

미나리 분말을 첨가한 청국장의 발효 및 품질특성

이신호[†] · 김진학

대구가톨릭대학교 식품가공학과

Fermentation and Quality Characteristics of *Cheonggukjang* with Addition of Dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.) Powder

Shin-Ho Lee[†] and Jin-Hak Kim

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

ABSTRACT Characteristics of *Cheonggukjang* with addition of different dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.) powders were investigated. The selected strain, with proteolytic, amylolytic, and antimicrobial activity, was identified as *B. subtilis* RS-9, using 16S rRNA analysis. The *Cheonggukjang* was prepared with cooked soybean without dropwort (Control), 0.5% raw dropwort powder (DW0.5), and 1% raw dropwort powder (DW1), 0.5% steamed dropwort powder (SDW0.5), and 1% steamed dropwort powder (SDW1) were added, respectively. The changes in pH of *Cheonggukjangs* with addition of dropwort powder were lower than those of control during fermentation for 72 hr at 40°C. The total aerobes of the various *Cheonggukjangs* reached 8.88 (control), 8.82 (DW0.5), 8.70 (DW1), 8.85 (SDW0.5), and 8.75 (SDW1) log CFU/mL after fermentation for 72 hr at 40°C, respectively. The amino nitrogen and viscous substance contents of different dropwort powders added to *Cheonggukjangs* were lower than those of control. The total polyphenol contents and ABTS radical scavenging ability of various *Cheonggukjangs* were increased by addition of dropwort powder and fermentation. The polyphenol contents and ABTS radical scavenging ability of SDW1 were 590.24 µg/mL and 82.16% and showed the highest value among tested *Cheonggukjangs*. The sensory quality of DW0.5 was higher in taste and overall acceptability, compared with other groups.

Key words: *Cheonggukjang*, dropwort, *Bacillus subtilis*, antioxidant activity

서 론

청국장은 고초균(*Bacillus subtilis*)이 생산하는 효소에 의해 단백질과 당질이 분해되어 끈끈한 점질물이 형성되면서 특유의 맛과 냄새를 가지며, 다양한 필수아미노산, 식물성 지방 및 유기산 등을 함유하고 있어 영양면에서도 우수한 대두 발효식품이다(1). 최근 청국장은 고혈압예방(2), 항암(3), 항산화(4) 등의 다양한 기능이 알려지면서 새로운 건강식품으로써 관심이 모아지고 있다. 그러나 짧은 유통기한과 주로 젊은이와 외국인이 기피하는 주원인인 *Bacillus*속 미생물로부터 생성된 alkylpyrazine류, 함황화합물 또는 암모니아화합물에 기인된 특유의 불쾌취의 개선과 기능성 보강 등 품질이 향상된 청국장 개발을 통한 소비계층의 저변확대가 시급한 실정이다(5). 청국장의 품질 향상과 기능성을 강화하고자 현재 천연물을 첨가한 황기청국장(6), 울무청국장(7), 더덕 청국장(8) 등의 연구가 이루어지고 있지만 청국장 제품의 다양화와 고품질화를 위해서는 더욱 많은 연구가

요구되고 있는 실정이다.

미나리(*Oenanthe javanica* D.C.)는 산형과(*Umbelliferae*), 미나리속(*Oenanthe*)에 속하는 다년생 초본으로 신선한 빛깔과 독특한 향 때문에 나물, 김치, 강회 등에 이용되거나(9) 기능성식품 소재나 향신료로 활용도가 높은 약용식물이다(10). 미나리의 주요 성분으로는 수분 94.9%, 단백질 2.1%, 탄수화물 1.5%, 비타민 A와 B₁을 비롯하여 비타민 B₂와 C도 풍부하고, 칼슘, 인 및 철 등과 같은 무기성분도 고르게 함유되어 있다(11). 예로부터 한방에서는 지혈, 정력강장, 보혈, 이뇨, 주독 및 폐렴 등을 치유하는데 사용되었고, 혈압강하, 해열, 진정, 변비예방, 일사병 및 하혈 등에도 효과가 있는 것으로 기록되고 있다(12). 미나리를 이용한 식품에 관한 연구는 머핀(13), 국수(14), 설기떡(15) 등의 연구에 국한되어 있는 실정이다.

