

미역을 첨가한 청국장의 발효 및 품질 특성

강혜민 · 이신호 · 박나영[†]

대구가톨릭대학교 식품가공학과

Fermentation and Quality Characteristics of *Cheonggukjang* prepared with Sea Mustard

Hye-min Kang, Shin-Ho Lee and La-Young Park[†]

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

ABSTRACT

Cheonggukjang that was prepared with different concentrations of sea mustard [0% (control), 5% (SM5), 10% (SM10) and 15% (SM15)] were investigated. The pH of *cheonggukjangs* prepared with sea mustard was higher than that of control during fermentation for 72 hrs at 37°C. The total aerobes of the *cheonggukjang* variants reached 9.40 (control), 9.45 (SM5), 9.59 (SM10) and 9.59 (SM15) log CFU/g after fermentation for 72 hrs at 37°C. The amino nitrogen and viscous substance contents of the *cheonggukjang* variants increased with fermentation time, SM5 showed the highest amino nitrogen content (397.13 µg/mL) and viscous substance content (6.53%) among various *cheonggukjang* after 72 hrs fermentation. The total polyphenol contents of various *cheonggukjangs* were increased with the sea mustard increased. The DPPH radical scavenging ability of the *cheonggukjang* variants were 68.09% (control), 77.91% (SM5), 80.72% (SM10) and 79.40% (SM15) and their ABTS radical scavenging ability were 86.66% (control), 89.01% (SM5), 91.32% (SM10) and 92.27% (SM15) after fermentation for 72 hrs. The sensory characteristics of the *cheonggukjangs* prepared with sea mustard showed higher than control in taste, flavor and overall acceptability but did not significantly differ.

Key words: *Cheonggukjang*, sea mustard, *Bacillus subtilis*, antioxidant activity.

서 론

우리나라의 전통 콩 발효식품 중의 하나인 청국장은 간장, 된장, 고추장과는 달리 전통장류 중 유일하게 소금을 첨가하지 않고 고온에서 숙성으로 발효시킨 식품이다. 청국장은 고초균(*Bacillus subtilis*)이 생산하는 효소에 의해 단백질과 당질이 분해되어 끈끈한 점질물이 형성되면서 특유의 맛과 냄새를 가지며, 다양한 필수 아미노산, 식물성 지방 및 유기산 등을 함유하고 있어 영양면에서도 우수한 대두 발효식품이다(Ko *et al* 1999). 최근 청국장은 고혈압 예방(Okamoto *et al* 1995), 항암(Tiisala *et al* 1994), 항산화(Iwai *et al* 2002) 등의 다양한 기능이 알려지면서 새로운 건강식품으로써 관심이 모아지고 있다. 청국장 제품의 다양화를 위한 연구로는 작두콩(Kim SU 2012), 검은콩(Joo & Park 2010) 등 원료콩의 종류를 달리하여 제조한 청국장과 황기(Choi *et al* 2007), 울무(Park *et al* 2011), 더덕(Hong & Kwon 2011) 등 천연물을 첨가한 청국장들이 있다.

미역(*Undaria pinnatifida*(Harvery) Suringer)은 다시마목

미역과에 속하는 갈조류로서 우리나라 전 연안에 분포하며, 연해주, 중국, 일본 등 극동지방 특산의 해조류이다. 미역은 Na, K, Ca, Mg, P, S, 식이섬유소, 리놀산, 비타민 등이 풍부한 알칼리성 건강식품으로 생리활성 물질이 많이 함유되어 있다(Choi *et al* 1991). 특히 미역에 들어 있는 점질 다당류인 알긴산(alginic acid)은 중금속 및 방사능 물질의 체외 배출, 콜레스테롤 저하, 비만 및 변비 방지 효과와 더불어 혈압이나 당뇨 예방 효과가 높다는 보고가 있다(Kim & Cheng 1984, Sato *et al* 2002, Suetsuna *et al* 2004). 또한 fucoidan은 항암, 항콜레스테롤, 혈액 응고 저해, 혈압 조절 등의 혈류 개선작용이 우수하며, 지질 대사 개선에도 효과가 있는 것으로 밝혀져 있다(Bojakowski *et al* 2013, Maeda & Hosokawa 2005, Murata *et al* 1999). 이처럼 미역은 열량보다는 건강 및 약리적으로 우수한 식품임에도 불구하고, 지속적인 내수 소비 및 수출 감소로 재고가 매년 누적되고 있다. 뿐만 아니라, 해조류는 생물 상태로는 유통이 매우 취약하여 가공이 필수적인데도 불구하고, 현재 건조 미역이나 염장 미역의 단순 일차 가공품으로만 가공되어 있어(Ahn *et al* 2000), 미역의 상품적 가치를 향상시킬 수 있는 다양한 연구들이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 청국장의 기능성을 향상시키기 위해 무기

