Korean J. Food & Nutr. Vol. 27. No. 4, 742~750 (2014)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.4.742

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

콩 품종별 발효기간에 따른 청국장의 이화학적 특성

백지은 · †최윤희 · 송 진 · 윤홍태* · 최혜선 · 박신영
농촌진흥청 국립농업과학원 발효식품과, *농촌진흥청 국립식량과학원

Physicochemical Properties of *Cheonggukjang* with Fermentation Period for a Variety of Soybean Cultivars

Ji Eun Baek, †Yoon Hee Choi, Jin Song, Hong Tai Yun*, Hye Sun Choi and Shin Young Park
Dept. of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-853, Korea.
**National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 627-803, Korea*

Abstract

This study was done in order to investigate the changes in quality of *Cheonggukjang* for soybean cultivars during fermentation. *Cheonggukjang* of 14 cultivars that were inoculated with *Bacillus subtilis* 15893 was produced, and, then, it was measured for hardness, proximate composition, amino nitrogen, enzyme activity, and total aerobic bacteria counts. In a raw bean, the highest hardness value was 16,975 g from Sunyu. In a steaming bean, Jangwon had the highest hardness value and the lowest aerobic bacteria counts of forty-eight hours fermented *Cheonggukjang*. Saedanbaek, whose protein contents was highest in raw bean, was also highest in *Cheonggukjang*. The amino nitrogen content of twenty-four hours fermented *Cheonggukjang* was highest in Saeol and Sunyu while forty-eight hours fermented *Cheonggukjang* was highest in Singi, Daol, and Milyang 231. In the protease activity, Saedanbaek had the highest and total aerobic bacteria count that were either increased or held as time went on ; twenty-four hours fermented *Cheonggukjang* was highest in Milyang 231 and Keunol while forty-eight hours fermented *Cheonggukjang* was highest in Chunsang.

Key words: *Cheonggukjang*, fermentation, soybean, enzymic activity

서 론

우리나라 전통 발효식품인 청국장은 *Bacillus* 속 미생물에 의해 발효 숙성된 것으로 단백질의 소화와 흡수가 용이하며, 특유의 점질성, 조직감과 구수한 풍미를 지니고 있다고 알려져 있다(Lee 등 1991). 또한 청국장은 콩 자체에 비해 필수아미노산, 비타민 B_1, B_2, 판토텐산 및 각종 효소가 많이 함유되어 있고, 암세포 증식억제력이 있으며(Jang YM 2004), 항산화 및 혈압 강하 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(Hwang 등 2009). 한편, 청국장은 다른 장류와 함께 예로부터 내려온 단백질의 중요한 공급원이며, 된장보다 청국장의 조단백질 및 지방의 함량이 더 높아 고영양 식품이다(Park 등 2000; Kim MH 2010). 청국장은 콩 원료에 비해 필수아미노산, 비타민, 나이아신 및 각종 효소가 더 많이 함유되어 있고, 소화흡수율도 높다(Jang YM 2004). 그럼에도 불구하고 청국장은 *Bacillus* 속 미생물로부터 함황화합물이나 암모니아 화합물이 생성되면서 발생하는 특이한 냄새로 인해 소비자들이 기피하는 경향이 있다(Mok EK 2007). 그로 인해 청국장의 향미성분에 관한 연구가 활발히 진행되었고, 그 결과, 향미성분은 청국장 제조 시 사용되는 대두품종, 증자조건, 발효조건 등에 의해 차이를 보인다고 보고되었다(Choe 등 1999; Kim 등 2003; Kwon 등 2006).

청국장에 대한 연구로는 청국장의 품질개선 및 기호도를 높이기 위해 약용식물이나 천연소재를 첨가한 연구들이 보

† Corresponding author: Yoon Hee Choi, Dept. of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-853, Korea. Tel: +82-31-299-0554, E-mail: cyhbless1000@korea.kr

고되고 있으며, 그로 인한 청국장의 영양학적 측면 이외에도 항암·항산화 기능 등이 밝혀지고 있다(Ryu SH 2002; Lee 등 2007; Oh & Kim 2007; Hong 등 2008; Hong & Kwon 2011; Joo & Park 2011; Kim 등 2012; Li X 2012). 그러나 콩의 품종 및 발효 조건에 따라 청국장 제조 시 청국장의 품질 및 기능성 효과의 차이가 많이 나타난다.

본 연구에서는 콩의 이화학적 성분을 분석하고, 청국장 제조 시 콩의 품종에 따른 품질특성을 구명하고자 하였다. 또한 콩 품종별 청국장 제조 후 청국장의 성분 분석을 통해 콩의 특성과 청국장의 발효 특성 간의 상관성을 알아보고, 청국장의 발효 시간에 따른 청국장의 일반성분, 아미노태 질소와 효소 활성에 관한 기초적인 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 사용한 콩은 2012년에 재배하여 수확한 14개 품종으로 농촌진흥청 식량과학원에서 제공받아 사용하였다. 사용한 균주는 KACC(Korean Agricultural Culture Collection)에서 *Bacillus subtilis* 15893을 분양받아 사용하였다.

2. 경도 측정

콩의 경도(hardness)는 14개 품종의 원료 콩과 20℃의 증류수에 5시간 수침한 콩과 콩을 20℃의 증류수에 5시간 수침한 후 121℃에서 15분 동안 증자한 콩을 각각 tensile-test device (Z0.5TS, Zwick/Roell, Ulm, Germany)를 이용하여 지름 2.0 mm, distance 80%, 속도 0.5 mm/s으로 10회 반복 측정하였다.