본 연구에서는 현재 대형 유통과정 중 발생하는 미나리 부산물의 활용방안과 특유의 향미와 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있는 미나리를 기능성 강화용 식품소재로서의 활용방안을 모색하고, 나아가 청국장의 기호성 개선과 기능성 보장을 위해 미나리 첨가 청국장의 발효와 품질특성을 비교 검토하였다.

Received 12 March 2013; Accepted 11 April 2013

[†]Corresponding author.

E-mail: leesh@cu.ac.kr, Phone: 82-53-850-3217

재료 및 방법

균주 선발 및 동정

벗짚에서 순수분리한 균주를 Ainoa-Awua 등(16)의 방법에 준하여 soybean activity, proteolytic activity, amylolytic activity를 측정하여 활성이 우수한 균주를 선발하였다.

선발된 균주에 대한 항균활성은 *Staphylococcus aureus* subsp. aureus ATCC 2937(*S. aureus*), *Listeria monocytogenes* ATCC 19115(*L. monocytogenes*), *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541(*P. fluorescens*), *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802(*V. parahaemolyticus*)에 대해 paper disc method를 사용하여 측정하였다.

효소활성과 항균활성이 뛰어난 균주를 동정하기 위해 16S rRNA 염기서열 분석을 실시하였다. Weisburg 등(17)의 20F(5'-AGAGTTTGTATCATGGCTCAG-3')와 1500R(5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3') primer를 이용하여 RNA를 증폭 후 염기서열 분석을 수행하여(Solgent Co., Daejeon, Korea) 확인하였다.

재료 및 청국장 제조

대두는 경북 하양 재래시장에서 백태(의성산)를 구입하여 사용하였으며, 미나리는 경북 하양 재래시장에서 구입하여 끓는 물에서 3분간 훈증 처리한 미나리와 생 미나리를 동결 건조기(PVTFD20R, Ilshin Biobase Co., Ltd, Yangju, Korea)로 건조하여 분쇄 후 분말화(40 mesh 이하)하여 사용하였다.

청국장 제조는 대두를 4°C에서 12시간 수침 후 1시간 동안 물을 뺀 후 autoclave를 이용하여 121°C에서 45분간 증자 후 50°C로 냉각시켰다. 미나리 분말을 발효물 총량 대비 0.5, 1%(w/w)씩 각각 골고루 혼합한 다음, 24시간 배양한 *Bacillus subtilis* RS-9를 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)에 적정농도(10^{7-8} CFU/mL)로 현탁시켜 발효물 총량 대비 2%를 접종하여 40°C에서 72시간 발효시켜 제조하였다.

총균수 측정

청국장 10 g에 멸균 증류수 90 mL를 첨가하여 무균적으로 homogenizer(Nissei, Nihonseiki Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 15,000 rpm에서 1분간 마쇄 후 여과하였다. 시료 1 mL를 취하여 0.1% peptone 수로 적정 희석하여 plate count agar(PCA, Difco, Detroit, MI, USA)에 접종하여 40°C에서 24시간 배양 후 나타나는 colony를 계측하였다.

pH 및 아미노태 질소 함량 측정

상기 균질 여과한 액을 원심분리 후 상등액을 시료로 사용하여 pH는 pH meter(ORION 410A, Orion Research Inc, Boston, MA, USA)로, 아미노태 질소 함량은 Formol 적정

법(18)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.