[†] Corresponding author : La Young Park, Tel : +82-31-850-3217, Fax : +82-31-850-3217, E-Mail : violet74@cu.ac.kr

질 및 식이섬유소가 풍부한 미역을 이용하여 청국장을 제조하고, 미역 첨가가 청국장의 발효 및 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

대두는 경북 하양 재래시장에서 백태(T&G, Korea)를 구입하여 사용하였으며, 미역은 완도산(Jail-mulsan, Korea) 건조제품을 구입하여 분쇄(IKA A11 basic, IKA-Werke GmbH, Germany) 후 40 mesh체에 내려 시료로 사용하였다. 본 실험에서 청국장 발효를 위하여 사용된 균주는 짚에서 분리한 *Bacillus subtilis* B-59를 사용하였다.

2. 청국장 제조

미역 청국장 제조를 위해 미역 분말은 12배의 물과 함께 혼합하여 4℃에서 2시간 동안 불린 후 사용하였다(이후 불린 미역이라 칭함). 대두는 4℃에서 12시간 수침 후 1시간 동안 물을 뺀 후 불린 콩 총량 대비 불린 미역을 5, 10, 15%(w/w) 씩 각각 골고루 혼합한 다음 autoclave를 이용하여 121℃에서 45분간 증자한 후 50℃로 냉각시켰다. 재료에 24시간 배양한 *Bacillus subtilis* B-59를 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)에 적정농도(10^{7-8} CFU/mL)로 현탁시켜 불린 콩 총량 대비 2%를 접종하여 37℃에서 72시간 발효시켜 제조하였다.

3. 총 균수 측정

청국장 10 g에 멸균 증류수 90 mL를 첨가하여 무균적으로 homogenizer(Nissei AM-12, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)로 15,000 rpm에서 1분간 마쇄 후 여과하였다. 시료 1 mL를 취하여 0.1% peptone 수로 적정 희석한 후 plate count agar(PCA, Difco, USA)에 접종하여 37℃에서 24시간 배양 후 나타나는 colony를 계측하였다.

4. pH 및 아미노태 질소 함량 측정

상기 균질 여과한 액을 원심 분리 후 상등액을 시료로 사용하여 pH는 pH meter(ORION 410A, Orion Research Inc, USA)로, 아미노태 질소 함량은 Formol 적정법(Korea Foods Industry Association 2009)에 준하여 측정하였다. 즉, 상등액 10 mL에 0.1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 첨가한 후, 0.1 N NaOH로 연분홍색이 될 때까지 적정하고, 포르말린용액(35~40%) 5.4 mL를 첨가하여 연분홍색이 될 때까지 적정하여 소요된 0.1 N NaOH의 양으로 아미노태 질소 함량을 계산하였다.

5. 점질물 생성량 측정

점질물 생성량은 Lee *et al*(1992)의 방법을 이용하였다. 즉, 청국장 시료에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후, 여과 및 원심 분리하여 얻은 상등액 5 mL를 105℃에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

6. 총 폴리페놀 함량 측정

Folin & Denis(1912)의 방법에 따라 청국장 에탄올 추출물 1 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시켰다. 반응물에 7.5% Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준 물질로한 표준 곡선에 의하여 산출하였다.

