

유산균 발효 다시마(*Saccharina japonica*) 분말 첨가에 의한 고추장의 식품학적 품질 특성 변화

류대규 · 박슬기 · 장유미 · 송호수¹ · 김영목 · 이명숙^{2*}

부경대학교 식품공학과, ¹영산대학교 서양조리학과, ²부경대학교 미생물학과

Changes in Food Quality Characteristics of *Gochujang* by the Addition of Sea-tangle *Saccharina japonica* Powder Fermented by Lactic Acid Bacteria

Dae-Gyu Ryu, Seul-Ki Park, Yu-Mi Jang, Ho-Su Song¹, Young-Mog Kim and Myung-Suk Lee^{2*}

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

¹Department of Western Cuisine, Youngsan University, Busan 48051, Korea

²Department of Microbiology Pukyong National University, Busan 48513, Korea

This study was conducted to investigate changes in the quality of *Gochujang* following the addition of sea tangle *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria (FSP). *Gochujang* was prepared with or without FSP and fermented at 16°C for 24 weeks, as detailed in a previous study. No significant physicochemical changes in moisture, crude protein content, pH, salinity and amino nitrogen content were observed among the varieties of *Gochujangs* evaluated (*Commercial Gochujang*, *Gallic-Gochujang* and *FSP-Gochujang*). In addition, we detected no significant differences in microbiological profiles. However, following addition of FSP to *Gochujang*, the color was affected and antioxidant properties were enhanced. The DPPH radical scavenging activity of *FSP-Gochujang* increased by 58.8% and 24.8% compared with *Commercial Gochujang* and *Gallic-Gochujang*, respectively. Furthermore, analysis of the free amino acid content revealed higher levels of γ -aminobutyric acid (100.9 mg/100 g), a biofunctional ingredient, in *FSP-Gochujang*. Thus, these results suggest the potential for development of a traditional Korean fermented food with enhanced antioxidant activity and γ -aminobutyric acid content using FSP.

Key words: γ -Aminobutyric acid, Antioxidant activity, Fermented powder, *Gochujang*, Sea tangle

서론

최근 건강에 대한 소비자들의 관심이 증대하면서 건강식품으로서 전통발효식품에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 서구식 식생활이 보편화되고, 인스턴트 식품의 편리성으로 인하여 점차 암을 비롯한 심장병, 고혈압, 심근경색증, 동맥경화증, 당뇨병 및 치매 등의 여러 생활식습관병이 크게 증가하고 있다(Hong et al., 2007). 이러한 이유로 질병을 예방하는 기능을 가진 식품에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있어 식품산업계에서는 다양한 기능성 신소재와 이를 활용한 식품을 개발하고 있다(Hwang et al., 2011). 고추장(*Gochujang*)은 고추가루를 주원료로 메주(또는 메주 가루)를 이용하여 발효시킨 우리

나라의 대표적인 전통발효식품으로 주로 조리 목적으로 예로부터 널리 사용되어 왔다. 고추장은 부원료로 첨가한 전분이 가수분해 되어 생성된 당분의 단맛, 메주의 가수분해로 생성된 아미노산의 구수한 맛, 고추가루에 함유된 캡사이신에 의한 매운 맛, 소금의 짠 맛이 잘 어우러진 조미료이다(Seo et al., 2012).

현재 고추장의 개발 트렌드는 과거의 색, 맛, 향기 등의 관능적 품질특성에서 식염의 과잉섭취를 줄이기 위해 저식염 고추장 및 기능성 소재 첨가에 의한 기능성 향상을 중시하는 경향으로 바뀌고 있다(Lim et al., 2006). 고추장에 다양한 기능성 소재를 첨가하여 기능성 및 영양성분을 높인 고부가가치 고추장 개발 관련 연구로는 더덕 분말을 첨가한 고추장(Kim et al., 2012b), 호박을 첨가한 고추장(Choo and Shin., 2000), 동충하초 첨가

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0213>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 51(3) 213-220, June 2018

Received 5 February 2018; Revised 9 March 2018; Accepted 12 March 2018

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5615 Fax: +82. 51. 629. 5619

E-mail address: leems@pknu.ac.kr

고추장(Bang et al., 2004), 매실 추출액 첨가 고추장(Lee and Lee, 2006) 등이 보고 되어있다. 하지만, 대부분의 연구는 육상 유래의 소재를 이용하여 고추장의 기능성을 높이기 위한 연구가 대부분으로 해양생물 소재를 이용한 기능성 고추장 개발에 대한 연구는 많지 않다.