점질물 생성량 측정

점질물 생성량은 Lee 등(19)의 방법으로 청국장 시료에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후 여과 및 원심분리하여 얻은 상등액 5 mL를 105°C에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

Folin-Denis 법(20)에 따라 청국장 에탄올 추출물 1 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후, 7.5% Na₂CO₃ 1 mL를 가한 후 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

ABTS radical 소거능

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt; A9941, Sigma-Ardrich, St. Louis, MO, USA] radical 소거능은 ABTS radical cation decolorization assay(21)를 이용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온-암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 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 µL에 ABTS 용액 950 µL를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하여 아래 식에 준하여 환산하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging ability (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능검사

청국장 50 g, 마늘 0.2 g, 소금 1 g, 고춧가루 1 g, 두부 50 g을 물 200 mL에 넣은 후 5분간 끓인 다음 밥과 함께 식품을 전공하는 대학생 및 대학원생 20명을 대상으로 색, 풍미, 맛, 조직감, 종합적 기호도를 5점 채점법으로 검사하였다.

통계처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software pack-

Table 1. Characteristics of the various isolated from rice straw

Strains No.	Activity (mm)			Gram strain	Spore	Shape	Antimicrobial activity			
	Soybean	Proteolytic	Amylolytic				S ¹⁾	L	P	V
RS-3	8	10	8	+	+	rod	-	+	-	-
RS-9	25	30	25	+	+	rod	+	+	+	+
RS-15	20	20	15	+	+	rod	+	-	-	-

¹⁾S, *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ATCC 2937; L, *Listeria monocytogenes* ATCC 19115; P, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541; V, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802.

age(version 19.0)를 이용, $P < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검증하였다.

결과 및 고찰

균주의 효소활성, 항균활성 및 동정

벼짚으로부터 분리된 30 균주 중 청국장 제조를 위한 우수균주를 분리하기 위하여 형태학적 특성, 효소활성, 항균활성을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 분리 균주는 모두 그람 양성 간균으로 포자를 형성하였다. 분리 균주 중 대두 분해력, 단백 분해력, 전분 분해력을 나타낸 균주는 RS-3, RS-9, RS-15 등의 3 균주이었다. 이들 3 균주의 *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *P. fluorescens*, *V. parahaemolyticus*에 대한 항균활성을 측정한 결과 RS-9의 경우 모든 공시 병원성 미생물에 대해 항균활성을 나타내었고, 이 중 가장 우수한 효소활성을 나타낸 RS-9을 최종 청국장 제조용 스타터로 선발하였다. 우수한 효소활성과 항균활성을 나타낸 RS-9 균주의 16S rRNA 염기서열을 NCBI GenBank database에 등록되어 있는 *B. subtilis*와 상동성을 비교한 결과 100%(accession no. HM149534) 일치하여 최종적으로 *B. subtilis* RS-9으로 명명하였고, 또한 Neighbor-joining method에 의하여 계통수(phylogenetic tree)를 작성하였다(Fig. 1).

pH 및 생균수 변화

미나리 분말 혼합 청국장의 발효 중 pH 변화(Table 2)는 발효초기 대조구 5.47, 미나리 분말 0.5% 첨가구(DW0.5)는

5.38, 미나리 분말 1% 첨가구(DW1)는 5.32이었으며, 스팀처리 미나리 분말 0.5% 첨가구(SDW0.5)는 5.35, 스팀처리 미나리 분말 1% 첨가구(SDW1)는 5.27이었다. 발효 72시간째 대조구가 6.75로 가장 높았고, 미나리 분말 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비해 감소하는 경향을 나타내었으며, 전처리 방법에 따른 pH 변화는 크지 않았다. 발효과정 중 pH의 증가는 콩 단백질의 분해에 의해 생성된 암모니아(22)에 기인된 것으로 판단되었다.

발효 중 생균수의 변화는 Table 2와 같다. 발효초기 모든 처리구의 총균수는 4.59 log CFU/mL이었으며, 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 발효 24시간 이후 모든 처리구에서 8 log CFU/mL 이상을 나타내어 미나리의 첨가량과 전처리 방법은 청국장 발효에 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 발효 72시간 이후 총균수는 각각 대조구가 8.88, DW0.5는 8.82, DW1은 8.70, SDW0.5는 8.85, SDW1은 8.75 log CFU/mL를 나타내었으며, 이는 *B. natto*와 *B. licheniformis*를 이용한 청국장 발효 40시간 이후 총균수가 9 log CFU/g에 이른다는 Youn 등의 보고(23)와 유사하였다.