3. 일반성분 분석

일반성분 분석은 Kim HY(2000)의 방법에 준하여 수분은 상압가열건조법, 회분은 직접 회화법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백 함량은 Kjedahl법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백 함량을 뺀 값을 사용하였다.

4. 청국장의 제조

청국장의 제조는 콩을 품종별로 실온에서 15시간 수침한 후 고압증기멸균기(WAC-60, Daihan FCS Co. Ltd, Yongin, Korea)로 121℃에서 30분간 증자하고, 포자농도 10^6 CFU/mL의 균을 콩 원료량의 1%가 되도록 접종하여 37℃에서 24~48시간 발효하였다.

5. 청국장 추출액 제조

청국장의 효소 활성도를 측정하기 위해 제조된 청국장 시료 4 g에 증류수 36 mL를 넣고 균질화(Polytron RT 2100, Kinematica AG, Littau/Luzern, Switzerland)한 후 1,610×g으로 10분간 원심분리(FLETA 5, Hanil Co. Ltd, Incheon, Korea)하여 얻은 상등액을 시료추출액으로 사용하였다.

6. 아미노태 질소 측정

청국장의 아미노태 질소 함량은 Choi 등(2007)의 방법으로 측정하였다. 시료추출액 5 mL에 증류수 10 mL와 중성 formalin 용액 10 mL를 넣고 1% phenolphtalein 용액을 3~4방울 가하여 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지 적정한 후, 시료추출액 5 mL에 증류수 20 mL를 넣고, 1% phenolphtalein 용액을 3~4방울 가하여 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지 적정한 값을 이용하여 아미노태 질소 함량을 측정하였다.

7. 효소 활성 측정

β-Amylase 활성은 Kim 등(2011)의 방법을 변형하여 측정하였다. 2%의 가용성전분 용액 5 mL에 0.2 M 초산염 완충액 3 mL를 가하여 40℃에서 3분간 예열한 후, 시료추출액 1 mL를 가하여 40℃에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응용액에 1 N NaOH 용액 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후, 반응정지용액 1 mL에 DNS(dinitrosalicylic acid) 시약 3 mL를 넣고 끓는 물에서 5분간 가열반응한 후 찬물에서 5분간 냉각시킨다. 550 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 1 g이 1분 동안 생성한 환원당을 maltose로 환산하여 1 unit으로 나타내었다.

Protease 활성은 Kim 등(1998)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료추출액 1 mL에 0.6% casein 용액(0.2 M phosphate buffer, pH 7.0) 1 mL를 넣고, 37℃에서 10분간 반응시켰다. 반응액에 0.44 M TCA(trichloroacetic acid) 2 mL를 넣어 37℃에서 25분간 방치한 후, 1,610×g에서 10분간 원심분리하였다. 상등액 1 mL에 0.55 M의 Na_2CO_3 용액 5 mL와 3배 희석한 Folin reagent 용액 1 mL를 넣고 37℃에서 20분간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소의 활성은 1분 동안 tyrosine 1 μg을 유리시키는 양을 1 unit으로 하였다.

8. 미생물 수 측정

총 균수의 측정은 시료 1 g을 멸균생리식염수로 10진 희석법에 의해 희석한 다음, 희석액을 일반세균용 3M petrifilm (aerobic count plate, 3M Health Care, MN, USA)을 이용하여 배양(37℃, 24 hr)한 후, 결과를 계수하여 측정하였다.

9. 통계처리

모든 데이터는 10회 반복한 경도를 제외하고 3회 반복 측정하였으며, 실험의 결과 분석은 SPSS 통계 프로그램(Version 17.0)을 이용하여 일원배치분산분석(ANOVA)을 한 후 사후

검정으로 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 하였으며, 두 그룹 간 차이 검증을 위하여 독립표본 t 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 경도

콩의 품종별 처리 방법에 따른 경도 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 14개 품종 원료 콩의 경도는 11,483~16,975 g의 분포를 보였으며, 선유가 16,975 g으로 가장 높았고, 황금올, 새단백, 한올 순으로 높았다. 신기는 11,483 g으로 경도가 가장 낮았는데, 신기를 포함한 10종의 콩 품종이 가장 낮은 군에 포함되어 14개 품종 간의 단단한 정도의 차이가 크지 않았다.

20℃의 증류수에 5시간 수침한 콩의 경도는 원료 콩의 경도에 비해 크게 줄어든 결과를 보였다. 수침 후 경도는 황금올이 816 g으로 가장 높았고, 밀양242, 선유 순으로 높았으며, 경도가 가장 낮은 품종은 큰올(288 g)과 새올(393 g)이었다. Kim SK(2008)은 수침시간에 따른 콩의 종실 경도를 측정하였는데, 콩의 경도는 수침 2시간 만에 원료 콩의 16~20%로 크게 저하되고, 그 후 6시간까지 완만하게 감소하다가 그 이후에는 큰 변화가 없다고 하였다. 본 연구에서는 5시간 수침한 콩의 경도가 원료 콩의 2.2~5.5%로 크게 저하되는 모습을 보였다.