다시마(*Saccharina japonica*)는 갈조류에 속하는 해조류로서 비타민 및 미네랄, 특히 마그네슘, 칼슘, 요오드 및 철 등의 함량이 높으며 다시마에 함유되어 있는 알긴산 및 후코이단 등의 해조 다당류를 풍부하게 함유하고 있어 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다시마는 항당뇨 및 항산화 효과(Cho and Bang, 2004), 항돌연변이 및 항암 효과(Cui et al., 2002) 등의 다양한 생리활성기능에 대한 다수의 연구보고가 있다. 또한, 다시마에는 천연 정미 성분인 아미노산을 다량 함유하고 있어 오래 전부터 한국과 일본 등지에서 주요 식재료로서 사용되어 왔다(Eom et al., 2010). 하지만, 현재 개발되어 있는 다시마 가공 제품은 부가가치가 낮은 염장, 건조 및 동결 등의 단순가공 수산물로서 판매되고 있는 것이 대부분이며 기능적으로 우수한 다시마를 활용한 다양한 제품 개발이 요구되어 다시마를 활용한 빵, 스낵, 케이크, 젤리 등과 같은 다양한 제품이 만들어지고 있다(KFRI, 2000). 하지만 다시마를 이용한 제품의 경우 다시마 특유의 향, 풍미 및 조직감이 문제가 되고 있어 이러한 문제점을 해결하며 기능성을 보다 높일 수 있는 생산 및 제조 공정에 대한 연구로 유산균 발효 다시마 분말이 개발 되었다(Lee et al., 2010a).

최근 유산균으로 발효시킨 유산균 발효 다시마 분말은 다양한 생리활성에 대한 보고가 이루어지고 있으며(Lee et al., 2010a; 2010b), 건강기능식품 소재로 '건강기능식품 기능성 원료 인정 현황'에 등록 되어 있다(MFDS, 2016). 본 연구에서는 한국 전통 발효 식품인 고추장 제조 공정에 우수한 기능성을 가지고 있는 유산균 발효 다시마 분말을 첨가에 의한 고추장의 식품학적 품질 특성을 분석함으로써 해양생물 소재를 활용한 고부가가치 고추장의 개발 가능성에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 유산균 발효 다시마 분말(Fermented *Saccharina japonica* powder, FSP)은 부산 기장군에 위치한 (주)마린바이오프로세스에서 제공한 것을 사용하였다. 고추장 제조에 사용되는 원료는 Song et al. (2008) 등이 보고한 것과 같이 고추가루는 (주)영양유통공사(경상북도 영양군)에서 구입하였고 그 외 찹쌀, 메주 가루, 조청 그리고 천일염은 모두 국내산으로 시중에서 구입하여 사용하였다. 본 연구에서 제조한 고추장과 식품학적 품질 특성 비교를 위해 대표적인 시판 고추장인 D사의 '순창 태양초 고추장(1 kg, 시료 A)'을 시장에서 구입하였다.

고추장 제조

본 연구에 사용된 고추장은 부산시 남구에 소재하고 있는 (주)부경푸드바이오센터에서 제조하였으며 동사가 제조하고 있는 기존의 마늘 고추장(시료 B) 원료 혼합 비율에 FSP를 첨가한 고추장(시료 C)을 제조하였다. 원료 혼합 비율은 다음과 같다. 마늘 고추장(시료 B): 고추가루(23%, w/w), 마늘 엑기스(23%, w/w), 메주 가루(6%, w/w), 조청(23%, w/w), 찹쌀가루(5%, w/w), 천일염(9%, w/w); FSP첨가 고추장(시료 C): 고추가루(17%, w/w), 마늘 엑기스(23%, w/w), 메주 가루(6%, w/w), 조청(23%, w/w), 찹쌀가루(5%, w/w), 천일염(9%, w/w), 유산균 발효 다시마 분말(5%, w/w). 원료의 혼합 후, 16°C에서 24주간 숙성한 고추장을 분석에 사용하였다.

식품학적 일반 성분 분석

일반 성분은 AOAC (2005)에 따라 측정하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법에 따라 측정하였고, 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl법에 따라 측정하였다. pH는 시료 10 g에 증류수 100 mL를 가한 뒤 30분간 교반한 후 pH meter (Orion Star A211, Thermo Scientific, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 식염 함량은 Mohr법(Oh et al., 2002)에 따라 시료 5 g을 증류수로 100 mL 메스플라스크에 정용하여 실온에서 진탕 시킨 뒤 여과지 No. 2 (Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과된 용액 10 mL을 취한 후 10% K₂CrO₄를 1 mL 첨가 후 AgNO₃를 이용하여 침전 적정하여 측정 하였다.

아미노질소 함량

아미노질소 함량은 Formol 법(Shin et al., 1997a; 1997b)을 사용하여 시료 5 g을 증류수로 250 mL 메스플라스크에 정용하여 실온에서 진탕 시킨 후 여과지 No. 2 (Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과된 용액 20 mL을 취하고 여기에 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5로 조정된 후, 20 mL의 formalin을 가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5가 되도록 적정하여 아미노질소 함량을 측정하였다.

색도 측정

색도는 시료를 투명한 용기에 담아 평평하게 만든 뒤 색차계 (Lovibond RT Series Reflectance Tintometer UK)를 이용하여 Lightness (L), Redness (a) 및 Yellowness (b) 값을 측정하였다.