아미노태 질소 함량

단백질분해효소의 작용에 의하여 생성된 아미노산의 함량을 측정된 아미노태 질소 함량은 청국장 품질에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나이며(23), Table 2에서 보는 바와 같이 발효과정 동안 모든 처리구에서 아미노태 질소 함량은 증가하여 Lee 등(24)의 결과와 유사하였다. 대조구는 발효 72시간째 444.50, DW0.5는 434.00, DW1은 401.10,

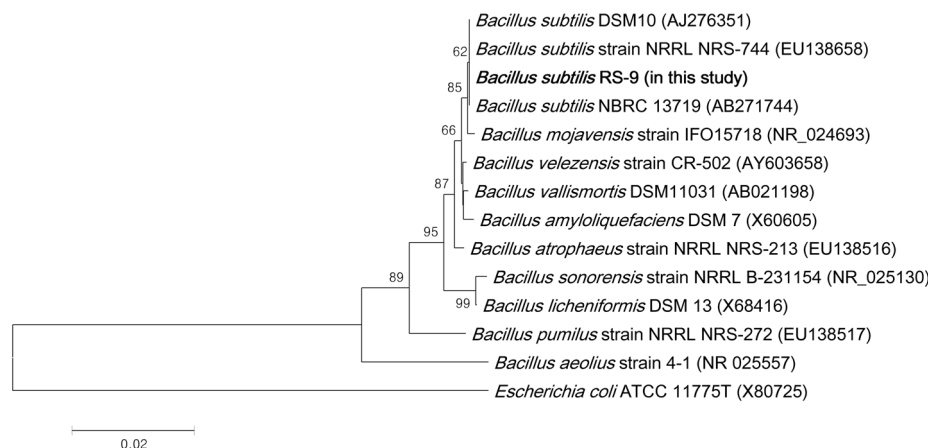


Fig. 1. Phylogenetic tree based on 16S rRNA gene sequence comparisons showing the position of strain RS-9 and related species of the genus *Bacillus*. The tree was constructed using the neighbour-joining algorithm. Only bootstrap values above 60% are shown (100 replications). Bar, 2% estimated sequence divergence.

Table 2. Effect of pre-treatment and concentration of dropwort powder on the fermentation characteristics of *Cheonggukjang* containing during fermentation for 72 hr at 40°C

	Time (hrs)	Groups ¹⁾				
		Con	DW0.5	DW1	SDW0.5	SDW1
pH	0	5.47±0.02 ^{aE}	5.38±0.00 ^{aD}	5.32±0.01 ^{aB}	5.35±0.02 ^{aC}	5.27±0.02 ^{aA}
	24	5.68±0.02 ^{bC}	5.62±0.02 ^{bB}	5.48±0.02 ^{bA}	5.61±0.02 ^{bB}	5.47±0.02 ^{bA}
	48	6.36±0.03 ^{cB}	6.34±0.03 ^{cB}	6.26±0.04 ^{cA}	6.37±0.02 ^{cB}	6.26±0.01 ^{cA}
	72	6.75±0.01 ^{dE}	6.69±0.02 ^{dD}	6.55±0.01 ^{dB}	6.66±0.01 ^{dC}	6.46±0.01 ^{dA}
Viable cell count (log CFU/mL)	0	4.59±0.01 ^{aA}	4.59±0.01 ^{aA}	4.59±0.01 ^{aA}	4.59±0.01 ^{aA}	4.59±0.01 ^{aA}
	24	8.51±0.08 ^{bB}	8.43±0.06 ^{bB}	8.24±0.05 ^{bA}	8.51±0.10 ^{bB}	8.21±0.08 ^{bA}
	48	8.63±0.04 ^{cB}	8.62±0.03 ^{cB}	8.53±0.04 ^{cA}	8.63±0.03 ^{cB}	8.58±0.02 ^{cAB}
	72	8.88±0.03 ^{dD}	8.82±0.02 ^{dC}	8.70±0.03 ^{dA}	8.85±0.01 ^{dCD}	8.75±0.02 ^{dB}
Amino nitrogen content (mg%)	0	97.30±2.10 ^{aC}	92.40±1.40 ^{aA}	88.97±0.77 ^{aB}	91.84±0.56 ^{aB}	88.90±0.70 ^{aA}
	24	129.25±1.05 ^{bC}	125.30±3.50 ^{bB}	122.50±2.10 ^{bAB}	123.90±0.70 ^{bAB}	120.54±1.54 ^{bA}
	48	273.77±0.77 ^{cE}	257.18±2.38 ^{cC}	239.40±1.40 ^{cA}	263.20±1.40 ^{cD}	245.77±0.77 ^{cB}
	72	444.50±3.50 ^{dD}	434.00±4.20 ^{dC}	401.10±3.50 ^{dA}	441.00±5.60 ^{dCD}	410.20±2.80 ^{dB}
Viscous substance contents (%)	24	2.64±0.02 ^{aC}	2.48±0.09 ^{aB}	2.26±0.03 ^{aA}	2.50±0.02 ^{aB}	2.35±0.05 ^{aB}
	48	5.06±0.03 ^{bD}	4.80±0.02 ^{bB}	4.29±0.04 ^{bA}	4.86±0.03 ^{bC}	4.34±0.04 ^{bA}
	72	5.51±0.01 ^{cE}	5.29±0.04 ^{cC}	5.17±0.05 ^{cA}	5.38±0.01 ^{cD}	5.22±0.01 ^{cB}