Table 1. Hardness and water absorption rate of various soybean cultivars

Cultivars	Hardness(g)		
	Raw	Soaking	Steaming
Daol	12,830±1,897[1)bcd2)]	436±72[de]	33±7[e]
Milyang231	11,922±1,705[d]	486±140[cde]	29±7[e]
Milyang242	11,698±1,947[d]	649±181[b]	27±8[e]
Milyang249	13,210±2,766[bcd]	635±138[bc]	37±13[cde]
Saedanbaek	14,921±2,155[ab]	555±173[bcd]	33±9[e]
Saeol	12,334±2,119[d]	393±150[ef]	34±10[de]
Sunyu	16,975±1,929[a]	641±177[b]	47±7[bcd]
Singi	11,483±2,698[d]	444±94[de]	49±17[bc]
Jangwon	12,097±2,295[d]	511±149[bcde]	106±23[a]
Chamol	11,761±1,253[d]	633±186[bc]	47±16[bcd]
Chunsang	12,465±2,689[cd]	620±124[bc]	52±19[b]
Keunol	12,854±2,591[bcd]	288±97[f]	37±6[cde]
Hanol	14,764±3,622[abc]	433±133[de]	56±18[b]
Hwangkeumol	14,966±2,165[ab]	816±220[a]	47±14[bcd]
F-value	4.836***[3)]	8.244***	21.265***

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different (p<0.05) using Duncan's multiple range test.
3) ***p<0.01

5시간 수침 후 121℃에서 15분간 증자한 콩의 증자 후 경도의 범위는 27~106 g으로 나타났다. 증자 후 가장 높은 경도를 나타낸 품종은 장원으로 106 g으로 측정되었고, 가장 낮은 경도를 나타낸 품종은 밀양242였다. 밀양242 다음으로 밀양231, 다올, 새단백, 새올 순으로 경도가 낮았는데, 특히 새올의 경우 원료 콩, 수침한 콩, 증자한 콩의 경도가 모두 가장 낮은 군에 포함되어 있었다.

2. 일반성분

14개 품종 콩의 일반성분 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 수분 함량은 6.2~7.6%의 분포를 보였다. 천상, 큰올, 한올, 황금올을 제외한 10개 품종이 가장 높은 군에 속하여 품종 간 수분 함량의 차이가 크지 않음을 알 수 있었다. 조회분 함량은 새단백, 다올, 새올, 참올, 한올이 유의적으로 가장 높은 군에 속하였고, 밀양231, 밀양242, 천상이 가장 낮았다. 조단백질 함량은 새단백이 44.8%로 유의적으로 가장 높았다. 새단백을 제외한 품종에서는 다올과 새올만이 각각 41.4%와 41.0%로 40%가 넘는 조단백질을 함유하는 것으로 측정되었다. 조지방 함량은 참올이 21.5%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 다음으로 밀양242가 높은 함량을 가지는 것으로 나타났다. 새단백은 조지방 함량이 가장 낮은 것으로 나타났는데(14.4%), 이는 새단백의 경우 조단백질 함량이 특이적으로 매우 높은 만큼 조지방 함량이 적어진 것으로 판단된다. 탄수화물의 경우 선유와 장원이 31.2%로 가장 높았고, 천상, 큰올, 밀양231, 황금올 순으로 높은 함량을 나타내었다.

이러한 다양한 품종의 콩으로 제조한 청국장의 일반성분 분석 결과는 24시간 발효의 경우 Table 3에, 48시간 발효의 경우 Table 4에 나타내었다. 24시간 발효한 청국장은 59.8~66.8%의 수분을 함유하는 것으로 분석되었고, 14개 품종 중 9개 품종이 가장 높은 군에 속하고, 나머지 5개 품종이 가장 낮은 군에 속하는 것으로 나타나, 청국장 제조 시 품종별 수분함량의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 48시간 발효한 청국장은 다올이 68.5%의 수분을 함유하여 수분함량이 유의적으로 가장 높았고, 한올은 44.8%로 가장 낮은 수분함량을 나타내었다. 조회분은 24시간 발효한 청국장에서 다올, 신기, 장원, 참올이 2.0%로 가장 높은 군에 속하였으며, 선유가 1.5%로 가장 낮았다. 그에 비해 48시간 발효한 청국장의 회분 함량은 한올이 가장 높았고(2.8%), 신기와 참올(2.5%), 밀양242(2.3%) 순으로 높았다. 조단백질 함량은 24시간 발효한 청국장에서 새단백과 참올이 가장 높았다. 특히 새단백은 원료콩의 단백질 함량이 높은 품종으로, 청국장으로 제조한 후

Table 2. Proximate composition of 14 soybean cultivars (Unit: %)