미생물 분석

시료 25 g을 멸균된 phosphate buffer saline (PBS, 0.1 M, pH 7.0) 225 mL와 함께 filter bag에 넣은 뒤 Stomacher (Bag-Mixer®400, interscience, Paris, France)를 사용하여 2분간 균질화한 후에 균질액 시료 1 mL을 취하여 일반세균, 유산균, 진균, 대장균군 및 대장균을 측정하였다. 필요시 멸균된 PBS를 이용하여 단계별로 희석하였다. 일반세균수는 Plate Count

Agar (PCA; Difco Inc., Detroit, MI, USA), 유산균수는 deMan Rogosa Sharpe medium (MRS; Difco Inc., Detroit, MI, USA) agar 배지를 이용하여 35 ± 1 °C에서 24 ± 2시간 동안 배양한 후 생성된 집락수를 계수하였다. 진균수는 10% tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 Potato Dextrose Agar (PDA; Difco Inc., Detroit, MI, USA)를 이용하여 25 °C에서 3-7일 배양 후 진균수를 확인하였다. 대장균군 및 대장균수는 3M™ Petrifilm™ E. coli/Coliform Count Plates (3M, Maplewood, MN, USA)를 이용하여 측정하였다.

항산화 활성 측정

고추장 5 g에 95% ethanol 50 mL를 가한 뒤 상온에서 3시간 동안 교반시킨 후 여과시킨 액을 항산화 활성 측정을 위한 시료로 사용하였다. DPPH (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거 활성은 고추장 여과액 100 µL에 0.2 mM DPPH (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 µL를 혼합하여 실온에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 결과는 아래의 식으로 DPPH radical 소거 활성을 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Absorbance of control} - \text{absorbance of test}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical 소거 활성은 2.4 mM potassium persulfate를 포함하는 7 mM의 ABTS (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액 150 µL와 고추장 여과액 50 µL와 혼합하여 6 분간 상온에서 방치한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 결과는 아래의 식으로 ABTS radical 소거 활성을 계산하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Absorbance of control} - \text{absorbance of test}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

유리아미노산 분석

고추장의 유리아미노산 분석을 위하여 동결건조시료 0.5 g을 칭량하여 3% TCA (trichloroacetic acid) 10 mL를 주입하고 vortexing 후 상온에서 1시간 진탕하였다. 15,000 rpm, 15분간 원심 분리한 후 상등액을 취하여 0.45 µm Millipore 여과막으로 여과한 후에 아미노산 자동 분석기(L-8900; Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다.

통계처리

본 연구에서 실시한 고추장의 모든 실험 측정은 3회 반복하였으며, 결과는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 실험 결과들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANNOVA)을 행한 후, P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 모든 통계 분석은 SPSS (v.23.0, SPSS Inc., USA) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 고추장의 일반 식품학적 성분 변화

고추장별 일반 식품학적 성분인 수분, 조단백질 및 pH는 Table 1에 나타내었다. 전통 식품 표준규격(NAPQMS, 2016)에 따르면 고추장의 수분은 50% 이하여야 한다. 본 실험에 사용한 고추장의 수분 함량은 40.47-41.59%로 고추장의 표준규격을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 마늘 고추장(시료 B)의 수분 함량은 41.59 ± 0.36%로 가장 높게 측정되었으나 시판 고추장(시료 A, 40.47 ± 0.36%)과 FSP 첨가 고추장(시료 C, 41.12 ± 0.71%)의 수분 함량과 큰 차이가 없어 FSP첨가에 의한 수분 함량의 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 이 결과는 Park et al. (2017)의 개량 고추장의 평균 수분 함량(40.1 ± 3.0%)과 유사하였다.

본 연구에서 분석된 고추장의 조단백질 함량은 시판 고추장(시료 A)은 4.59 ± 0.05%로 가장 낮았고, 마늘 고추장(시료 B)은 5.58 ± 0.17% 그리고 FSP 첨가 고추장(시료 C)은 6.21 ± 0.0%로 가장 높아 FSP 첨가에 따른 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 FSP의 첨가에 의한 조단백질 함량 증가 때문으로 판단된다. 본 연구에서 분석한 고추장의 조단백질 함량은

Table 1. Physicochemical properties of *Gochujang* products analyzed in this study

Samples	Moisture (%)	Crude protein (%)	pH	Salinity (%)	Amino nitrogen (mg%)
Sample A	40.47±0.36 ^b	4.59±0.05 ^a	4.82±0.01 ^a	5.22±0.16 ^a	345.01±3.93 ^a
Sample B	41.59±0.33 ^b	5.58±0.17 ^b	5.08±0.00 ^c	8.00±0.17 ^b	412.71±3.99 ^b
Sample C	41.12±0.71 ^{ab}	6.21±0.01 ^c	4.91±0.02 ^b	8.23±0.16 ^b	414.27±10.26 ^b

Sample A, *Commercial Gochujang*; Sample B, *Garlic-Gochujang*; Sample C, *Garlic-Gochujang* with FSP, *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. ^{a-c}Means with different superscripts within each column indicate significant differences by Duncan's multiple range test (P<0.05).

Park et al. (2017)이 보고한 개량 고추장의 평균 조단백질 함량 ($4.7 \pm 1.2\%$)과 비슷하거나 다소 높았다.