7. DPPH Radical 소거능

Blois MS(1958)의 방법을 일부 변형하여 청국장 에탄올 추출물 0.4 mL에 0.4 mM DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 에탄올 용액 0.8 mL를 진탕 혼합하고, 10분간 방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

DPPH radical scavenging ability(%) =

$$100 - [(OD \text{ of sample} / OD \text{ of control}) \times 100]$$

8. ABTS Radical 소거능

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, Sigma-Ardrich, USA] radical 소거능은 ABTS radical cation decolorization assay(Re *et al* 1999)를 이용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합한 후 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.030이 되도록 phosphate-buffered saline (pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 청국장 에탄올 추출물 50 μ L에 ABTS 용액 950 μ L를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

ABTS radical scavenging ability(%) =

$$(1 - \text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100.$$

9. 관능 검사

청국장 50 g, 마늘 0.2 g, 소금 1 g, 고춧가루 1 g, 두부 50

g을 물 200 mL에 넣고 5분간 끓인 후 관능 검사를 실시하였으며, 이때 동반 식품으로 밥 100g씩을 제공하였다. 식품을 전공하는 대학생 및 대학원생 30명을 대상으로 색, 풍미, 맛, 조직감, 종합적 기호도를 5점 채점법으로 검사하였다(Kim *et al* 2012). ‘아주 좋다’는 5점, ‘좋다’는 4점, ‘보통이다’는 3점, ‘나쁘다’는 2점, ‘아주 나쁘다’는 1점으로 하여 측정하였다.

10. 통계 처리

관능 검사를 제외한 모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, USA) software package(version 19.0)를 이용, $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 미생물 수의 변화

미역 첨가 청국장의 발효 중의 생균수의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 발효 초기에는 4.87~4.94 log CFU/g(이후 단위 생략)으로 모든 처리구가 유사한 미생물 수를 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 급격하게 증가하여 발효 24시간에는 대조구는 8.96를 나타내었고, SM5, SM10, SM15는 각각 8.50, 8.73, 8.59로, 대조구에 비해 미역 첨가구의 미생물 수가 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 발효 48시간에는 미역 첨가구가 9.35~9.37의 범위를 나타내어 대조구(9.03)에 비해 높았으며, 이러한 경향은 배양 72시간까지 지속되었다. 이는 발효 중기 이후부터 미역이 청국장 발효 미생물의 성장에 양호한 영향을 미쳤기 때문이라고 판단된다. 본 실험의 모든 청국장은 발효 48시간 이후의 미생물 수가 10^9 CFU/g을 나타내어, *Bacillus natto*와 *B. licheniformis*를 이용한 청국장이 발효 40시간 이후 총 균수가 10^9 CFU/g에 도달하였다는 Youn *et al*(2002)의 보고와 유사하였다.

2. pH 및 아미노태 질소 함량

미역 첨가 청국장의 발효 중 pH와 아미노태 질소 함량 변화는 Table 1에 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 청국장의 pH는 증가하였으며, 발효 72시간째는 대조구가 7.33, SM5, SM10, SM15는 각각 7.67, 7.60, 7.53으로 대조구보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). Kim *et al*(2013)은 미나리 분말을 첨가 청국장의 배양 72시간째 pH는 7.17~7.12라고 보고하였고, Park & Cho(2008)는 녹차 첨가 청국장의 pH는 7.86~7.92라고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 발효 경과에 따른 pH의 증가는 콩단백질이 아미노산으로 분해되고, 탈아미노화로 암모니아가 생성되기 때문인 것으로 알려져 있다(Ann

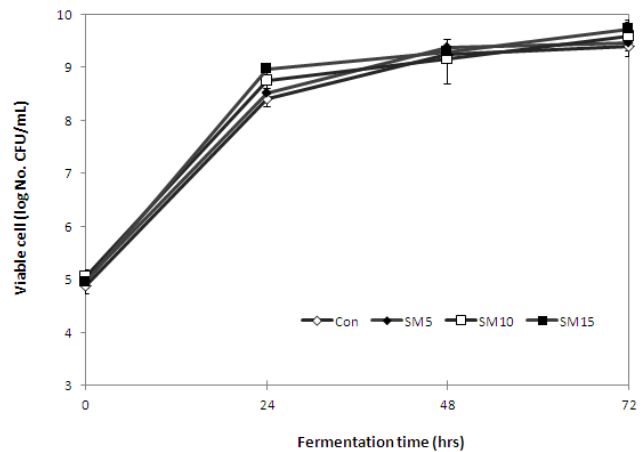


Fig. 1. Changes in viable cell counts of *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hr at 37°C.