Cultivars	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
Daol	7.6±0.1[1)a2)]	6.5±0.0[a]	41.4±0.3[b]	18.7±0.5[b]	25.9±0.6[g]
Milyang231	7.6±0.2[a]	5.5±0.2[e]	38.5±0.4[def]	18.3±0.9[bc]	30.0±1.3[abc]
Milyang242	7.3±0.3[ab]	5.6±0.0[e]	38.3±0.1[f]	20.6±0.7[a]	28.2±0.9[def]
Milyang249	7.6±0.2[a]	6.0±0.1[d]	38.4±0.2[ef]	18.5±0.3[bc]	29.5±0.6[bcd]
Saedanbaek	6.8±0.3[bcd]	6.5±0.1[a]	44.8±0.3[a]	14.4±0.3[f]	27.5±0.4[efg]
Saeol	7.6±0.1[a]	6.3±0.0[ab]	41.0±0.1[b]	18.0±0.5[bcd]	27.1±0.5[fg]
Sunyu	6.8±0.1[bcd]	6.1±0.0[bcd]	38.6±0.4[def]	17.3±0.7[de]	31.2±0.5[ab]
Singi	7.5±0.5[a]	5.9±0.0[d]	38.3±0.5[ef]	18.8±0.5[b]	29.4±1.4[cd]
Jangwon	7.1±0.8[abc]	6.2±0.1[bc]	38.5±0.3[def]	16.8±0.9[e]	31.2±2.0[a]
Chamol	7.3±0.3[ab]	6.3±0.1[ab]	39.0±0.3[d]	21.5±0.2[a]	25.9±0.7[g]
Chunsang	6.6±0.1[de]	5.4±0.1[e]	38.1±0.4[f]	18.8±0.3[b]	31.1±0.3[ab]
Keunol	6.2±0.1[e]	6.1±0.3[bcd]	38.9±0.4[de]	18.2±0.5[bcd]	30.5±1.0[abc]
Hanol	7.0±0.1[bcd]	6.5±0.1[a]	39.5±0.1[c]	17.9±0.5[bcd]	29.1±0.4[cde]
Hwangkeumol	6.7±0.1[cde]	6.1±0.1[cd]	39.8±0.3[c]	17.5±0.1[cde]	29.9±0.5[abc]
F-value	7.475***[3)]	27.083***	104.507***	26.505***	12.172***

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different (p<0.05) using Duncan's multiple range test.
3) **p<0.05, ***p<0.01

Table 3. Proximate composition of 14 cultivars *Cheonggukjang* for fermented 24 hr (Unit: %)

Cultivars	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
Daol	62.8±2.2[1)abc2)]	2.0±0.0[a]	17.5±0.0[c]	8.8±0.4[ef]	9.0±0.4[bcd]
Milyang231	62.2±2.0[bc]	1.8±0.0[e]	16.9±0.1[de]	9.6±0.2[bc]	9.4±0.3[b]
Milyang242	60.8±0.3[bc]	1.8±0.0[d]	17.1±0.2[d]	11.0±0.0[a]	9.2±0.2[bc]
Milyang249	62.9±1.7[abc]	1.8±0.0[cd]	16.7±0.2[f]	9.0±0.1[de]	9.5±0.1[d]
Saedanbaek	64.9±2.2[ab]	1.7±0.1[f]	18.7±0.1[a]	7.3±0.3[i]	7.3±0.4[g]
Saeol	64.5±1.4[ab]	1.8±0.0[e]	17.0±0.2[de]	8.5±0.1[efg]	8.2±0.2[ef]
Sunyu	66.8±1.0[a]	1.5±0.0[g]	15.7±0.1[h]	8.2±0.1[gh]	7.8±0.2[f]
Singi	60.8±0.5[bc]	2.0±0.0[a]	17.8±0.0[b]	10.0±0.1[b]	9.5±0.0[b]
Jangwon	63.5±1.4[abc]	2.0±0.0[a]	16.1±0.1[g]	9.0±0.0[de]	9.3±0.1[b]
Chamol	61.6±4.4[bc]	1.9±0.0[b]	18.7±0.2[a]	9.4±0.0[cd]	8.5±0.2[de]
Chunsang	59.8±2.2[c]	2.0±0.0[a]	17.8±0.2[b]	9.8±0.2[bc]	10.5±0.2[a]
Keunol	64.3±1.8[ab]	1.9±0.0[bc]	16.8±0.1[ef]	8.8±0.4[ef]	8.2±0.4[ef]
Hanol	64.5±3.0[ab]	1.9±0.0[b]	16.3±0.0[g]	8.3±0.7[fgh]	8.9±0.7[bcd]
Hwangkeumol	64.0±2.8[abc]	1.8±0.0[cd]	17.6±0.2[c]	7.9±0.3[h]	8.6±0.4[cde]
F-value	2.324***[3)]	94.855***	159.795***	33.504***	20.209***

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different (p<0.05) using Duncan's multiple range test.
3) **p<0.05, ***p<0.01

에도 여전히 가장 높은 단백질 함량을 함유하였다. 조지방 함량은 24시간 발효한 청국장의 경우, 밀양242가 11.0%로 가장 높았고, 밀양242는 48시간 발효한 청국장에서도 가장 높은 군에 속하였다. 조지방 함량이 가장 낮은 군에 속하는 품종은

Table 4. Proximate composition of 14 cultivars *Cheonggukjang* for fermented 48 hr (Unit: %)

