
Tyrosine	33.85	67.59	1139.63	1193.57	1456.41
Phenylalanine	52.47	84.50	1515.25	1605.69	1793.75
Lysine	27.37	19.33	1208.97	1332.71	1414.97
Histidine	6.82	15.32	320.91	346.48	368.33
Arginine	37.25	22.80	76.21	117.32	149.02
Essential AA	148.80	302.37	6096.61	6599.20	7942.14
Essential AA(%)	32.10	42.06	65.25	62.83	71.45
Total AA	463.56	718.88	9343.42	10502.83	11115.13

Table 5. Sensory evaluation of *chunggugjang* fermented by *Bacillus subtilis* DC-2 on fermentation time

Parameter	Fermentation time(hrs)			
	24	48	72	96
Color	4.38 ^{ab}	3.77 ^b	4.54 ^{ab}	4.92 ^a
Odor	4.00 ^a	4.08 ^a	3.77 ^a	2.69 ^b
Sweet taste	4.08 ^a	4.08 ^a	4.15 ^a	3.23 ^b
Savory taste	4.46 ^a	4.31 ^a	4.31 ^a	3.23 ^b
Bitter taste	4.00 ^a	3.54 ^a	4.31 ^a	3.31 ^a
Overall	4.15 ^a	3.92 ^a	4.00 ^a	3.08 ^b

Each value indicates the average of the sensory scores in the range from 1(dislike extremely) to 7(like extremely) that 13 panels recorded.

In a column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table 6. Difference of sensory evaluations between *chunggugjang* fermented with *Bacillus subtilis* DC-2 and commercial *chunggugjang*

Parameter	Fermentation time(hrs)		
	24	48	72
Color	0.78	-0.45	1.46
Odor	1.04	1.42	0.69
Sweet taste	1.05	1.28	1.45
Savory taste	0.97	0.70	0.70
Bitter taste	0.00	-0.87	-1.67
Overall	0.00	-0.52	-0.32

Each value indicates that average of the sensory scores with range from 1(dislike extremely) to 7(like extremely) that 13 panels recorded.

The sensory evaluation values of commercial *chunggugjang* are as following; color: 3.92, odor: 3.38, sweet taste: 3.62, savory taste: 4.00, bitter taste: 4.00, overall: 4.15.

조한 후 7점 기호척도법을 이용하여 발효시간별 색, 향기, 단맛, 쓴맛, 구수한 맛 및 종합적 기호도에 대하여 훈련된 13명의 관능요원에 의하여 평가한 후 Ducan's Multiple Range Test로 유의성을 검정한 결과는 Table 5와 같이 색을 제외한 향기, 단맛, 구수한 맛, 종합적 기호도에서는 24, 48, 72시간에서 5% 유의 수준에서 차이가 없는 것으로 나타났으나 96시간대에서 선호도가 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 발효가 과다하게 진행되어 암모니아 취가 생성된 때문으로 생각된다. 쓴맛의 경우는 유의적인 차이가 없었다.

Bacillus subtilis DC-2균주를 이용하여 제조한 청국장과 시판 청국장과의 관능검사에 의한 차이를 T-검정한 결과는 Table 6과 같다. 24, 48, 72시간 동안 발효시킨 청국장의 경우 5% 유의 수준에서 유의적인 차이는 없었지만 대체로 시판 청국장보다 선호도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구자들이 분리한 *Bacillus*

subtilis DC-2는 실제 제품화에 적용시킬 수 있는 우수한 균인 것으로 생각되었다.

요약

본 연구는 색소 생성균 *Bacillus subtilis* DC-2로 청국장을 제조하여 그 품질을 분석하고, 관능검사를 통하여 시판되는 청국장의 품질과 비교함으로서 이 균을 이용하여 고품질의 청국장을 생산하기 위한 기초자료를 얻고자 수행되었다. 휘발성 유기산은 acetic acid의 함량이 높았다. 비휘발성 유기산 함량은 lactic acid가 가장 많았고 그 다음으로 oxalic acid와 citric acid였으며 tartaric acid는 검출되지 않았다. 유리당은 raffinose의 함량이 가장 높았고 발효 72~96시간 사이에 급격히 감소하였으며, 나머지 유리당은 발효초기에 급격히 소비되어 감소되었다. 유리아미노산은 증자대두에 비해 발효 48시간째에 약 20배 가량 증가하였다. 고미성분은 leucine이 가장 많이 함유되어 있었다. 관능검사를 통해 시판 청국장과의 기호도를 비교한 결과, *Bacillus subtilis* DC-2균주로 제조한 청국장의 실제 제품화가 가능하였다.