본 연구에서 분석한 고추장의 pH는 4.82-5.08로 측정 되었으며, 마늘 고추장(시료 B)이 5.08 ± 0.0 으로 가장 높았으며, FSP첨가 고추장(시료 C, 4.91 ± 0.02) 시판 고추장(시료 A, 4.82 ± 0.01) 순으로 측정되었으며 그 차이가 크지 않았다. pH는 미생물의 생육 및 효소 생성량에 영향을 미치므로 미생물이 분비하는 효소에 의하여 숙성시켜 식용하는 전통 장류의 경우 장류의 품질에 매우 중요한 영향을 미치며, pH의 변화에 따라 미생물 성장도 변화하므로 장류에 있어서 pH의 변화는 숙성 상태를 간접적으로 알 수 있는 중요한 지표 중의 하나이다(Jin et al., 2006). 숙성된 고추장의 pH는 원재료 배합비, 고추 품종, 메주 가루의 미생물 성장 및 숙성도의 차이에 따라 달라지는 것으로 보고되었다(Jeong et al., 2001). 또한, Lee et al. (2014)은 지역별로 수집한 고추장의 평균 pH는 4.72 ± 0.23 으로 보고하고 있으며 이는 본 연구에서 측정된 고추장 3종의 pH가 이 보다는 다소 높지만 유의할 만한 차이는 없는 것으로 판단된다.

고추장 숙성 중, 식염은 젖산 발효에 의한 품질 저하를 방지하고 고추장 표면에 곰팡이가 생육하는 것을 억제하기 위해 많은 양을 사용하고 있다(Lee et al., 2014). 본 연구에서 분석된 시판 고추장(시료 A)의 염도는 $5.22 \pm 0.16\%$ 로 다른 고추장 시료에 비해 유의적으로 낮게 측정되었다. 마늘 고추장(시료 B)와 FSP 첨가 고추장(시료 C)는 각각 8.00 ± 0.17 와 $8.23 \pm 0.16\%$ 로 유의적인 차이는 없는 것으로 측정되어 FSP첨가 유무에 의한 차이는 없는 것으로 판단된다. Park et al. (2017)의 보고에 의하면 전통 고추장의 평균 염도는 $7.57 \pm 2.06\%$, 개량형 고추장의 평균 염도가 $7.18 \pm 1.56\%$ 로 본 연구에서 제조한 두 종의 고추장의 염도가 약간 높은 것으로 확인되었으나 큰 차이는 없었다. 시판 고추장(시료 A)은 소비자들의 저염에 대한 기호도를 고려하여 식염의 함량을 줄인 저염 고추장 제품으로 판단된다.

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 고추장의 아미노질소 함량 분석

본 실험에 분석한 고추장의 아미노질소 함량은 Table 1에 나타내었다. 고추장에 있어 아미노질소 함량은 품질기준 및 구수한 맛을 제공하는 중요한 인자로 고추장 발효 중 단백질 분해 효소에 의해 생성되는 유리아미노산의 함량이라고 할 수 있다

(Jeong et al., 2001). 고추장의 아미노질소 함량은 전통식품 표준규격(NAPQMS, 2016)에 따르면 160.0 mg% 이상(단, 전분 질원 함유량이 15% 이상일 경우에는 100.0 이상)으로 나타나 있다. 본 연구에서 사용된 고추장은 345.01-414.28 mg%로 전통식품 표준규격을 모두 만족하는 것으로 확인되었다.

시판 고추장(시료 A)의 아미노질소 함량은 345.01 ± 3.93 mg%로 다른 샘플의 고추장에 비해 유의적으로 낮게 측정되었으며, 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)은 각각 412.71 ± 3.99 , 414.27 ± 10.26 mg%로 유의적 차이는 없으나 FSP첨가 고추장이 약간 더 높은 것으로 측정되었다. Park et al. (2017)의 보고에 의하면 재래식 고추장의 평균 아미노질소는 165.3 ± 79.6 mg%, 개량 고추장은 130.3 ± 22.8 mg%로 본 연구에서 사용한 고추장의 아미노질소 함량이 높은 것을 알 수 있었으며 이는 고추장 제조 후 24주 이상의 장기간 숙성에 의한 것으로 판단되며 Kim et al. (1994)은 고추장에서 숙성 중 미생물에 의해 생성된 단백질 분해효소의 작용으로 아미노산 함량이 증가한다고 보고하였다.

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 고추장의 색도 변화

본 실험에 사용한 고추장의 색도 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. 고추장의 색도는 소비자 품질평가 기준 중 가장 중요한 요인이며, 고추장 품질 평가의 기준으로 사용된다(Jeong et al., 2001; Bang et al., 2004). 본 연구에 사용한 고추장의 L값(lightness)은 마늘 고추장(시료 B)이 31.87 ± 0.47 로 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, 시판 고추장(시료 A)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)는 28.70 ± 0.48 , 28.23 ± 0.34 로 유의적인 차이가 없는 것으로 측정되었으며, FSP 첨가는 고추장의 L값에 영향을 주는 것으로 나타났다. 고추장의 a값(redness)은 마늘 고추장(시료 B, 14.82 ± 0.44), 시판 고추장(시료 A, 9.73 ± 0.45), FSP 첨가 고추장(시료 C, 8.51 ± 0.26) 순으로 유의적으로 높게 측정되었으며 FSP 첨가에 의해 고추장은 a값에 영향을 받아 낮게 측정된 것으로 판단된다. 고추장의 b값(yellowness)은 마늘 고추장(시료 B, 11.79 ± 0.24), FSP 첨가 고추장(시료 C, 6.34 ± 0.32), 시판 고추장(시료 A, 5.30 ± 0.20) 순으로 유의적인 차이를 나타냈다. FSP첨가에 의한 b값 역시 영향을 받은 것으로 판단된다. 본 실험에 사용한 고추장의 색도는 FSP 첨가에