Cultivars	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
Daol	68.5±2.9[1)a2)]	1.7±0.0[l]	15.0±0.1[j]	7.9±0.0[d]	6.9±0.1[h]
Milyang231	60.9±1.4[bc]	1.9±0.0[h]	17.1±0.1[g]	10.8±0.0[b]	9.4±0.2[f]
Milyang242	52.2±0.4[e]	2.3±0.0[c]	20.5±0.1[c]	12.8±1.0[a]	12.2±1.0[b]
Milyang249	58.2±0.9[cd]	2.1±0.0[e]	18.3±0.2[e]	10.1±1.1[bc]	11.4±1.0[bcd]
Saedanbaek	61.0±1.0[bc]	1.8±0.0[i]	19.7±0.2[d]	8.5±0.4[d]	8.9±0.4[fg]
Saeol	63.8±0.8[b]	1.8±0.0[j]	16.7±0.2[h]	9.6±0.3[c]	8.1±0.5[g]
Sunyu	52.4±0.3[e]	2.2±0.0[d]	22.3±0.2[b]	12.6±0.5[a]	10.5±0.4[de]
Singi	50.4±2.9[e]	2.5±0.0[b]	22.3±0.2[b]	13.0±0.2[a]	11.8±0.4[bc]
Jangwon	62.0±2.3[bc]	2.1±0.0[e]	16.1±0.1[i]	10.1±0.0[bc]	9.7±0.1[ef]
Chamol	56.4±2.4[d]	1.9±0.0[g]	20.3±0.1[c]	10.5±0.5[bc]	10.9±0.6[cd]
Chunsang	49.0±3.1[e]	2.5±0.0[b]	22.1±0.0[b]	12.8±0.4[a]	13.6±0.3[a]
Keunol	60.5±2.1[bc]	2.0±0.0[f]	17.9±0.2[f]	10.5±0.2[bc]	9.1±0.3[f]
Hanol	44.8±0.9[f]	2.8±0.0[a]	25.3±0.2[a]	13.5±0.5[a]	13.6±0.3[a]
Hwangkeumol	63.2±2.1[b]	1.7±0.0[k]	17.3±0.1[g]	7.0±0.7[e]	10.8±0.8[d]
F-value	27.265***[3)]	893.130***	1,137.882***	42.520***	38.853***

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different ($p<0.05$) using Duncan's multiple range test.
3) ***$p<0.01$

24시간 발효한 청국장에서는 새단백(7.3%), 48시간 발효한 청국장에서는 황금올(7.0%)이었다. 특히 새단백과 황금올은 24시간, 48시간 발효한 청국장에서 공통적으로 조지방 함량이 가장 낮거나, 다음으로 낮은 군에 속하는 것으로 분석되었다. 24시간 발효한 청국장의 탄수화물 함량은 7.3~10.5%이고, 48시간 발효한 청국장은 6.9~13.6%이었다.

3. 아미노태 질소

품종별로 제조한 청국장의 아미노태 질소 함량은 Table 5에 나타내었다. Kim JG(2004)은 아미노태 질소 함량은 발효식품의 발효 정도를 판단하는 기준으로, 장류의 제조와 발효과정 중에 콩단백질이 효소작용으로 가수분해되어 감칠맛을 내는 아미노산을 생성한다고 하였다. 일반적으로 아미노태 질소는 발효기간이 늘어날수록 그 함량도 증가한다고 알려져 있는데(Jang YM 2004), 본 실험에서는 14개 품종의 콩으로 청국장을 제조하여 발효 시간에 따른 아미노태 질소 함량을 분석한 결과, 밀양242, 선유, 천상 이 3개 품종을 제외한 11개 품종에서 24시간 발효한 청국장이 48시간 발효한 청국장보다 아미노태 질소 함량이 유의적으로 높았다.

24시간 발효한 청국장의 아미노태 질소 함량은 224.0~356.3 mg%의 범위로 측정되었다. 새올이 356.3 mg%로 가장 높았고, 선유, 장원, 새단백 순으로 아미노태 질소 함량이 높았다. 반면, 48시간 발효한 청국장의 아미노태 질소 함량은 228.7~

Table 5. Amino nitrogen of *Cheonggukjang* of various cultivars according to the different fermentation period

Cultivars	Amino nitrogen(mg%)		*t*-value
	24 hr	48 hr	
Daol	224.0±5.2[1)d2)]	449.0±33.5[e]	−11.504***[3)]
Milyang231	244.7±11.7[d]	456.0±5.2[e]	−28.080***
Milyang242	311.0±27.9[bc]	322.7±12.1[h]	−0.646
Milyang249	233.7±7.1[d]	415.7±11.5[f]	−23.125***
Saedanbaek	329.7±31.1[ab]	544.0±1.7[c]	−11.863***
Saeol	356.3±31.5[a]	613.3±5.0[a]	−13.966**
Sunyu	348.0±20.3[a]	369.7±2.5[g]	−1.825
Singi	232.7±2.5[d]	286.7±9.0[i]	−10.452***
Jangwon	332.3±13.4[ab]	584.0±1.7[b]	−32.582**
Chamol	247.7±35.2[d]	515.0±4.4[d]	−13.131**
Chunsang	226.7±7.6[d]	228.7±6.7[j]	−0.350
Keunol	250.0±4.6[d]	518.3±2.5[d]	−87.701***
Hanol	294.3±8.5[c]	366.0±10.0[g]	−9.358**
Hwangkeumol	286.7±5.0[c]	519.3±8.5[d]	−40.820***
F-value	19.791	312.100	

1) Values are mean±SD.
2) Within a column, values with different letters are significantly different ($p<0.05$) using Duncan's multiple range test.
3) **$p<0.01$, ***$p<0.001$

613.3 mg%의 범위로 24시간 발효한 청국장보다 크게 증가하였다. 다올, 참올, 큰올의 경우, 24시간 발효 청국장에 비해 48시간 발효 청국장의 아미노태 질소 증가율이 각각 100, 108, 107%로 발효시간에 따라 유의적으로 차이가 났고, 밀양242, 선유, 천상의 경우는 아미노태 질소 증가율이 각각 3.8, 6.2, 0.9%로 발효시간이 24시간 늘어났음에도 아미노태 질소 함량의 유의적인 차이가 없었다.

4. 효소 활성

Protease와 amylase는 원료 대두의 단백질과 탄수화물을 가수분해하여 청국장의 맛을 형성하는데 중요한 역할을 한다. 품종과 발효시간에 따른 청국장의 protease 활성을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다.