Con : *cheonggukjang* without sea mustard.

SM5 : *cheonggukjang* prepared with 5% (w/w) sea mustard.

SM10 : *cheonggukjang* prepared with 10% (w/w) sea mustard.

SM15 : *cheonggukjang* prepared with 15% (w/w) sea mustard.

All values are Mean±S.D. (n=3).

YG 2011).

아미노태 질소 함량은 protease의 작용에 의하여 단백질이 아미노산의 형태로 분해되는 정도를 나타낸 것으로, 청국장의 발효도 평가 및 장류 발효식품의 품질과 구수한 맛의 지표로 사용되고 있다(Mann SY 2013). 미역을 첨가하여 제조한 청국장의 아미노태 질소 함량을 조사한 결과, 발효 초기 대조군은 70.47 mg%였으며, 미역을 첨가한 청국장은 64.40~69.07 mg%로 대조구에 비해 다소 낮았으나, 배양 72시간째는 SM5, SM10, SM15 청국장 각각 397.13, 385.93, 380.33 mg%를 나타내어 대조구(369.13 mg%)보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 본 실험의 결과는 청국장에 배추(Kim *et al* 2012) 및 녹차(Park & Cho 2008) 첨가 시 아미노태 질소 함량이 감소하였으며, 첨가량이 증가함에 따라 청국장의 아미노태 질소 함량이 감소한다는 결과와는 상이한 양상을 나타내었다. 미역 첨가 청국장의 경우, 발효 중기 이후에 아미노태 질소가 증가하였는데, 이는 미역 첨가가 청국장 발효 미생물의 단백질 분해 효소 활성화에 영향을 주었기 때문인 것으로 판단된다.

3. 점질물의 함량

미역을 첨가하여 제조한 청국장의 점질물 함량은 Table 2에 나타내었다. 발효가 경과함에 따라 청국장의 점질물량은 증가하였으며, 발효 48시간까지는 처리구별 점질물량의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나, 발효 72시간째 SM5의 점질물 함량은 6.53%로 대조구(6.00%)와 다른 미역 첨가구(6.05

Table 1. Changes in pH and amino nitrogen contents of *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hr at 37°C

	Group	Fermentation time (hr)			
		0	24	48	72
pH	Con	6.19±0.12 ^{aA}	6.55±0.00 ^{bD}	7.03±0.01 ^{cA}	7.33±0.03 ^{dA}
	SM5	6.10±0.01 ^{aA}	6.42±0.01 ^{bC}	7.22±0.02 ^{cC}	7.67±0.00 ^{dC}
	SM10	6.11±0.02 ^{aA}	6.33±0.01 ^{bA}	7.14±0.00 ^{cB}	7.60±0.01 ^{dD}
	SM15	6.15±0.00 ^{aA}	6.36±0.02 ^{bB}	7.20±0.00 ^{cC}	7.53±0.01 ^{dB}
Amino nitrogen contents (mg%)	Con	70.47±1.62 ^{aB}	168.93±14.71 ^{bA}	277.20±7.00 ^{cA}	369.13±6.31 ^{dA}
	SM5	69.07±2.91 ^{aB}	160.53±0.81 ^{bA}	309.40±14.00 ^{cB}	397.13±2.14 ^{dC}
	SM10	67.20±1.40 ^{aAB}	159.60±0.00 ^{bA}	294.00±1.40 ^{cB}	385.93±6.31 ^{dB}
	SM15	64.40±1.40 ^{aA}	154.93±7.41 ^{bA}	294.93±4.92 ^{cB}	380.33±3.52 ^{dB}

The symbols are the same as Fig. 1.

^{a~d} Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A~D} Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=3).