문헌

1. 서정숙, 이상건, 유명기 : 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 14, 301(1982)
2. 정지훈, 강성국, 김용순, 정희종 : 청국장 제조과정에서의 bacterial phytase에 의한 phytic acid의 분해. *한국산업미생물학회지*, 18, 423(1990)
3. 이부용, 김동만, 김길환 : 청국장의 물성 변환에 대한 연구. *한국식품과학회지*, 23, 478(1991)
4. 이용립, 김성호, 정낙현, 임무현 : 청국장 발효중 점질성 고분자물질의 생성에 관한 연구. *한국농화학회지*, 35, 202(1992)
5. 이강무, 이시경, 주현규 : CaCO_3 가 *Bacillus subtilis*에 의한 청국장메주발효에 미치는 영향. *한국농화학회지*, 37, 421(1994)
6. 김용택, 김원국, 오훈일 : 청국장으로부터 혈전용해균주의 분리 및 동정. *한국산업미생물학회지*, 23, 1(1995)
7. 이계호, 이효지, 정문교 : 청국장 제조 과정에 있어서 soybean protein의 변화에 관한 연구. *한국농화학회지*, 14, 191(1971)
8. 박계인 : 청국장 메주 발효과정 중의 질소화합물의 소장에 관한 연구(2). *한국농화학회지*, 15, 111(1972)
9. 김복란, 한용봉, 박광희 : *Bacillus* sp. S.N.V 816균주를 이용한 Natto제조 중 유리당 및 유리아미노산의 변화. *한국식품과학회지*, 30, 192(1987)
10. 최성희, 지영애 : 청국장 숙성 중의 향기성분 변화. *한국식품과학회지*, 21, 231(1989)
11. 최웅규, 지원대, 손동화, 정영건 : 색소 생성균 *Bacillus* sp. DC-2를 이용한 protease생성. *한국위생과학회지*, 2, 49(1996)

12. 최웅규, 지원대, 정현채, 최동환, 정영건 : 반응표면분석에 의한 *Bacillus subtilis* DC-2의 색소생성 및 그 생성물의 항산화성에 대한 최적조건. *한국식품영양과학회지*, **26**, 620(1997)
13. 최웅규, 지원대, 정현채, 최동환, 정영건 : *Bacillus subtilis* DC-2의 색소 생성 및 그 생성물에 대한 항산화성의 최적화. *한국식품영양과학회지*, **26**, 1039(1997)
14. 김영아 : 조선간장과 시판간장의 관능적 특성에 영향을 미치는 성분조사. *한국음식문화 연구원논총*, **1**, 1(1996)
15. 채영암, 구자옥, 서학수, 이영만 : 기초생물통계학. 향문사, p.155(1990)
16. 조재성, 이광진 : 농업생물 실험통계학. 선진문화사, p.172 (1989)
17. 손동화 : *Bacillus* sp. CS-17에 의해 생산된 청국장의 특성. *영남대학교대학원 박사학위논문*(1997)
18. Kanno, A. and Takamatsu, H. : Changes in the volatile components of "natto" during manufacturing and storage. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 330(1987)
19. 복진영 : 청국장 메주 발효과정 중의 화학성분 및 숙성 중 alkylpyrazine류의 변화. *중앙대학교대학원 박사학위논문*(1993)
20. 서정숙, 이상전, 유명기 : 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **14**, 809(1982)
21. 박제인 : 청국장 메주 발효과정 중의 질소화합물의 소장에 관한 연구(1). *한국농화학회지*, **15**, 93(1972)
22. 김경자, 유명기, 김상준 : 벗짚을 이용한 청국장 제조에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **14**, 301(1982)

(1998년 6월 8일 접수)