24시간 발효한 청국장의 protease 활성은 조단백질 함량이 다른 품종보다 뚜렷하게 높았던 새단백이 1.01 unit/g으로 가장 높았고, 새올과 장원이 그 다음으로 높은 활성을 나타내었다. 48시간 발효한 청국장은 24시간 발효한 청국장보다 모든 품종에서 protease 활성이 증가하였다. 그 중 24시간과 48시간 발효한 청국장의 protease 활성이 유의적으로 차이가 나는 품종은 다올, 천상, 한올이었으며, 다른 품종에서는 protease 활성이 수치상으로는 증가하였으나, 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 나타났다. Jung 등(2012)은 발효시간이 길어질수록 protease 활성이 증가한다고 하였으며, 발효 초기에 protease 활성이 급격하게 증가하고, 48시간 이후에는 비슷한 활성 수준을 유지한다고 하였다.

품종과 발효시간에 따른 청국장의 β-amylase 활성을 측정한 결과는 Table 7에 나타내었다. β-amylase 활성은 24시간 발효한 청국장이 4.4~13.1 unit/g의 범위로 나타났으며, 48시간 발효한 청국장은 25.3~46.0 unit/g의 범위로 나타났다. 24시간 발효한 청국장에 비해 48시간 발효한 청국장의 β-amylase 활성이 매우 증가하였고, 발효시간에 따른 β-amylase 활성을 통계적으로 비교한 결과, 정도의 차이는 있으나, 모든 품종에서 유의적인 차이를 나타내었다. β-amylase 활성은 발효 시간에 따라 가장 높은 품종은 일치하지 않았으나, 원료 콩, 수침 후 콩의 경도가 높았던 황금올은 24시간과 48시간 발효한 청국장 모두 β-amylase 활성이 가장 낮은 군에 속하였다. Kim 등(2011)의 연구에서는 β-amylase의 활성은 발효 중 뚜렷한 증감을 보이지 않았다고 하였고, Jung 등(2012)의 연구에서는 발효 24시간까지는 증가하다가 48시간에는 감소하였다고 보고하여, 발효 48시간까지 β-amylase 활성의 증가를 보인 본

Table 6. Protease activity of *Cheonggukjang* of various cultivars according to the different fermentation period

Cultivars	Protease activity(unit/g)		*t*-value
	24 hr	48 hr	
Daol	0.68±0.03[1)fg2)]	0.95±0.06[cde]	−6.851**[3)]
Milyang231	0.78±0.03[de]	0.94±0.11[cde]	−2.229
Milyang242	0.80±0.03[de]	1.00±0.06[bcd]	−4.785**
Milyang249	0.63±0.08[g]	0.74±0.11[g]	−1.549
Saedanbaek	1.01±0.13[a]	1.13±0.06[a]	−1.404
Saeol	0.93±0.06[ab]	0.96±0.09[cde]	−0.483
Sunyu	0.85±0.06[bcd]	0.87±0.05[def]	−0.440
Singi	0.83±0.05[cde]	0.86±0.01[efg]	−1.076
Jangwon	0.92±0.04[abc]	1.06±0.09[abc]	−2.251
Chamol	0.81±0.02[de]	1.12±0.10[ab]	−5.340**
Chunsang	0.73±0.02[def]	0.92±0.04[def]	−6.946**
Keunol	0.78±0.04[de]	0.81±0.03[fg]	−0.850
Hanol	0.64±0.03[fg]	0.81±0.01[fg]	−8.297**
Hwangkeumol	0.85±0.01[bcd]	0.88±0.02[def]	−1.892
F-value	12.523	8.661	

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different (p<0.05) using Duncan's multiple range test.
3) **p<0.01

Table 7. β-amylase activity of *Cheonggukjang* of various cultivars according to the different fermentation period

Cultivars	β-amylase activity(unit/g)		*t*-value
	24 hr	48 hr	
Daol	12.93±0.31[a]	40.33±1.89[bc]	−25.277**[3)]
Milyang231	12.73±0.29[ab]	31.47±1.87[ef]	−17.314**
Milyang242	11.07±0.12[c]	34.97±0.40[de]	−103.295***
Milyang249	6.03±0.25[g]	29.10±0.98[fg]	−38.986***
Saedanbaek	8.37±0.15[e]	29.10±2.01[fg]	−17.767**
Saeol	11.30±0.17[c]	25.33±1.75[g]	−13.697***
Sunyu	9.27±0.25[d]	33.47±1.93[e]	−21.637**
Singi	13.13±0.46[a]	39.30±1.85[bc]	−23.654***
Jangwon	12.33±0.42[b]	37.83±1.97[cd]	−41.556***
Chamol	7.07±0.21[f]	40.60±2.10[bc]	−27.418***
Chunsang	5.67±0.12[g]	45.97±3.25[a]	−21.546***
Keunol	8.20±0.30[e]	42.03±3.47[b]	−16.832***
Hanol	4.63±0.06[h]	37.80±3.21[cd]	−17.886**
Hwangkeumol	4.43±0.21[h]	27.57±0.38[g]	−95.718***
F-value	448.066	26.266	

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different (p<0.05) using Duncan's multiple range test.
3) **p<0.01, ***p<0.001

연구와 차이를 보였다. β-amylase는 전분질을 분해하여 당을 생성하는 효소인데, 콩에 함유되어 있는 탄수화물이 효소작용에 의해 분해되는 기질로 작용됨에 따라 그 효소 활성이 높았다가 발효가 진행되면서 기질이 감소하여 그 활성이 떨어지게 된다. 그러나 본 연구에서는 β-amylase 활성이 꾸준히 증가함으로써 효소가 필요로 하는 기질 수준이 유지되는 것을 짐작할 수 있는데, 이는 균주의 발효 특성에 의한 차이로 사료된다.

