

싹튼 콩으로 제조한 청국장의 발효기간에 따른 품질 변화

김미향¹ · 강우원¹ · 이난희² · 권대준³ · 권오준⁴ · 정연신^{5,6} · 황영현^{5,6} · 최웅규^{7,*}

¹상주대학교 식품영양학과, ²대구가톨릭대학교 식품영양학과, ³아시아대학교 한약자원학과, ⁴경북전략산업기획단, ⁵소이벤처(주), ⁶정북대학교 농학과, ⁷아시아대학교 한방식품영양학과

Changes in Quality Characteristics of *Cheonggukjang* Made with Germinated Soybean

Mi-Hyang Kim¹, Woo-Won Kang¹, Nan-Hee Lee², Dae-Jun Kwon³, O-Jun Kwon⁴, Yeon-Shin Chung^{5,6}, Young-Hyun Hwang^{5,6}, and Ung-Kyu Choi^{7,*}

¹Department of Food Science & Nutrition, Sangju National University

²Department of Food Science and Nutrition, Catholic University of Daegu

³Department of Oriental Medicinal Resources, Asia University

⁴Gyeongbuk Regional Innovation Agency

⁵Soyventure Co. Ltd., 232 Agricultural building #1, Kyungpook National University

⁶Department of Agronomy, Kyungpook National University

⁷Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University

Abstract This research was conducted to investigate the changes in quality characteristics of *cheonggukjang* made with 24-hr germinated soybeans during fermentation. Our study confirmed that the pH of the 24-hr germinated soybeans was 6.7, and the value increased as fermentation progressed. The amount of viscous substances in the *cheonggukjang* produced with the 24-hr germinated soybeans constantly increased to 5.89% at 36 hr of fermentation, and then remained unchanged. Free sugars (raffinose, sucrose, glucose, and fructose) rapidly decreased with the fermentation process. The levels of free amino acids in the 24-hr germinated agakong and the 48-hr fermented *cheonggukjang* were 391.0 and 10,994.8 mg%, respectively. Glutamic acid content was highest, followed by aspartic acid, lysine, leucine, and proline. The ratio of glutamic acid to total free amino acids at 48-hr of fermentation was 18.0%. Finally, it was confirmed that the sensory evaluation score of the 24-36 hr fermented *cheonggukjang*, made with the 24-hr germinated soybeans, was superior to that of the 24 and 48-hr fermented *cheonggukjang*.

Key words: germination, *cheonggukjang*, viscous substance, free amino acid

서론

청국장은 *Bacillus* sp.를 이용하여 발효되는 한국 고유의 콩 발효식품으로 다른 장류에 비해 발효시간이 2-3일 정도로 매우 짧으며, 발효시에 소금이 전혀 필요하지 않은 식물성 고단백 조미 발효식품이다(1). 최근 청국장은 혈전형성 억제능(2), 체중 감소 및 혈압강하효과(3) 등이 밝혀지면서 소비가 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 청국장의 기능성 및 새로운 제품개발을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다(4).

콩은 발아과정 동안 발생하는 호흡과 대사작용으로 비단백태질소성분은 증가하며(5), 지방질과 올리고당은 감소하고(6,7), isoflavone 함량은 발아초기에 증가하다가 차츰 감소하는(8) 등 다양한 영양성분 및 기능성 물질의 변화가 일어난다. 발아된 콩에

관한 연구는 대부분 콩나물(9,10)에 집중되어 있으며, 발아콩을 식품에 적용한 연구는 발아콩을 이용하여 콩우유의 isoflavone 향상과 품질특성을 개선하고자 한 시도(11)외에는 전무한 실정이다.

본 연구진은 발아된 콩을 이용한 발효식품 개발연구의 일환으로 원료콩의 발아가 청국장의 품질에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 콩의 발아시간을 달리하여 제조한 청국장의 isoflavone과 맛 성분 함량을 확인한 결과 24시간 동안 발아시킨 콩으로 제조한 청국장의 품질이 매우 우수함을 확인한 바 있다(12). 본 연구에서는 전보에서 관능적 특성이 가장 우수하게 나타난 24시간 동안 발아시켜 제조한 청국장(이하: 발아청국장)의 발효기간별 품질 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

공시재료

실험에 사용된 콩은 2005년 생산된 아가콩(13)을 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였다.