%)에 비해 유의적으로 높았다. 청국장의 점질물은 콩 탄수화물 분해물인 levan form fructan과 단백질 분해물 중합체인 polyglutamates의 혼합물로 알려져 있으며(Lee *et al* 1992), 일반 청국장에는 2.15~6.03%가 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다(Lee *et al* 2005). 본 실험에서 제조된 모든 청국장의 점질물 함량은 6.00~6.53%로 일반 청국장과 유사한 함량범위를 나타내었다.

4. 총 폴리페놀 함량

Table 2. Changes in viscous substance contents of *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hr at 37°C (Unit : %)

Group	Fermentation time (hr)		
	24	48	72
Con	3.38±0.04 ^{aB}	5.82±0.11 ^{bB}	6.00±0.05 ^{cA}
SM5	3.29±0.14 ^{aAB}	5.92±0.05 ^{bB}	6.53±0.10 ^{cB}
SM10	3.28±0.02 ^{aAB}	5.60±0.06 ^{bA}	6.05±0.10 ^{cA}
SM15	3.27±0.01 ^{aA}	5.64±0.02 ^{bA}	6.05±0.02 ^{cA}

The symbols are the same as Fig. 1.

^{a~c} Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A,B} Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=3).

Table 3은 미역 첨가 청국장의 총 폴리페놀 함량을 나타낸 결과이다. 발효 전 대조구의 총 폴리페놀 함량은 72.26 µg/mL, SM5, SM10, SM15은 각각 75.17, 82.37, 90.27 µg/mL로 미역 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 발효가 진행됨에 따라 총 폴리페놀 함량도 증가하였는데, 발효 72시간에는 대조구는 266.46 µg/mL, 미역 첨가 청국장은 352.87~396.07 µg/mL를 나타내어 대조구에 비해 86.41~129.61 µg/mL가 증가하였다.

5. DPPH Radical 소거능

Table 4는 미역 첨가 청국장의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과이다. 발효 전 대조구의 DPPH radical 소거능은 33.13%였으며, 미역 첨가 청국장은 30.02~32.42%의 범위를 나타내었으나, 발효 48시간 경과 시, SM5, SM10, SM15는 각각 77.91, 80.72, 79.40%로 발효 초기에 비해 약 47~48% 정도 증가하였다가, 발효 48시간 경과 후부터 감소하는 경향을 나타내었다. 발효 72시간에는 미역 첨가구가 대조구보다, 미역의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능도 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 대두 발효에 의한 폴리페놀 함량 증가와 더불어 미역에 함유된 폴리페놀의 함량 차이에 기인한 것으로 판단된다. Kim *et al*(2012)은 발효에 의해 DPPH radical은 증가하였으나, 배추 첨가 청국장은 대조구에 비해 DPPH radical 소거능이 낮았다고 보고하여 본 실험과는 다소 상이한 결과를 나타내었다.

6. ABTS Radical 소거능

Table 3. Comparison of total polyphenol contents in *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hr at 37°C
(Unit : µg/mL)

Group	Fermentation time (hr)			
	0	24	48	72
Con	72.26±5.76 ^{aA}	165.41±24.75 ^{bA}	206.76±22.37 ^{bcA}	266.46±79.73 ^{cA}
SM5	75.17±2.04 ^{aA}	154.84±16.02 ^{bA}	258.44±9.18 ^{cB}	352.87±37.18 ^{dBC}
SM10	82.37±7.97 ^{aB}	139.86±16.50 ^{bA}	280.16±41.37 ^{cBC}	376.10±34.85 ^{dBC}
SM15	90.27±5.64 ^{aC}	150.31±16.27 ^{bA}	310.82±10.01 ^{cC}	396.07±64.92 ^{dC}

The symbols are the same as Fig. 1.

^{a~b} Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A~D} Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=3).