¹⁾Con, *Cheonggukjang* without dropwort; DW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) raw dropwort powder; DW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) raw dropwort powder; SDW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) steamed dropwort powder; SDW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) steamed dropwort powder.

^{a-d}Means with the different letters in the column are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

^{A-E}Means with the different letters in the row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

SDW0.5는 441.00 그리고 SDW1은 410.20 mg%를 나타내어 Kim 등(25)이 보고한 전통 청국장장의 아미노태 질소 함량인 280.00 mg%보다 높은 경향을 나타내었다. 미나리 전처리방법에 따른 뚜렷한 변화는 관찰되지 않았으나, 미나리 첨가량의 증가에 따라 아미노태 질소 함량은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 첨가량이 증가함에 따라 시료에서 단백질이 차지하는 비율이 감소된 것으로 판단되며 콩 단백질의 분해에는 직접적인 영향을 미치지 않은 것으로 판단되었다.

점질물 함량

청국장 점질물의 주성분은 γ -polyglutamate로 발효과정 중 *Bacillus*속 미생물에 의하여 생성되는 대사산물 중 하나이며(26), 골다공증 예방(27) 등의 기능성을 가진 bio-polymer이다. 점질물 생성량은 Table 2와 같이 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 발효 72시간째에 대조구는 5.51%, DW0.5와 DW1은 각각 5.29, 5.17%, SDW0.5와 SDW1은 각각 5.38, 5.22%를 나타내었다. 미나리 분말을 첨가한 청국장장은 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비해 점질물 생성량이 감소하였으며, 전처리 방법에 따른 점질물 함량의 차이는 나타나지 않았다. 이는 아미노태 질소 함량의 감소 이유와 같이 콩 단백질함량의 상대적인 감소에 기인한 것으로 미나리 분말을 1% 이상 첨가할 시 청국장 고유의 품질에 영향을 줄 것으로 판단되었다.

총 폴리페놀 함량

전처리 방법과 첨가량을 달리하여 제조한 미나리 혼합 청국장 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량의 변화는 Fig. 2와

같다. 발효전 총 폴리페놀 함량은 대조구 193.98 $\mu\text{g/mL}$, DW0.5와 DW1은 각각 206.05, 223.72 $\mu\text{g/mL}$, SDW0.5와 SDW1은 각각 211.08, 231.91 $\mu\text{g/mL}$ 로 미나리 분말첨가에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하였으며, 발효 후 모든 처리구에서 총 폴리페놀 함량은 다음과 같이 증가하였다. 발효후 대조구의 총 폴리페놀 함량은 464.38 $\mu\text{g/mL}$, DW0.5와 DW1은 각각 513.52, 569.55 $\mu\text{g/mL}$, SDW0.5와 SDW1은 각각 522.57, 590.24 $\mu\text{g/mL}$ 이었다. 이는 삶은 콩