싹튼 콩을 이용한 청국장 제조

싹튼 콩을 이용한 청국장은 Choi 등(12)의 방법에 따라 제조하

*Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University, Gyoungsan-si, Gyoungbuk, Korea

Tel: 82-53-819-8201

Fax: 82-53-819-8135

E-mail: cuk8272@asiau.ac.kr

Received September 10, 2007; accepted October 19, 2007

였다. 즉, 정선한 콩을 깨끗이 세척한 후 20°C의 증류수에 4시간 동안 수침시킨 다음 각각 지름 30 cm 정도의 플라스틱으로 된 콩나물 재배상자에 20% 정도 되게 넣고 빛이 차단된 20°C의 항온실에서 48시간 동안 매 2시간 마다 물뿌림을 하면서 24시간 동안 발아시켰다. 이때 발아된 썩의 길이는 평균 0.6 ± 0.2 cm이었으며, 회수된 발아콩은 1시간 동안 물빼기를 한 후 121°C에서 40분 동안 가압 증자하여 40°C 내외로 냉각한 후 *Bacillus licheniformis* B1(14)을 대두 1g당 10^6 cfu가 되게 접종하고 40°C의 항온실에서 발효시켰다. 본 연구에서는 청국장의 제조 중 품질의 오차를 최소화시키기 위하여 1회 50 kg 이상의 콩을 사용하였다.

색차 측정

색도는 직경 5 cm의 petridish에 paste상으로 만든 시료를 담아서 색차계(Chromameter CR 300, Minolta, Tokyo, Japan)로 hunter의 L값, a값 및 b값을 측정하였다. 표준판은 L = 97.51, a = -0.18 및 b = +1.67의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

점질물 함량 측정

발아 청국장 시료 5g에 증류수 30 mL을 가하여 난알이 부서지지 않게 저어 추출한 후 15,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 분리된 상정액을 동결 건조시킨 후 중량을 측정하였다(15).

유리당 함량 측정

시료 2g에 80% ethanol 용액 80 mL를 가하여 15분간 균질화한 후 이형플라스크에 넣어 80°C에서 2시간 환류냉각 추출한 다음 냉각시킨 후 8,000 rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 잔사에 80% ethanol 용액 20 mL를 가하여 상기와 같이 2회 반복 추출한 후 상정액을 모두 모아 40°C에서 회전 증발기로 감압 농축하였다. 3차 증류수를 이용해 10 mL로 정용한 다음 0.22 µm membrane filter 및 C₁₈ Sep-pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 분석용 시료로 사용하였다.

유리 아미노산 측정

시료 10g에 75% ethanol 100 mL을 가하여 냉각기가 연결된 추출기에서 1시간 동안 추출하여 냉각한 후 여과하였다. 여기에 증류수를 가하여 50 mL로 정용하고, 25% trichloroacetic acid(TCA)를 가하여 냉장고에서 1시간 방치 후 3,000 rpm에서 20분간 원심

분리하여 상등액을 취하였다. 다음 diethyl ether 10 mL를 가하여 지방을 제거하고 evaporator로 용매를 휘발시킨 후 아미노산 분석용 lithium citrate buffer로 용해시키고 0.45 µm membrane filter로 여과하고 아미노산 자동분석기(Bio chrom 20 amino acid analyzer, Cambridge, UK)로 분리 정량하였다.

관능검사

색, 냄새, 단맛, 신맛, 쓴맛 및 종합적인 맛을 청국장의 맛과 향에 대해 기호도가 높은 식품영양과 학부생과 대학원생으로 구성된 13명의 관능요원에 의하여 7점 scale법으로 실시하였다. 아주 싫다 또는 전혀 없다(1점), 보통 싫다 또는 보통 약하다(2점), 약간 싫다 또는 약간 약하다(3점), 약하지도 강하지도 않다 또는 좋지도 싫지도 않다(4점), 약간 좋다 또는 약간 강하다(5점), 보통 좋다 또는 보통 강하다(6점), 아주 좋다 또는 아주 강하다(7점)로 평하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능검사자 13명의 평균치로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS(statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 12)를 이용하여 p < 0.05 수준으로 Duncan's multiple range test(16)로 검증하였다.