Table 4. Comparison of DPPH radical scavenging ability in *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hrs at 37°C
(Unit : %)

Group	Fermentation time (hr)			
	0	24	48	72
Con	33.13±0.90 ^{aB}	57.28±0.77 ^{bA}	68.09±0.30 ^{cA}	58.76±1.49 ^{bA}
SM5	30.02±0.21 ^{aA}	60.66±0.12 ^{bbB}	77.91±0.91 ^{dB}	66.09±1.32 ^{cB}
SM10	32.42±0.70 ^{aB}	60.45±1.88 ^{bbB}	80.72±0.15 ^{dB}	67.98±1.51 ^{cBC}
SM15	32.32±0.27 ^{aB}	63.12±0.54 ^{bcC}	79.40±0.67 ^{cC}	69.64±2.13 ^{dC}

The symbols are the same as Fig. 1.

^{a~c} Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A~D} Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=3).

미역 첨가 청국장의 ABTS radical 소거능은 Table 5에 나타내었다. 발효 전 ABTS 소거능은 SM10이 47.91%로 가장 높았으며, 대조구가 44.64%로 가장 낮았다. ABTS radical 소거능은 발효 24시간동안 급격하게 증가하였으며, 발효 24시간 이후부터는 서서히 증가하였다. 발효 72시간후 대조구는 86.66%, SM5, SM10, SM15 각각 89.01, 91.32, 92.27%로 미역 첨가에 의해 항산화 활성이 유의적으로 증가하였으며, 미역 첨가량이 증가할수록 높았다. 미나리 청국장(Kim & Lee 2013)에서 분말 형태 및 스팀 처리한 미나리 첨가량이 증가할수록 청국장의 ABTS radical 소거능이 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

7. 관능 검사

미역 첨가 청국장의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 청국장의 관능적 품질은 처리구별 유의적인 차이는 없었으나 ($p<0.05$), 색은 대조구가 가장 우수하다고 평가되었으며, 미역의 첨가량이 증가함에 따라 색에 대한 기호도는 감소하였

다. 이는 미역의 푸른색이 청국장의 전형적인 색에 영향을 미친 것으로 판단된다. 풍미는 색의 경우와 반대로 대조구가 가장 낮았으며, 미역 첨가구가 높았다. 맛은 처리구별 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, SM5가 3.40으로 가장 높았으며, 대조구가 2.88로 가장 낮았고, 종합적 기호도로 대조구에 비해 미역 첨가 청국장이 높았다. 이는 미역 첨가로 인해 청국장의 구수한 맛이 증가되고, 청국장 특유의 향이 감소되었기 때문이라고 판단된다.

본 실험의 결과, 미역 첨가에 의해 청국장 발효 미생물의 성장과 항산화 성분의 함량과 항산화 활성이 대조구보다 뛰어났으며, 관능적인 품질도 향상되었다. 청국장 제조 시 미역의 첨가는 수용성 식이섬유 및 무기질의 보강과 기능성의 보완이라는 측면에서 가치가 있을 것으로 판단되며, 미역을 15% 정도 첨가하여도 청국장의 발효 품질 및 기호성에 뚜렷한 영향을 미치지 않은 것으로 판단되나, 본 실험의 관능검사 결과를 검토하였을 때 미역의 최적 첨가 비율은 5%인 것으로 나타났다. 향후 미역 첨가 청국장의 상업적 활용에 앞서

Table 5. Comparison of ABTS radical scavenging ability in *cheonggukjang* prepared with different concentrations of sea mustard during fermentation for 72 hr at 37°C (Unit : %)

Group	Fermentation time (hr)			
	0	24	48	72
Con	44.64±0.10 ^{aA}	68.88±0.37 ^{bA}	83.78±0.22 ^{cA}	86.66±0.92 ^{cA}
SM5	45.36±0.10 ^{aB}	74.78±0.94 ^{bB}	84.96±0.29 ^{cB}	89.01±0.43 ^{cB}
SM10	47.91±0.10 ^{aC}	75.48±0.36 ^{bB}	86.23±0.22 ^{cC}	91.32±0.50 ^{dC}
SM15	47.17±0.10 ^{aC}	77.46±1.59 ^{bC}	89.01±0.08 ^{cC}	92.27±0.16 ^{dC}

The symbols are the same as Fig. 1.

^{a~d} Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{A~D} Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=3).