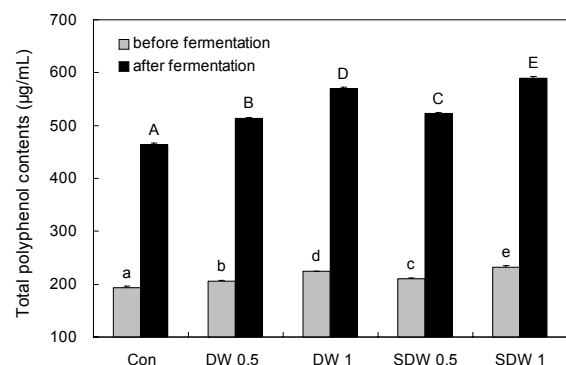


Fig. 2. Comparison of total polyphenol contents in *Cheonggukjang* containing different pre-treatment and concentration of dropwort powder after fermentation for 72 hr at 40°C. Con, *Cheonggukjang* without dropwort; DW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) raw dropwort powder; DW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) raw dropwort powder; SDW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) steamed dropwort powder; SDW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) steamed dropwort powder. ^{a-c, A-E}Means with the different letters on the bars are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 3. Sensory quality of *Cheonggukjang* containing different pre-treatment and concentration of dropwort powder after fermentation for 72 hr at 40°C

Groups ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Con	3.29±0.77 ^a	3.06±0.83 ^a	2.88±0.78 ^{ab}	3.47±0.72 ^a	3.12±0.78 ^{ab}
DW0.5	3.35±0.61 ^a	3.59±0.71 ^{ab}	3.53±0.94 ^c	3.35±0.79 ^a	3.65±0.79 ^b
DW1	3.18±0.95 ^a	3.88±0.86 ^b	2.53±0.80 ^a	3.12±0.99 ^a	2.94±0.83 ^a
SDW0.5	3.47±0.87 ^a	3.47±0.80 ^{ab}	3.41±1.00 ^{bc}	3.18±0.81 ^a	3.47±0.72 ^{ab}
SDW1	3.24±0.75 ^a	3.65±0.93 ^{ab}	2.76±0.75 ^a	3.24±0.90 ^a	3.06±0.66 ^a

¹⁾Groups are the same as in Table 2.

^{a-c}Means with the different letters in the column are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

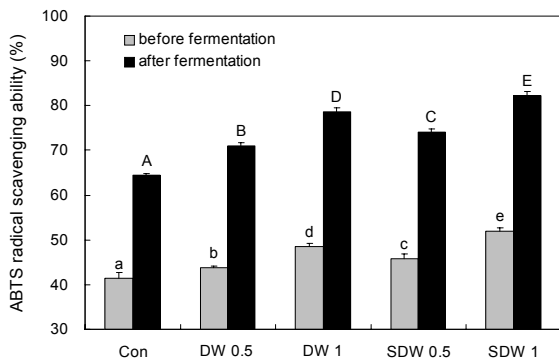


Fig. 3. Comparison of ABTS radical scavenging ability in *Cheonggukjang* containing different pre-treatment and concentration of dropwort powder after fermentation for 72 hr at 40°C. Con, *Cheonggukjang* without dropwort; DW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) raw dropwort powder; DW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) raw dropwort powder; SDW0.5, *Cheonggukjang* added with 0.5% (w/w) steamed dropwort powder; SDW1, *Cheonggukjang* added with 1% (w/w) steamed dropwort powder. ^{a-c, A-E}Means with the different letters on the bars are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

에 함유되어 있지 않는 caffeic acid, ferulic acid가 청국장 발효시 생성되어 발효과정 중 항산화 활성이 높은 phenolic acid의 함량이 증가(28)에 기인된 것으로 판단되었다.