결과 및 고찰

색도변화

24시간 동안 발아시킨 콩을 이용하여 제조한 청국장의 발효기간에 따른 색도변화를 확인한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 발아 콩의 L, a 및 b값은 각각 60.8, 6.9 및 26.8이었으며, 발효 중 L값은 점차 감소하여 발효 48시간에는 50.1로 다소 어두워진 것으로 나타났다. a(적색도)값은 점차 증가하여 발효 종료 시 8.3을 나타내었으며, b값은 25.4로 감소하였다. a/b값은 황색도(b)에 대한 적색도(a)의 비의 값으로 a/b 값이 높을수록 황색도의 증가에 비하여 적색도의 증가가 더 큼을 나타낸다. 발아 아가콩 청국장의 a/b 값은 발효 중 점차적으로 증가하여 0.26에서 0.33으로 증가하였다. ΔT값은 발아 시 66.8이었는데 발효가 진행되면서 서서히 감소하여 48시간 후에는 56.8을 나타내었다.

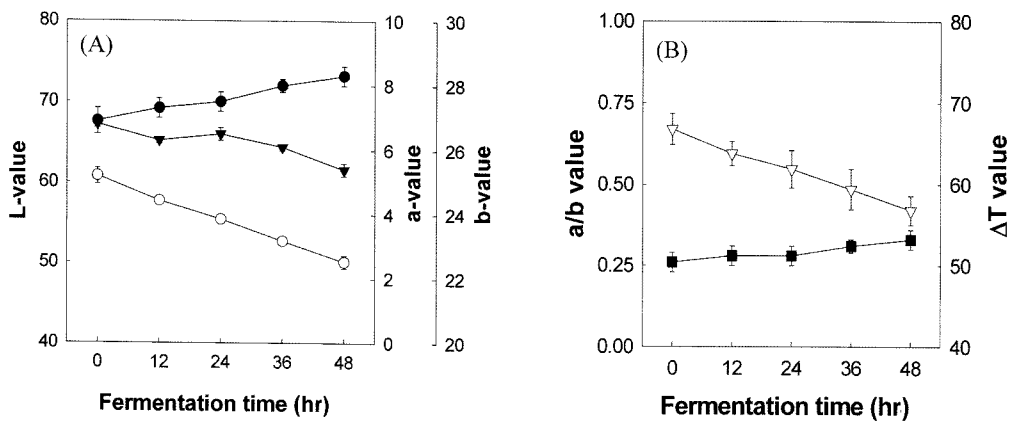


Fig. 1. Changes in pH and color during fermentation of the cheonggukjang made with 24-hr germinated agakong. Values are means ± standards of triplicate determinations. (●) L-value; (○) a-value; (▼) b-value; (■) a/b value; (▽) ΔT-value [$\sqrt{(L^2 + a^2 + b^2)}$].

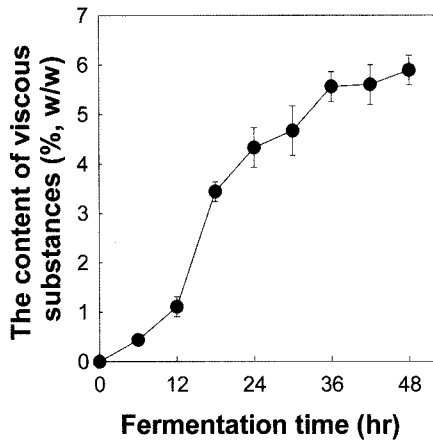


Fig. 2. Changes in the content of viscous substance during fermentation of the *cheonggukjang* made with 24-hr germinated agakong.

점질물 함량 변화

24시간 동안 발아시킨 아가콩을 이용하여 제조한 청국장 발효 중의 점질물 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 청국장의 점질물은 그 주체가 polyglutamate로 일반적으로 2.15-6.03%가 함유되어 있으며(17), 쓴맛과의 역상관성이 높아서 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛은 감소한다(18). 발아된 아가콩으로 만든 청국장의 점질물은 발효 48시간 동안 지속적인 증가를 보였는데 발효 12시간 후 점질물은 1.11%, 발효 36시간에는 5.56%로 증가하였으며, 발효 종료 시에는 5.89%로 36시간 발효 이후는 점질물의 함량의 증가는 다소 미비하여 유의적인 변화는 없었다. Lee 등(19)은 청국장에 함유된 점질물은 5.0-6.3% 정도 함유되어 있으며, 점질물의 조단백 함량은 61% 정도로 glutamic acid의 함량이 가장 높다고 보고한 바 있다. 또한, 발효균주와 발효환경에 따라 점질물의 함량과 특성이 다르게 나타므로 이에 대한 연구가 추가로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