Table 6. Sensory quality of *cheonggukjang* prepared with different concentrations of seaweed after fermentation for 72 hr at 37°C

Charateristics	Group			
	Con	SM5	SM10	SM15
Color	3.24±0.44 ^a	3.20±0.58 ^a	3.16±0.47 ^a	3.18±0.48 ^a
Flavor	2.96±0.52 ^a	3.30±0.50 ^a	3.32±0.48 ^a	3.28±0.46 ^a
Taste	2.88±0.53 ^a	3.40±0.50 ^a	3.26±0.44 ^a	3.08±0.40 ^a
Texture	3.28±0.54 ^a	3.30±0.46 ^a	3.28±0.54 ^a	3.28±0.54 ^a
Overall preference	3.06±0.55 ^a	3.32±0.56 ^a	3.20±0.38 ^a	3.26±0.52 ^a

The symbols are the same as Fig. 1.

^a Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

All values are Mean±S.D. (n=30).

미역의 전처리, 발효 조건, 배합비 등 발효에 관한 보다 종합적인 연구가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

청국장의 품질 향상과 기능성을 강화하기 위한 연구의 일환으로 다양한 생리활성을 가진 미역을 첨가하여 제조한 청국장의 발효 및 품질 특성을 조사하였다. 미역 첨가 청국장은 발효 전 기간 동안 대조구와 유사한 미생물수를 나타내었고, 청국장의 pH 발효가 진행됨에 따라 높아졌으며, 발효 72 시간에는 대조구에 비해 미역 첨가 청국장의 pH가 높았다. 청국장의 아미노태 질소는 발효 초기에는 대조구가 가장 높았으나, 발효가 진행됨에 따라 대조구보다는 미역첨가 청국장이 더욱 높았으며, 발효 72시간에는 SM5에는 397.13 µg/mL로 가장 높았다. 발효 종료 후 청국장의 점질물의 양은 SM5가 6.53%로 가장 높았다. 발효 48시간째 SM5, SM10, SM15의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 77.91, 80.72, 79.40%

를 나타내어 대조구(68.09%)에 비해 높았다. 발효 종료 후 대조구의 총 폴리페놀의 함량은 266.46 µg/mL인데 반해, 미역 첨가 청국장은 352.87~396.07 µg/mL를 나타내었고, ABTS radical 소거능은 SM5, SM10, SM15 각각 89.01, 91.32, 92.27%로 대조구(86.66%)보다 높았다. 미역 청국장의 관능 검사 결과, 맛은 SM5가 3.40으로 가장 높았으며, 대조구가 2.88로 가장 낮았다. 풍미와 종합적 기호도도 SM-5가 가장 높았고, 대조구에 비해 미역 첨가 청국장이 높았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지정 대구가톨릭대학교 해양바이오산업연구센터의 지원에 의한 것입니다.