5. 미생물

품종과 발효시간에 따른 청국장의 미생물의 변화를 측정한 결과는 Table 8과 같다. 24시간 발효한 청국장의 세균 수는 밀양231과 큰올이 가장 많은 9.1 Log CFU/g으로 나타났고, 밀양242가 8.6 Log CFU/g으로 가장 적었다. 48시간 발효한 청국장의 세균 수는 8.8~9.4 Log CFU/g의 범위를 나타내었으며, 천상이 가장 많고 장원이 가장 적었다.

발효 시간에 따른 청국장의 세균 수를 비교하면, 대다수의 품종에서 48시간 발효한 청국장이 24시간 발효한 청국장보다 세균 수가 증가하였다. 14개 품종에서 다올, 밀양231, 장원은 시간에 따른 세균 수의 변화가 나타나지 않았다. 증자 후 콩의 경도가 다른 품종에 비해 뚜렷하게 높았던 장원은 48시간 발효 청국장에서 가장 낮은 세균 수를 나타냈는데, 청국장균을 접종할 때 균의 침투가 가장 어려울 것으로 짐작할 수 있었다. Lee 등(2012)의 연구에 따르면 총 균수는 발효기간 동안 뚜렷한 증가를 보이지 않았다고 하였으며, Youn 등(2002)은 청국장 발효기간 중의 미생물 생장률은 starter에 따라 정도의 차이는 있으나, 발효시간이 증가할수록 증식이 증가한다고 하였다. 본 연구에서 동일한 균을 접종했음에도 발효시간에 따라 미생물 수가 유지되거나 증가한 것으로 미루어 볼 때, 미생물의 증식은 starter뿐 아니라, 콩의 품종에 따라 달라질 수 있다고 사료된다.

Table 8. Total aerobic bacteria counts of *Cheonggukjang* of various cultivars according to the different fermentation period

Cultivars	Cell count(Log CFU/g)		*t*-value
	24 hr	48 hr	
Daol	9.0±0.00[1)bc2)]	9.0±0.06[e]	1.000
Milyang231	9.1±0.06[ab]	9.1±0.00[c]	−1.000
Milyang242	8.6±0.06[g]	9.0±0.06[e]	−7.071**[3)]
Milyang249	8.8±0.06[ef]	9.1±0.06[cd]	−4.950**
Saedanbaek	8.8±0.00[f]	9.1±0.06[cd]	−8.000*
Saeol	8.9±0.00[de]	9.0±0.00[de]	−2.121
Sunyu	9.0±0.06[cd]	9.1±0.12[c]	−2.236
Singi	8.8±0.00[f]	9.3±0.00[b]	−10.607***
Jangwon	8.8±0.00[f]	8.8±0.06[f]	−1.000
Chamol	8.9±0.06[cd]	9.3±0.00[b]	−11.000**
Chunsang	8.8±0.00[f]	9.4±0.00[a]	−12.728***
Keunol	9.1±0.00[a]	9.2±0.06[b]	−4.000
Hanol	8.8±0.06[ef]	9.2±0.06[b]	−8.485**
Hwangkeumol	8.9±0.06[cd]	9.0±0.00[de]	−2.000
F-value	27.912	29.315	

1) Values are mean±S.D.
2) Within a column, values with different letters are significantly different ($p<0.05$) using Duncan's multiple range test.
3) *$p<0.05$, **$p<0.01$, ***$p<0.001$

결론 및 요약

콩의 품종에 따른 청국장의 발효 특성을 알아보기 위해 *Bacillus subtilis* 15893을 동일하게 접종하여 품종과 발효시간에 따른 경도, 일반성분, 아미노태 질소, 효소 활성, 미생물 수를 측정하였다. 콩의 경도는 원료 콩과 수침 후 다른 경향을 보이는 품종이 있었던 반면, 황금올은 원료 콩과 수침 후 경도가 가장 높았다. 증자 후 가장 경도가 높았던 장원은 48시간 발효 청국장의 세균 수가 가장 낮아 청국장 균의 침투율이 가장 낮음을 짐작할 수 있었다. 원료 콩의 일반성분 중 특히 조단백질이 높았던 품종인 새단백은 청국장 제조 후에도 조단백질의 함량이 높았다. 콩의 경도와 조회분 함량이 높을수록 청국장의 수분 함량이 높았으며, 증자한 콩의 경도가 높을수록 점질물이 많았다. 아미노태 질소는 24시간 발효한 청국장에서는 새올, 선유가 가장 높았으나, 48시간 발효 청국장에서는 신기, 다올, 밀양231이 가장 높았는데, 아미노태 질소 함량이 높을수록 pH가 높고 수분함량이 높았다. 단백질 분해효소인 protease 활성은 조단백질 함량이 가장 높았던 새단백이 가장 높았으며, 세균 수의 변화는 발효시간의 증가에 따라 증가하거나 유지되는 결과가 나타났고, 24시간 발효 청국장에서는 밀양231, 큰올이 가장 많았고, 48시간 발효 청국장은 천상이 가장 많았다. 이상의 결과로 콩 품종의 이화학적 특성 차이가 청국장의 발효 특성에 유효한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었고, 균주의 특성에 의한 본 연구결과로 인해 청국장에 적합한 콩 품종의 선정을 위해서 앞으로 다양한 품종의 콩 특성 연구와 함께 균주에 의한 발효 특성, 발효 후 청국장의 관능특성 등 품질에 관한 연구 및 검토가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 연구개발사업(PJ00939701)의 지원으로 수행되었습니다.