유리당 함량 변화

청국장에 존재하는 유리당은 원료에 존재하는 전분질이 발효 과정을 거치면서 미생물이 분비하는 효소에 의해 가수분해되어서 생성되며 청국장의 맛에 관여하는 성분이다. 24시간 발아된 콩으로 제조한 청국장의 발효과정 중 유리당 함량의 변화는 Table 1에 나타내었다. 증자된 발아 아가콩에서 유리당은 1,576.9 mg%가 검출되었는데 이중 86%가 sucrose로 1,351.2 mg%이었다. Sucrose는 발효가 진행되면서 급속히 감소하여 12시간에는 285.7 mg%로 79%가 감소되었으며, 발효 48시간 뒤에는 10.6 mg%로 발아 아가콩에 존재하는 sucrose의 99%가 청국장이 발효되면서

Table 1. Composition of free sugars during fermentation of the *cheonggukjang* made with 24-hr germinated agakong (unit: mg%)

Free sugars	Fermentation time (hr)				
	0	12	24	36	48
Raffinose	130.5	169.1	150.4	60.8	11.2
Sucrose	1,351.2	285.7	15.1	16.2	10.6
Glucose	33.7	35.8	40.6	35.9	50.7
Fructose	61.5	25.6	15.3	15.1	5.9
Total	1,576.9	516.2	221.4	128.0	78.4

소비되었다. 24시간 발아된 아가콩에서 sucrose 다음으로 raffinose가 130.5 mg%, fructose가 61.5 mg% 함유되어 있었으며, glucose는 33.7 mg%이었다. 발효가 진행되면서 raffinose는 12시간 발효 시 169.1 mg%로 증가하였다가 이후 서서히 감소하는 경향을 보였으며, fructose는 12시간 발효 후 25.6 mg% 급격히 감소되어 이후 15 mg%로 변화가 없는 것으로 나타났다. Glucose는 발효 24시간에 40.6 mg%로 다소 증가한 후 36시간 까지 유의적인 변화는 없는 것으로 나타났으나 48시간 발효 후에는 50.7 mg%으로 다소 증가된 것으로 나타났다. Kim 등(20)의 보고에 따르면 전통 청국장에 함유된 유리당은 sucrose와 galactose가 주된 유리당으로 그 외에도 glucose, fructose, raffinose와 stachyose가 각각 검출되었다고 하였다.

유리아미노산 함량 변화

청국장 발효균에 의하여 단백질이 분해됨에 따라 생성되는 유리아미노산은 24시간 발아시킨 아가콩으로 만든 청국장에서 17종이 검출되었으며, 이들의 발효기간에 따른 함량 변화는 Table 2에서와 같이 발효가 진행되면서 대부분의 유리아미노산 함량은 증가하는 경향을 나타내었다. 24시간 발아된 아가콩의 유리아미노산의 함량은 391.0 mg%로 나타났으며, 이들 중 glutamic acid가 71.7 mg%로 가장 많이 함유되어 있는 것으로 확인되었다. 그 밖에 30 mg% 이상의 함량이 보이는 아미노산으로는 aspartic acid, proline, leucine 및 lysine으로, glutamic acid를 포함하여 이들의 함량이 총 유리아미노산의 55.7%를 차지하는 것으로 나타났다. 발효가 진행되면서 총 유리아미노산의 함량은 10,994.8 mg%로 원료 콩에 비해 28배 증가하였으며, 구성 아미노산의 대부분이 25-31배로 증가하였다. 청국장의 맛은 발효 중에 생성되는 아미노산의 조성과 관련있는 것으로 보고되고 있는데 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 높으면 구수한 맛이 강해지며, alanine, glycine 및 lysine의 함량이 높으면 단맛이 강해진다고 보고하고

Table 2. Composition of amino acids during fermentation of the *cheonggukjang* made with 24-hr germinated agakong (unit: mg%)

Amino acid	Fermentation time (hr)				
	0	12	24	36	48
Asp	36.1	525.7	698.5	835.1	1036.4
Thr	14.7	230.5	301.4	316.8	431.0
Ser	20.7	300.6	408.5	517.6	631.8
Glu	71.7	1049.2	1369.3	1717.6	1976.2
Pro	36.2	400.6	627.0	793.8	907.3
Gly	19.0	253.5	363.7	454.6	530.9
Ala	16.7	217.9	331.6	414.5	521.4
Val	18.7	236.3	369.8	462.3	561.8
Cys	6.1	91.5	107.0	132.7	146.1
Met	5.8	70.4	103.5	121.5	154.8
Ile	18.5	255.5	363.4	450.1	545.8
Leu	35.1	497.3	667.4	795.5	987.2
Tyr	15.0	218.7	287.8	369.1	423.9
Phe	22.4	316.5	418.6	520.2	638.4
Lys	38.8	503.9	700.1	877.9	1073.9
His	11.8	160.7	217.6	269.5	327.9
Arg	3.8	45.5	58.8	70.5	99.9
Total	391.0	5,374.3	7,394.1	9,119.3	10,994.8
GA/TA	18.3	19.5	18.5	18.8	18.0