ABTS radical 소거능

미나리 혼합 청국장의 ABTS radical 소거능은 Fig. 3과 같다. 발효전 ABTS radical 소거능은 SDW1이 51.95%로 가장 높았으며, DW1(48.55%), SDW0.5(45.76%), DW(43.70%), 대조구(41.45%) 순으로 나타났다. 발효후 ABTS radical 소거능은 SDW1이 82.16%로 가장 높았고, DW1(78.59%), SDW(74.00%), DW(71.02%), 대조구(64.42%) 순으로 나타나 발효후 모든 실험군에서 항산화 활성이 증가하였으며, 이는 미나리 첨가량이 증가함에 따라 주요 항산화 활성을 나타내는 성분인 페놀성 화합물(29)의 증가에 기인한 것으로 판단되었다. 또한 스팀 처리한 미나리 분말 첨가구가 생미나리 분말 처리구에 비해 비교적 높은 항산화 활성을 나타내었다. 이는 미나리를 열처리할 경우 카로티노이드와 같은 유용성분의 화학적 extract ability를 증가하여 그 함량이 증가(30)하기 때문인 것으로 판단되었다.

관능검사

전처리 방법을 달리한 미나리 분말 첨가 청국장에 대한 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 색과 조직감은 5% 수준에서 각 처리구별 유의성이 인정되지 않았으나 향, 맛 및 종합적 기호도는 5% 수준에서 유의적인 차이를 나타내었다. 특히 풍미는 미나리 분말 첨가에 의해 대조구에 비해 유의적으로 증가하였으며, 첨가 농도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 맛과 종합적 기호도는 미나리 분말 첨가에 의해 0.5% 수준까지는 맛의 상승효과가 인정되었으나 1% 이상 첨가 시 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 스팀 처리한 분말의 경우 발효 중 점질물량과 아미노태 질소 함량, 항산화 활성 등이 생 미나리 분말 첨가구에 비해 다소 양호한 반면 풍미, 맛, 종합적 기호도 등 기호성이 낮은 경향을 나타내어 스팀 처리 공정을 거치지 않고 생미나리를 세척 건조하여 사용하는 것이 기호성 증진이라는 측면에서는 더욱 효과적일 것으로 판단되었다.

단백질 급원인 청국장 제조에 미나리의 활용은 섬유소 보완, 항산화 활성 등 생리활성 보강 그리고 기호성 증진이라는 측면과 미나리의 대형슈퍼용 상품화 과정중 생성되는 부산물의 이용 극대화라는 측면에서 청국장 제조시 미나리 분말 첨가는 가치가 있을 것으로 판단된다. 그러나 이를 실용화하기 위해서는 미나리 첨가 형태에 따른 발효에 관한 보다 광범위한 연구가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

미나리 유통과정중 생성되는 부산물의 활용방안과 청국장의 품질 및 기호성 개선 방안을 모색하기 위해 청국장의 제조시 전처리 방법을 달리한 미나리 분말 첨가에 따른 발효 및 품질 특성을 비교 검토하였다. 발효균주로 사용한 *Bacillus subtilis* RS-9는 벧질로부터 분리된 30 균주 중 대두 분해력, 단백질 분해력, 전분 분해력, 항균활성이 가장 우수한 균주를 16S rRNA 염기서열 분석을 통해 동정한 후 사용하였다. 전처리 방법을 달리한 미나리 분말을 0.5%, 1%로 혼합하여 제조한 청국장의 발효 및 품질특성을 조사한 결과, 미나리 분말 혼합 청국장의 pH는 발효 전 기간 동안 대조구보다 낮은 경향을 나타내었으며, 첨가 미나리의 전처리 방법에 따라서는 뚜렷한 차이를 관찰할 수 없었다. 청국