References

Choe JS, Yoo SM, Kim HR, Kim JS, Chang CM. 1999. Volatile compounds of *chonggugjang* prepared by different fermentation methods and soybean cultivars. *J Korean Soc Agric Chem Biothechnol* 42:111-115

Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007. Quality characteristic of *Hwangki*(*Astragalus membranaceus*) *Chungkukjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14:356-363

Hong JY, Kim EJ, Shin SR, Kim TW, Lee IJ, Yoon KY. 2008. Physicochemical properties of *Cheonggukjang* containing Korean red ginseng and *Rubus coreanum*. *Korean J Food Preserv* 15:872-877

Hong SC, Kwon DJ. 2011. Changes in quality characteristics of *Cheongkukjang* added with *deodeok*. *Korean J Food Preserv* 18:171-177

Hwang JS, Kim SJ, Kim HB. 2009. Antioxidant and blood-pressure reduction effects of fermented soybean, *Chungkook-jang*. *Kor J Microbiol* 45:54-57

Jang YM. 2004. Research on quality improvement of *Chung-kookjang* (fermented soybean pastes) by *Bacillus subtilis*. Ph. D. Thesis, Sungshin Women's Univ. Korea

Joo EY, Park CS. 2011. Antixidnat and fibrinolytic activities of extracts from spybean and *Chungkukjang* (fermented soybean paste). *Korean J Food Preserv* 18:930-937

Jung JB, Choi SK, Jeong DY, Kim YS, Kim YS. 2012. Effects of germination time of soybeans on quality characteristics of *Cheonggukjang* fermented with an isolated bacterial strain. *Korean J Food Sci Technol* 44:69-75

Kim HE, Han SY, Jung JB, Ko JM, Kim YS. 2011. Quality characteristics of *Doenjang* (soybean paste) prepated with germinated regular soybean and black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 43:361-368

Kim HJ, Lee JJ, Cheigh MJ, Choi SY. 1998. Amylase, protease, peroxidase and ascorbic acid oxidase activity of *Kimchi* ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 30:1333-1338

Kim HY. 2000. The Korean Society of Food Science and Nutrition. 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. pp.96-128. Hyoil. Publishers Ltd

Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste. *J Fd Hyg Safety* 19:31-37

Kim JH, Park LY, Lee SH. 2012. Fermentation and quality characteristics of *Cheonggukjang* with Chinese cabbage. *Korean J Food Preserv* 19:659-664

Kim MH. 2010. Comparison of quality characteristics and functional effects of *Chunggukjang* prepared with various soybean cultivars. M. Phil. Thesis, Chounbuk National Univ. Korea

Kim SK. 2008. Studies on the physicochemical characteristics and soybean curd processing suitability of Korean soybeans and imported soybeans. M. Phil. Thesis, Korea Univ. Korea

Kim YS, Jung HJ, Park YS, Yu TS. 2003. Characteristics of flavor and functionality of *Bacillus subtilis* K-20 *Chung-gukjang*. *Korean J Food Sci Technol* 35:475-478

Kwon JH, Shin JK, Moon KD, Chung HS, Jeong YJ, Lee EJ, Ahn DU. 2006. Color, volatiles and organoleptic acceptability of mixed powders of red ginseng and *Cheonggkjang*. *Korean J Food Preserv* 13:483-489

Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1991. Studies on the change in rheological properties of *Chungkook-jang*. *Korean J Food Sci Technol* 23:478-484

Lee KA, Jang JO, Yoon HK, Kim MS. 2007. Antithrombotic activities of *Cheongkookjang* and *Cheongkookjang* fermented with green tea or mugwort. *Kor J Microbiol* 43:298-303

Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality charac-teristics of rice-*doenjang* during fermentation by differently shaped *meju* and adding starer. *Korean J Food & Nutr* 25: 505-512

Li Xiang. 2012. Quality characteristics of *Cheonggukjang* con-taining Koreas yam powder. M. Phil. Thesis, Konkuk Univ. Korea

Mok EK. 2007. A study on the perception, preference and con-sumption of *Chungkukjang* by elementary school children in seongnam. M. Phil. Thesis, Kyungwon Univ. Korea

Oh HI, Eom SM. 2008. Changes in microflora and enzyme activities of *Cheonggukjang* prepared with germinated soy-beans during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 40: 56-62

Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrute scavenging ability of fermented soybean foods (*Chungkukjang*, *Doenjang*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1503-1510

Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality assessment of commercial *Doenjang* prepared by traditional method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:211-217

Ryu SH. 2002. Studies on antioxidative effects and antioxiantive components if soybean and *Chongkukjang*. Ph. D. Thesis,

Jeju Univ. Korea

Yoon WJ. 2010. Quality characteristics of traditional soybean paste (*Doenjang*) mauufacture with various soybean. M. Phil. Thesis, Kyungpook Univ. Korea

Youn KC, Kim DH, Kim JO, Park BJ, Yook HS, Cho JM, Byun MW. 2002. Quality characteristics of the *Chungkookjang* fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:204-210

접 수 : 2014년 3월 4일
최종수정 : 2014년 7월 8일
채 택 : 2014년 8월 20일