Table 3. Sensory evaluation during fermentation of the cheonggukjang made with 24-hr germinated agakong

Parameter	Fermentation time (hr)			
	12	24	36	48
Color	3.80.7 ^b	4.40.5 ^{ab}	4.50.6 ^{ab}	4.90.3 ^a
Odor	4.10.5 ^{ab}	4.50.4 ^a	4.50.3 ^a	3.70.6 ^b
Sweet taste	3.80.3 ^a	4.10.4 ^a	4.20.3 ^a	4.20.2 ^a
Savory taste	3.30.4 ^b	4.30.5 ^a	4.50.5 ^a	3.90.6 ^{ab}
Bitter taste	3.50.6 ^b	3.90.4 ^{ab}	4.30.3 ^a	4.30.3 ^a
Overall	3.90.4 ^{ab}	4.20.4 ^a	4.40.4 ^a	3.60.2 ^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.

있다(20). 발효 종료 시 glutamic acid는 1,976.2 mg%로 증가하였으며 aspartic acid는 발아 시 36.1 mg%에서 1,036.4 mg%로 증가하였다. Alanine은 16.7 mg%에서 521.4 mg%로 31.2배 증가하여 가장 높았으며, glycine은 19.0 mg%에서 530.9 mg%로 증가하였으며, lysine은 38.8 mg%에서 1073.9 mg%로 단맛과 관련된 아미노산 중 그 함량이 가장 많았다. 쓴맛과 관련된 아미노산으로 알려진(21) leucine 함량의 함량은 35.1 mg%에서 48시간 발효 후 987.2 mg%로 28배 증가하였다. 총 아미노산에 대하여 glutamic acid가 차지하는 비는 발아 아가콩은 18.3%이었으며, 12시간 발효 후 19.5%로 가장 높았으며, 발효 48시간에 가장 낮아서 18.0%이었다. 필수아미노산이 차지하는 비율은 전체 유리 아미노산의 43.2%로 발효가 진행되는 중에도 43%의 수준을 유지하였다.

관능검사

발아 아가콩으로 만든 청국장의 발효 중 관능검사 결과는 Table 3에 나타내었다. 청국장의 색에 대한 기호도는 발효가 진행될수록 높아져서 48시간째에 가장 좋은 것으로 평가되었다. 냄새는 발효 24시간과 36시간에 4.5점으로 청국장으로서 가장 좋은 것으로 평가되었으며 48시간에는 3.7로 오히려 기호도가 낮아지는 것으로 확인되었다. 단맛은 발효가 진행될수록 기호도가 높아졌으나 유의적인 차이는 관찰되지 않는 것으로 나타났다. 신맛은 발효 12시간에는 기호도가 낮은 것으로 평가되었으나 이후 증가하여 24시간과 36시간에는 4.3점과 4.5점으로 12시간에 비해 유의적인 증가를 나타냈으며, 48시간에는 기호도가 오히려 낮아졌으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 쓴맛은 발효 12시간에 약하게 느껴지는 정도이며 발효가 진행될수록 조금씩 증가하여 36시간과 48시간에는 4.3점으로 가장 기호도가 높은 것으로 확인되었다. 종합적인 기호도는 24시간과 36시간동안 발효시킨 청국장이 색, 냄새, 맛 등이 어우러져 가장 좋은 것으로 평가되었다. 따라서, 관능검사 결과를 기준으로 할 경우 24시간 발아시킨 아가콩으로 제조한 청국장은 24-36시간 동안 발효시켜서 섭취하는 것이 가장 좋을 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 24시간 동안 발아시킨 콩을 이용하여 제조한 청국장의 발효기간에 따른 품질변화를 확인하고자 하였다. 24시간 발아시킨 콩의 pH는 6.7이었으며, 발효가 진행됨에 따라 pH가 점차 증가하여 48시간 후 발효를 종료할 때 pH 7.4를 나타내었다. 발아된 아가콩으로 만든 청국장의 점질물은 발효 48시간