Table 2. Color values of *Gochujang* products analyzed in this study

Color values	Sample A	Sample B	Sample C
Lightness (L)	28.70 ± 0.48^a	31.87 ± 0.47^b	28.23 ± 0.34^a
Redness (a)	9.73 ± 0.45^b	14.82 ± 0.44^c	8.51 ± 0.26^a
Yellowness (b)	5.30 ± 0.20^a	11.79 ± 0.24^c	6.34 ± 0.32^b

Sample A, *Commercial Gochujang*; Sample B, *Garlic Gochujang*; Sample C, *Garlic-Gochujang* with FSP, *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. ^{a-c}Means with different superscripts within each low indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

이해 L, a 및 b값 모두에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이처럼 FSP첨가가 고추장의 색도에 큰 영향을 미치기 때문에 소비자 관능 평가를 통해 최대 5%의 FSP를 첨가한 고추장을 제조하였다(결과 미제시). 한편, Park et al. (2017)은 전통 고추장의 경우 L값이 31.43-37.88, a값이 6.45-18.61, b값이 0.99-8.00의 범위로 보고하고 있으며, 이는 본 연구에서 얻어진 결과와 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 고추장 미생물 변화

본 실험에 사용한 고추장의 일반 세균수, 유산균수, 식품위생 지표 세균인 대장균군수와 대장균수 그리고 진균수를 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 고추장에서 검출된 일반 세균은 6.69-7.74 log CFU/g으로 측정되었으며 시판 고추장(시료 A)이 6.69±0.08 log CFU/g으로 유의적으로 낮게 측정되었다. 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)의 세균수는 7.42-7.64 log CFU/g으로 시판 고추장(시료 A)보다 약 1 log CFU/g 높은 것으로 나타났다. FSP 첨가에 의한 유의적인 차이는 없는 것으로 판단된다. Park et al. (2017)의 보고에 의하면 전국 각 지역에서 수집된 전통 고추장의 일반 세균수가 평균 2.24×10⁷ CFU/g으로 본 연구에서 실험한 고추장과 유사한 경향을 나타냈다. 또한 Park et al. (2017)은 전통 고추장은 8.4±8.3×10⁷ CFU/g, 개량 고추장은 1.9±0.5×10⁶ CFU/g로 보고하여 본 연구와 크게 차이가 없었다.

고추장에서 검출된 유산균수는 시판 고추장(시료 A)이 6.85±0.10 CFU/g, 마늘 고추장(시료 B) 7.45±0.11 CFU/g, FSP 첨가 고추장(시료 C)이 7.22±0.16 CFU/g으로 일반 세균

수와 마찬가지로 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)가 시판 고추장(시료 A)에 비해 1 log CFU/g 높은 것으로 측정되었으며 FSP 첨가에 의한 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. Seo et al. (2012)은 토마토 시럽 첨가에 의한 고추장의 유산균수 변화는 숙성 후 1.0-1.2×10⁷ CFU/g라고 보고하고 있어 본 연구의 결과와도 유사하였다. 한편, 대장균군 및 대장균과 진균은 모든 고추장 시료에서 검출되지 않았다.

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 고추장의 항산화 활성 변화

노화와 성인병 질환의 원인은 생체 내에서 발생하는 hydroxyl radical, super oxide radical, hydroperoxyl radical, singlet oxygen, hydrogen peroxide 등과 같은 활성 산소종(reactive oxygen species)에 의한 산화적 대사 부산물에 기인할 수 있다(Lee et al., 2003; Chung et al., 2006). 이런 활성산소 종들을 조절하는데 관여하는 물질로 여러 항산화 물질이 존재한다. 항산화 물질은 동·식물계에 널리 분포되어 있으며, 활성산소종의 작용을 억제함으로써 노화의 지연과 암, 심혈관계 질환 등의 성인병을 예방할 수 있다(Kim et al., 2012a). 따라서 FSP 첨가한 고추장이 항산화 식품으로서의 기능이 있는지를 평가하기 위해 항산화 활성을 측정하였다(Table 4).