문 헌

- Korea Foods Industry Association (2009) Food Code. Moon-yongsa Co., Seoul. pp 319-320.
- Ann CB, Shin TS, Nam TS (2000) A trial for preparation of jam using sea mustard stem. *J Korean Fish Soc* 33: 423-430.
- Ann YG (2011) Changes in components and peptides during fermentation of *cheonggookjang*. *Korean J Food & Nutr* 24: 124-131.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Bojakowski, K, Abramczyk P, Bojakowska M, Zwolinska A, Przybylski J, Gaciong Z (2001) Fucoidan improves the renal blood flow in the early stage of renal ischemia/reperfusion injury in the rat. *J Physiol Pharmacol* 52: 137-143.
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB (2007) Quality characteristic of *hwangki* (*Astragalus membranaceus*) *cheonggookjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14: 356-363.
- Choi, JH, Kim IS, Kim JI, Yoon TH (1991) Studies on antiaging action of brown algae (*Undaria pinnatifida* Dose) effect of alginic acid as a modulator of anti-aging action in serum lipids. *Kor J Geronto* 1: 173-178.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- Hong SC, Kwon DJ (2011) Changes in quality characteristics of *cheongkukjang* added with *deodeok*. *Korean J Food Preserv* 18: 171-177.
- Iwai K, Nakaya N, Kawasaki Y, Matsue H (2002) Antioxidative functions of *natto*, a kind of fermented soybeans: effect on LDL oxidation and lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *J Agric Food Chem* 50: 3597-3601.
- Joo EY, Park CS (2010) Antioxidative and fibrinolytic activity of extracts from soybean and *chungkukjang* (fermented soybeans) prepared from a black soybean cultivar. *Korean J Food Preserv* 17: 874-880.
- Kim JH, Lee SH (2013) Fermentation and quality characteristics of *cheonggukjang* with addition of dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1133-1138
- Kim JH, Park LY, Lee SH (2012) Fermentation and quality characteristics of *cheonggukjang* with Chinese cabbage. *Korean J Food Preserv* 19: 659-664.
- Kim, KH, Cheng DJ (1984) Optimum conditions for extracting alginic acid from and amino acid composition of its extraction residue. *Kor J Food Sci Technol* 16: 336-340.
- Kim SU, Kim JY, Kim SJ, Moon KH, Baek SH (2012) Isoflavonoid contents, antibacterial activities and physiological activities of *cheonggukjang* made from sword bean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 174-181.
- Ko HS, Cho DO, Hwang SY, Kim YM (1999) The effect of quality improvement by *chungkukjang* processing methods. *Korean J Food Nutr* 12: 1-6.
- Lee YL, Kim SH, Jung NH, Yim MH (1992) A study on the production of viscous substance during the *chungkukjang* fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 202-209.
- Lee MY, Park SY, Jung KO, Park KY, Kim SD (2005) Quality and functional characteristics of *chungkukjang*. *J Food Sci* 70: 191-196.
- Maeda, H, Hosokawa M, Sashima T, Funayama K, Miyashita K (2005) Fucoxanthin from edible seaweed, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. *Biochem Biophys Res Commun* 332: 392-397.
- Mann SY, Kim EA, Lee GY, Kim RU, Hwang DY, Son HJ, Lee BW, Lee CY, Kim DS (2013) Characteristics of *chungkookjang* produced by *Bacillus subtilis* MC31. *J Life Sci* 23: 560-568.
- Murata, M, K. Ishihara K, Saito H (1999) Hepatic fatty acid oxidation enzyme activities are stimulated in rats fed the brown seaweed, *Undaria pinnatifida* Wakame. *J Nutr* 129: 146-151.
- Okamoto A, Hanagata H, Matumoto E, Kawamura T, Koizume Y, Yanagida F (1995) Angiotensin I converting enzyme inhibitory activities of various fermented foods. *Biosci Biotechnol Biochem* 59: 1147-1149.
- Park HY, Cho EJ (2008) Radical scavenging effects and physicochemical properties of seolita *chungkukjang* added with green tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 401-404.
- Park JH, Han CK, Choi SH, Lee BH, Lee HJ, Kim SS (2011) Development of odor-reduced Korean traditional *cheonggukjang* added with Job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 259-266.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Sato, M, Hosokawa T, Yamaguchi T, Nakano T, Muramoto K, Kahara T (2002) Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from *wakame* (*Undaria pinnatifida*) and

- their antihypertensive effect in spontaneously hypersensitive rats. *J Agric Food Chem* 50: 6245-6252.
- Suetsuna, K, Kaekawa K, Chen JR (2004) Antihypertensive effects of *Undaria pinnatifida wakame* peptide on blood pressure in spontaneously hypersensitive rats. *J Nutr Biochem* 15: 267-272.
- Tiisala S, Majuri ML, Carpén O, Renkonen R (1994) Genistein enhances the ICAM-mediated adhesion by inducing the expression of ICAM-1 and its counter-receptors. *Biochem Biophys Res Commun* 203: 443-449.
- Youn KC, Kim DH, Kim JO, Park BJ, Yook HS, Cho JM, Byun MW (2002) Quality characteristics of the *chungkook-jang* fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 204-210.
-
- 접 수: 2013년 11월 26일
최종수정: 2013년 12월 11일
채 택: 2013년 12월 30일