동안 지속적인 증가를 보여 발효 종료 시에는 5.89%로 36시간 발효 이후는 점질물의 함량의 증가는 다소 미비하였다. 유리당은 raffinose, sucrose, glucose 및 fructose가 검출되었으며, 발효가 진행됨에 따라 급격히 감소하였다. 24시간 발아된 아가콩의 유리아미노산의 함량은 391.0 mg%로 나타났으며, 48시간 발아된 아가콩의 유리아미노산은 10,994.8 mg%이었다. 발효 전기간 동안 glutamic acid가 가장 많았으며, aspartic acid, lysine, leucine, proline의 순이었다. 필수아미노산이 차지하는 비율은 전체 유리아미노산의 43%의 수준을 유지하였다. 발아 아가콩으로 만든 청국장의 관능검사 결과, 24시간 발아시킨 아가콩으로 제조한 청국장은 24-36시간 동안 발효시킨 것이 가장 우수하였다.

문 헌

- Shon MY, Seo KI, Lee SW, Choi SH, Sung NJ. Biological activities of *cheonggukjang* prepared with black bean and changes in the phytoestrogen content during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 936-941 (2000)
- Heo S, Lee SK, Joo HK. Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional *cheonggukjang*. *Agric. Chem. Biotechnol.* 41: 119-124 (1998)
- Yang JL, Lee SH, Song YS. Improving effect of powders of cooked soybean and *cheonggukjang* on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 899-905 (2003)
- Kwak CS, Kim MY, Kim SA, Lee MS. Cytotoxicity on human cancer cells and antitumorogenesis of *cheonggukjang*, a fermented soybean product, in DMBA-treated rats. *Korean J. Nutr.* 39: 347-356 (2006)
- Yang CB, Kim ZU. Changes in nitrogen compounds in soybean sprout. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 23: 7-13 (1980)
- Lee SH, Chung DH. Studies on the effects of plant growth regulator on growth and nutrient compositions in soybean sprout. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 25: 75-82 (1982)
- Kim WJ, Smit CJB, Nakayama TOM. The removal of oligosaccharides from soybeans. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 6: 201-204 (1973)
- Kim JS, Kim JG, Kim WJ. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 294-298 (2004)
- Oh BY, Park BH, Ham KS. Changes of saponin during the cultivation of soybean sprout. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1039-1044 (2003)
- Kim YH, Hwang YH, Lee HS. Analysis of isoflavones for 66 varieties of sprout beans and bean sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 568-575 (2003)
- Lee HY, Kim JS, Kim YS, Kim WJ. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 443-448 (2005)
- Choi UK, Kim MH, Lee NH, Jeong YS, Hwang YH. Characteristics of *cheonggukjang*, a kind of fermented soybeans, by the germination degree of raw soybean. *Food Sci. Biotechnol.* 16: in press (2007)
- Lee JD, Jeong YS, Shannon JG, Park SK, Choung MG, Hwang YH. Agronomic characteristics of small-seeded RILs derived from 'Eunhakong' (*Glycine max*) × KLG10084 (*G. soja*). *Korean J. Breed.* 37: 288-294 (2005)
- Lee JJ, Lee DS, Kim HB. Fermentation pattern of *cheonggukjang* and ganjang by *Bacillus licheniformis* B1. *Korean J. Microbiol.* 35: 296-301(1999)
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Youn KS. Effect of Glycyrrhiza uralensis extract addition on the quality of *cheonggukjang*. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 14: 571-575 (2004)
- Lee KH, Park HC, Her ES. *Statistics and Data Analysis Method*. Hyoil Press. Seoul. Korea. pp. 253-296 (1998)
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD. Quality and functional characteristics of *cheonggukjang* prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional *cheonggukjang*. *J. Food Sci.*

- 70: 191-196 (2005)
18. Park MO, Choi WY, Lim JY, Toshio H. Isolation and characterization of γ -polyglutamate-producing bacterium *Bacillus* sp. CLH 62. p. 149. In: Proceedings of 94' international symposium on agricultural biotechnology. October 14, Seoul National University, Suwon, Korea. The Korean Society for Applied Biological Chemistry, Korea (1994)
 19. Lee BY, Kim DM, Kim KH. Physico-chemical properties of viscous substance extracted from *cheonggukjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 599-604 (1991)
 20. Kim JS, Yoon SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. Phycochemical proeperties of traditional *cheonggukjang* produced in different regions. Agric. Chem. Biotech. 41: 377-383 (1998)
 21. Suh, JS, Lee SK, Ryu MK. Effect of *Bacillus* strains on the *cheonggukjang* processing II, Changes of the components and enzyme activites during the storage of *cheonggukjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 309-314 (1983)