고추장의 DPPH radical 소거 활성은 FSP 첨가 고추장(시료 C), 마늘 고추장(시료 B), 시판 고추장(시료 A) 순으로 각각 33.28±1.10, 26.66±0.69, 20.96±2.35%로 유의적인 차이가 있는 것으로 측정되었다. 마늘 고추장(시료 B)의 DPPH radical 소거 활성의 경우 본래 마늘이 가지고 있는 항산화 활성에 의하여 증가한 것으로 판단된다. Song et al. (2008)은 일반 고추장,

Table 3. Microbiological analysis of *Gochujang* products analyzed in this study

Samples	Viable cells (log CFU/g)	Lactic acid bacteria (log CFU/g)	Coliform group (log CFU/g)	Fungal cells (log CFU/g)
Sample A	6.69±0.08 ^a	6.85±0.10 ^a	ND ¹	ND
Sample B	7.42±0.15 ^b	7.45±0.11 ^b	ND	ND
Sample C	7.64±0.07 ^c	7.22±0.16 ^b	ND	ND

Sample A, Commercial *Gochujang*; Sample B, Garlic *Gochujang*; Sample C, Garlic *Gochujang* with FSP, *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. ^{a-c}Means with different superscripts within each column indicate significant differences by Duncan's multiple range test (P<0.05). ¹Not detected.

Table 4. Antioxidant activities of *Gochujang* products analyzed in this study

Samples	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
Sample A	20.96±2.35 ^a	74.93±1.47 ^a
Sample B	26.66±0.69 ^b	75.87±1.36 ^a
Sample C	33.28±1.10 ^c	80.89±1.31 ^b
0.2 mM ascorbic acid	88.18±1.27 ^d	-
100 µM trolox	-	95.69±0.26 ^c

Sample A, Commercial *Gochujang*; Sample B, Garlic *Gochujang*; Sample C, Garlic *Gochujang* with FSP, *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. DPPH, 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid). ^{a-c}Means with different superscripts within each column indicate significant differences by Duncan's multiple range test (P<0.05).

생마늘 첨가 고추장과 마늘죽 첨가 고추장의 DPPH radical 소거 활성 분석 결과 일반 고추장이 38.44%, 생마늘 첨가 고추장이 50.97%, 마늘죽 첨가 고추장이 66.38%라고 보고하였다. 본 연구에서의 FSP 첨가 고추장의 DPPH radical 소거 활성은 마늘을 첨가한 고추장(시료 B)보다 24.8% 소거 활성 증가 그리고 시판 고추장 보다 58.8%의 높은 소거 활성을 가진 것으로 분석되었다. Lim et al. (2006)에 의하면 키토산, 은행, 동아, 홍국분말 소재를 첨가하여 제조한 고추장의 DPPH radical 소거능을 분석한 결과, 동아와 홍국분말 첨가 시험군에서 대조군보다 각각 28%와 33%가 향상됨을 보고하여 본 연구와 같이 기능성 소재를 첨가한 고추장의 DPPH radical 소거 활성이 높아진다는 동일한 결과를 보였다.

고추장의 ABTS radical 소거 활성 분석 결과 모든 고추장의 ABTS radical 소거 활성은 DPPH radical 소거 활성보다 높은 것으로 측정되었다. ABTS radical 소거 활성은 FSP 첨가 고추장(시료 C), 마늘 고추장(시료 B), 시판 고추장(시료 A) 순으로 높았으며 각각 80.89 ± 1.31 , 75.87 ± 1.36 , $74.93 \pm 1.47\%$ 로 측정되었다. ABTS radical 소거 활성 분석 결과 FSP 첨가에 의한 고추장 소거 활성이 유의적으로 높은 것으로 나타났으며, 시판 고추장과 마늘 고추장은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

이상의 항산화 실험 결과를 종합해 보면, FSP 첨가에 의해 기존 고추장 제품의 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타났으며 이는 FSP가 가지고 있는 항산화 활성 효과에 의한 것으로 판단된다(Eom et al., 2010; Lee et al., 2010a).

유산균 발효 다시마 분말(FSP) 첨가에 의한 유리아미노산 함량 변화

본 실험에 사용한 고추장의 유리아미노산 분석 결과는 Table 5에 나타내었다. 일반적으로 유리아미노산과 핵산 관련 물질은 감칠맛에 관여하는 물질로 알려져 있다(Shin et al., 1996). 맛을 내는 유리아미노산 중 aspartic acid, cystine, glutamic acid는 구수한 맛, leucine과 isoleucine은 쓴 맛에 영향을 줄 수 있다(No et al., 2008).

본 연구에서 분석한 고추장의 총 유리아미노산의 함량은 시판 고추장(시료 A, 1,237.7 mg/100 g), FSP 첨가 고추장(시료 C, 1,191.8 mg/100 g), 마늘 고추장(시료 B, 1,109.1 mg/100 g) 순으로 시판 고추장(시료 A)이 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)보다 더 많은 유리아미노산을 함유하고 있는 것을 알 수 있었다. 시판 고추장(시료 A)의 유리아미노산은 glutamic acid (200.2 mg/100 g)가 가장 높았으며 다음으로 proline (195.3 mg/100 g), aspartic acid (132.4 mg/100 g), leucine (79.8 mg/100 g) 순으로 함량이 높게 측정되었다. 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)의 비교적 높은 함량을 보인 유리아미노산으로는 phosphor ethanolamine (마늘 고추장, 139.6 mg/100 g; FSP 첨가 고추장, 177.4 mg/100 g), aspartic acid (마늘 고추장, 168.0 mg/100 g; FSP 첨가 고추장, 172.9