장의 발효 후 총균수는 8.70~8.88 log CFU/mL이었으며, 발효기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 증가하였다. 미나리 혼합 청국장 of 아미노태 질소와 점질물 함량은 발효 전 기간 동안 대조구보다 낮은 경향을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 발효 후 모든 군이 증가하였으며, 스팀처리 미나리 첨가구가 590.24 µg/mL로 가장 높은 함량을 나타내었다. ABTS radical 소거능은 대조구에 비해 뚜렷이 높았으며, 발효 후 모든 처리구에서 활성이 증가하였고 스팀처리 미나리 첨가구가 82.16%로 가장 우수하였다. 관능검사 결과는 생미나리 분말 0.5% 첨가군이 맛과 종합적 기호도에서 가장 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Park JS, Cho SH, Na HW. 2010. Properties of *Cheongkukjang* prepared with admixed medicinal herb powder. *Korean J Food Preserv* 17: 343-350.
- 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.
- 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.
- Hong SC, Kwon DJ. 2011. Changes in quality characteristics of *Cheongkukjang* added with *Deodeok*. *Korean J Food Preserv* 18: 171-177.
- Rhee HJ, Koh MS, Choi OJ. 1995. A study on the volatile constituents of the water dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.). *Korean J Soc Food Sci* 11: 386-395.
- Son MJ, Cha CG, Park JH, Kim CS, Lee SP. 2005. Manufacture of dropwort extract using brown sugar, fructose syrup and oligosaccharides. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1485-1489.
- Park SJ, Lee KS, An HL. 2007. Effects of dropwort powder on the quality of castella. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 834-839.
- Park JC, Yu YB, Lee JH. 1993. Isolation of steroids and flavonoids from the herb of *Oenanthe javanica* Dc. *Kor J Pharmacogn* 24: 244-246.
- Seo EO, Kim KO, Ko SH. 2011. Quality characteristics of muffins containing domestic dropwort powder (*Oenanthe stolonifera* DC.). *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 338-344.
- Kim CB, Lee SH, Kim MY, Yoon JT, Cho RK. 2002. Effects of the addition of leek and dropwort powder on the quality of noodles. *Korean J Food Preserv* 9: 36-41.
- Sung KH, Hong JS, Seo BH, Choi JJ. 2010. A study of the quality characteristics of *Sulgidduk* added with dropwort *Oenanthe javanica* D.C. powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 589-595.
- Amoa-Awua WK, Terlable NN, Sakyi-Dawon E. 2006. Screening of 42 *Bacillus* isolates for ability to ferment soybeans into dawadawa. *Int J Food Microbiol* 106: 343-347.
- Weisburg WG, Barns SM, Pelletier DA, Lane DJ. 1991. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *J Bacteriol* 173: 697-703.
- Korea Foods Industry Association. 2009. *Food code*. Moonyongsa Co, Seoul, Korea. p 319-320.
- Lee YL, Kim SH, Jung NH, Lim MH. 1992. A study on the production of viscous substance during the *Chugkookjang* fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 202-209.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- 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.
- Ann YG. 2011. Changes in components and peptides during fermentation of *Cheonggookjang*. *Korean J Food & Nutr* 24: 124-131.
- 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.
- 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.
- Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physicochemical properties of traditional *Chonggug-jang* produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol* 41: 377-383.
- Kameda Y, Oira S, Matsui K, Kanatomo S, Hase T. 1974. Antitumor activity of *Bacillus natto*. V. Isolation and characterization of surfactin in the culture medium of *Bacillus natto* KMD 2311. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 22: 938-944.
- Park C, Choi JC, Choi YH, Nakamura H, Shimonauchi K, Horiuchi T, Misono H, Sewaki T, Soda K, Ashiuchi M, Sung MH. 2005. Synthesis of super-high-molecular-weight poly-γ-glutamic acid by *Bacillus subtilis* subsp. *chungkookjang*. *J Mol Catal B Enzym* 35: 128-133.
- Lee KH, Ryu SH, Lee YS, Kim Ym, Moon GS. 2005. Changes of antioxidative activity and related compounds on the *Chungkukjang* preparation by adding drained boiling water. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 163-170.
- Hwang CR, Hwang IG, Kim HY, Kang TS, Kim YB, Joo SS, Lee JS, Jeong HS. 2011. Antioxidant component and activity of dropwort (*Oenanthe javanica*) ethanol extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 316-320.
- Jo JO, Jung IC. 2000. Changes in carotenoid contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J Soc Food Sci* 16: 17-21.