Table 5. Free amino acid content of *Gochujang* products analyzed in this study

Free amino acid	Samples (unit: mg/100 g)		
	Sample A	Sample B	Sample C
Phosphoserine	42.6	22.9	99.5
Taurine	8.4	97.5	56.5
Phospho ethanolamin	0.0	139.6	177.4
Aspartic acid	132.4	168.0	172.9
Threonine	42.8	19.7	15.7
Serine	68.8	35.1	24.9
Glutamic acid	200.2	43.8	47.4
α -Amino adipic acid	2.4	1.5	0.0
Proline	195.3	93.5	97.4
Glycine	29.3	18.7	11.3
Alanine	54.8	57.7	64.5
Valine	62.9	21.9	35.4
Methionine	24.9	4.6	2.7
Cystathionine	0.0	2.9	2.8
Isoleucine	42.9	18.8	18.3
Leucine	79.8	34.3	21.1
Tyrosine	39.4	24.6	21.9
Phenylalanine	49.6	28.6	18.2
β -alanine	34.6	22.5	45.9
β -amino isobutyric acid	1.8	4.1	17.4
γ -aminobutyric acid	19.7	49.0	100.9
Ethanol amine	2.7	3.4	0.4
Ornithine	0.0	8.9	3.1
Lysine	30.8	42.9	31.5
Histidine	6.5	5.2	3.0
Arginine	65.1	139.4	101.7
Total	1,237.7	1,109.1	1,191.8

Sample A, *Commercial Gochujang*; Sample B, *Garlic Gochujang*; Sample C, *Garlic Gochujang with FSP, Saccharina japonica powder fermented by lactic acid bacteria*.

mg/100 g), arginine (마늘 고추장, 139.4 mg/100 g; FSP 첨가 고추장, 101.7 mg/100 g) 등이 있었다. 구수한 맛을 내는 성분인 glutamic acid의 마늘 고추장(시료 B)과 FSP 첨가 고추장(시료 C)의 함량은 각각 43.8, 47.4 mg/100 g으로 시판 고추장(시료 A)과 함량 차이가 크게 나타났다. 시중의 대량 판매를 목적으로 하는 시판 제품의 경우에는 천연 재료에서 오는 성분 이외에 맛을 좋게 하기 위한 성분(향미증진제 등)의 추가적인 첨가에 의한 것으로 판단된다. 한편, 쓴맛을 내는 성분인 leucine이 시판 고추장(시료 A, 79.8 mg/100 g)에 다른 고추장 샘플(마늘

고추장, 34.3 mg/100 g; FSP 첨가 고추장, 21.1 mg/100 g)에 비해 많이 첨가되어 있어 관능학적으로 영향을 미칠 것으로 예상된다. 또한, FSP 첨가 고추장(시료 C)에서 γ -aminobutyric acid (GABA) 함량이 100.9 mg/100 g으로 시판 고추장(시료 A)과 비교해 함량 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. GABA는 자연계에 널리 분포하는 아미노산의 일종으로 동물 중추신경계의 신경 전달 물질이며 뇌기능을 촉진시키고 혈압강하 효과 및 알코올 대사 증진 효과 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2010b; Kang et al., 2011).

이상의 결과를 종합해 보면 고추장에 건강기능성 소재로 인공된 FSP를 첨가함으로써 고추장 제품의 품질 저하는 없으면서 항산화 활성 및 생리활성 성분인 GABA 함량이 증대된 기능성이 우수한 고추장을 개발하였으며 이는 장류 등의 다양한 전통 발효식품에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2017년)에 의하여 연구되었음

References

- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A., Method 970.59.
- Bang HY, Park MH and Kim GH. 2004. Quality characteristics of *Kochujang* prepared with *Paecilomyces japonica* from silkworm. Korean J Food Sci Technol 36, 44-49.
- Cho YJ and Bang MA. 2004. Hypoglycemic and antioxidative effects of dietary Sea-tangle extracts supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. J Nutr Health 37, 5-14.
- Choo JJ and Shin HJ. 2000. Sensory evaluation and changes in physicochemical properties, and microflora and enzyme activities of pumpkin-added *Kochujang*. Korean J Food Sci Technol 32, 851-859.
- Chung HY, Sung B, Jung KJ, Zou Y and Yu BP. 2006. The molecular inflammatory process in aging. Antioxid Redox Sign 8, 572-581. <http://dx.doi.org/10.1089/ars.2006.8.572>.
- Cui CB, Lee EY, Lee DS and Ham SS. 2002. Antimutagenic and anticancer effects of ethanol extract from Korean traditional *Doenjang* added sea tangle. J Korean Soc Food Sci Nutr 31, 322-328.
- Eom SH, Lee BJ and Kim YM. 2010. Effect of yeast fermentation on antioxidant and anti-inflammatory activity of sea tangle water extract. Korean J Fish Aquat Sci 43, 117-124. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2010.43.2.117>.
- Hong GJ, Lee YS, Nam JS, An HK and Lee EJ. 2007. A study on the preference determinants of Buddhist temple food. Korean J Food Nutr 20, 384-391.
- Hwang SJ, Kim JY and Eun JB. 2011. Physical characteristics and changes in functional components of *Gochujang* with different amounts of sweet persimmon powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 40, 1668-1674. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.12.1668>.
- Jeong DY, Shin DH and Song MR. 2001. Studies on the physicochemical characteristics of Sunchang traditional *Kochujang*. Korean J Food Culture 16, 260-267.
- Jin SK, Kim IS, Hah KH, Park KH, Kim IJ and Lee JR. 2006. Changes of pH, acidity, pretense activity and microorganism on sauces using a Korean traditional seasonings during cold storage. Korean J Food Sci An 26, 159-165.
- Kang YM, Qian ZJ, Lee BJ and Kim YM. 2011. Protective effect of GABA-enriched fermented sea tangle against ethanol-induced cytotoxicity in HepG2 Cells. Biotechnol Bio-process Eng 16, 966.
- Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH and Lee BH. 2012a. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. Korean J Food Sci Technol 44, 337-342. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.3.337>.
- Kim OS, Sung JM and Ryu HS. 2012b. Antioxidative activity and quality characteristics of *Kochujang* amended with different ratios of *deodeok* (*Condonopsis lanceolata*) root powder. J East Asian Soc Dietary Life 22, 667-676.
- Kim YS, Shin DB, Koo MS and Oh HI. 1994. Changes in nitrogen compounds of traditional *Kochujang* during fermentation. Korean J Food Sci Technol 26, 389-392.
- KFRI (Korea Food Research Institute). 2000. Study in development of processed foods using seaweeds. KFRI, Seongnam, Korea.
- Lee BJ, Kim JS, Kang YM, Lim JH, Kim YM, Lee MS, Jeong MH, Ahn CB and JE JY. 2010a. Antioxidant activity and γ -aminobutyric acid (GABA) content in sea tangle fermented by *Lactobacillus brevis* BJ20 isolated from traditional fermented foods. Food Chem 122, 271-276. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.071>.
- Lee BJ, Senevirathne M, Kim JS, Kim YM, Lee MS, Jeong MH, Kang YM, Kim JI, Nam BH, Ahn CB and Je JY. 2010b. Protective effect of fermented sea tangle against ethanol and carbon tetrachloride-induced hepatic damage in Sprague-Dawley rats. Food Chem Toxicol 48, 1123-1128. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.02.006>.
- Lee MJ and Lee JH. 2006. Quality characteristics of *Kochujang* prepared with *Maesil* (*Prunus mume*) extract during aging. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 622-628. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.5.622>.
- Lee S, Yoo SM, Park BR, Han HM and Kim HY. 2014. Analysis of quality state for *Gochujang* produced by regional rural families. J Korean Soc Food Sci Nutr 43, 1088-1094. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.7.1088>.
- Lee SH, Hong LJ, Park HG, Ju SS and Kim GT. 2003. Functional characteristics from the barley leaves and its antioxidant

- mixture. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 46, 333-337.
- Lim SI, Choi SY and Cho GH. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of *Kochujang*. Korean J Food Sci Technol 37, 779-784.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2016. Health function food functional materials recognition status. MFDS, Osong, Korea, 55-56.
- NAPQMS (National Agricultural Products Quality Management Service). 2016. Traditional food standards codex. Ministry of Agriculture and Forestry, Sejong, Korea.
- No JD, Choi SY and Lee SJ. 2008. Quality characteristics of soybean pastes (*doenjang*) prepared using different types of microorganisms and mixing ratios. Korean J Food Cookery Sci 24, 243-250.
- Oh JY, Kim YS and Shin DH. 2002. Changes in physicochemical characteristics of low-salted *Kochujang* with natural preservatives during fermentation. Korean J Food Sci Technol 34, 835-841.
- Park SY, Kim SK, Hong SP and Lim SD. 2017. Analysis of quality characteristics of traditional and commercial red pepper pastes (*Gochujang*). Korean J Food Cook Sci 33, 137-147. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2017.33.2.137>.
- Seo MJ, Kang BW, Park JU, Kim MJ, Lee HH, Kim ZS, Yoo MB, Kim HS, Kim SM and Jeong YK. 2012. Characterization analysis of functional *Gochujang* including grain syrup with tomato puree. J Life Sci 22, 1463-1469. <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2012.22.11.1463>.
- Shin DH, Kim DH, Choi U, Lim DK and Lim MS. 1996. Studies on taste components of traditional *Kochujang*. Korean J Food Sci Technol 28, 152-156.
- Shin DH, Kim DH, Choi U, Lim MS and An EY. 1997a. Effect of red pepper varieties on the physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* during fermentation. Effect of red pepper varieties on the physicochemical characteristic of traditional *Kochujang* during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 26, 1044-1049.
- Shin DH, Kim DH, Choi U, Lim MS and An EY. 1997b. Physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials. Korean J Food Sci Technol 29, 907-912.
- Song HS, Kim YM and Lee KT. 2008. Antioxidant and anticancer activities of traditional *Kochujang* added with garlic porridge. J Life Sci 18, 1140-1146. <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2008.18.8.1140>.