

## 쌀 및 콩 발효 균주선발과 이를 적용한 조미용 저염된장의 평가

조승화<sup>1</sup> · 임은정<sup>1</sup> · 강현진<sup>1</sup> · 박슬기<sup>1</sup> · 정도연<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>(재)발효미생물산업진흥원

### Selecting and evaluating microorganism strains to prepare low-salt *doenjang* for flavoring via the fermentation of rice and soybeans

Seung Wha Jo<sup>1</sup>, Eun Jung Yim<sup>1</sup>, Hyeon Jin Kang<sup>1</sup>, Seul Ki Park<sup>1</sup>, and Do Youn Jeong<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Microbial Institute for Fermentation Industry

**Abstract** This study investigated the strains and fermentation characteristics of used to ferment a mixture of rice and soybeans to manufacture low-salt *doenjang* for flavoring. The soybean and rice mixture was fermented using three selected strains of *Aspergillus oryzae* and *Bacillus* sp. The changes in quality of the fermented products were found to be dependent on the aging period. Therefore, the strain and a suitable aging period were selected based on the increases in AN, total sugar, and reducing sugar. The fermented products were prepared and mixed, using the selected or commercially available strains (the sample and control, respectively), to create low-salt *doenjang*. Following this, their characteristics were compared. The sample had a higher content of taste-related ingredients (free amino acid, nucleic acid-related substances) than the control. Using the selected strain to ferment a rice and soybean mixture will thus be expected to enhance the flavor of industrially produced seasoned *doenjang*.

**Keywords:** Low-salt *doenjang*, flavoring, fermented products, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus amyloliquefaciens*, fermentation characteristics

## 서론

한국은 장의 문화권으로 간장, 된장, 청국장과 같은 콩을 발효하여 만든 장류를 조미료로 이용하게 되었다(Yoon, 2007). 그 중 된장은 저장성이 우수하며 발효 과정 중 단백질과 탄수화물이 아미노산, 펩타이드, 유리당 등으로 분해되어 구수한 맛과 특유의 향미를 형성하므로 예로부터 식생활에서 중요한 조미식품으로서 역할을 담당하고 있다(Lee 등, 2012).

된장은 사용하는 주재료에 따라서 종류가 달라지는데, 주로 콩을 사용하고, 콩 이외의 전분질을 이용하여 메주를 제조하기도 하는데, 이때 사용된 전분질원에 따라 쌀된장, 보리된장으로 구분되었다(Jung 등, 1994). 재래식 된장은 콩을 원료로 하여 제조된 메주를 사용한 콩된장이 주를 이루며, 산업체에서 된장을 제조하는 방식은 밀에 *Aspergillus* 속을 종균으로 사용하여 코지(Koji)를 제조하고 이를 염수에 침지하여 제조한다(Park 등, 2002).

주원료로 사용되는 콩은 식물성 단백질의 급원으로 단백질은 미생물이 분비하는 단백질가수분해효소(protease)에 의해 분해되어 펩타이드와 아미노산을 생성한다. 단백질가수분해효소는 단백질을 가수분해하여 풍미에 영향을 미치는 펩타이드 및 아미노산을 생

산하는 중요한 인자(Lee 등, 2016)이며, 미생물에서 유래한 단백질 가수분해효소를 사용하여 식품산업에 활용하는 경향이 늘고 있다. 또한 쌀은 탄수화물의 공급원으로 탄수화물은 전분분해효소에 의해 분해되고, 단맛을 형성하게 된다. 이렇듯 미생물에서 유래된 효소를 통한 발효 숙성 처리는 화학적 방법보다 유해성이 낮고 반응 과정을 쉽게 통제할 수 있다(Chae 등, 1997; Mannheim 등, 1992). 또한 자연친화적인 방법을 통하여 단백질을 분해할 수 있다는 점과 경제적이란 이점이 있다. 균주를 이용하여 된장에 적용하는 연구는 전통된장에서 단백질가수분해효소 활성이 우수한 미생물을 이용한 된장의 제조(Seon 등, 2021), *Bacillus amyloliquefaciens* 균주를 종균으로 활용하여 아미노태 질소와 총 폴리페놀 함량이 높고 항산화 활성이 우수한 된장의 제조(Jeong 등, 2018), 전통된장의 풍미를 보유한 된장의 생산을 위한 바로 사용 종균의 개발 연구(Lee 등, 2019) 등이 진행되었다. 한편 된장은 높은 염도로 인하여 과도한 짠맛과 함께 장류의 쓴맛에도 관여하며, 각종 성인병을 유발하고 있는 것이 현실이다(Kim 등, 1995; Park 등, 2002). 또한 식약처에서 발표한 고 식염 섭취 식품군에 장류가 포함되면서 나트륨 과잉 섭취의 원인으로 인식되어 장류 소비시장에 영향을 미치고 있으며, 이에 따른 나트륨 저감화 기술지원 사업을 통한 가이드라인을 제시하고 있다(MFDS, 2016). 그러나 산업적으로 저염된장을 제조하기에는 발효와 부패, 저장성 문제가 뒤따른다. 따라서 본 연구에서는 조미용 저염된장을 개발하기 위해 전분질원인 쌀을 분해하는 단계와 콩을 분해하는 단계를 구분하여 발효를 진행하고 분해속도가 비교적 빠른 발효 균질화가 용이한 쌀 발효물을 된장의 통상적인 염농도보다 낮은 염도에서 발효하는 방법을 적용하고 각 발효물의 최적의 미생물을 선발하고자 하였다. 또한 이들의 장류 적용 특성을 분석하고 이 발효물을 이용한 조

\*Corresponding author: Do Youn Jeong, Microbial Institute for Fermentation Industry (MIFI), Sunchang, Jeonbuk 56048, Republic of Korea

Tel: +82-63-650-2000

Fax: +82-63-653-9590

E-mail: jdy2534@korea.kr

Received November 19, 2021; revised January 26, 2022;

accepted February 7, 2022

미저염된장을 제조하기 위한 기초 자료를 제공하고자 발효특성 및 맛 성분을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 연구에서 사용된 쌀과 콩은 전북 순창군에서 생산한 것으로 구매하였으며, 사용된 균주는 (재)발효미생물산업진흥원에서 분리하여  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관중인 것으로 *Aspergillus oryzae* 3종, *Bacillus subtilis*, *B. velezensis*, *B. amyloliquefaciens* 3종을 선별하여 사용하였다(Table 1, 2). 된장의 제조에 사용한 소금은 국내산의 정제염 ((주)한주)을 사용하였다.

### 원료별 발효물 제조를 위한 발효균주의 선발

대두 및 쌀 발효용 균주를 선발하기 위하여 발효미생물산업진흥원에서 보유중인 황국균과 고초균을 대상으로 효소활성이 높고, 항균활성이 우수한 균주를 선발하고자 하여 각 균주를 선정하여 실험에 이용하였다. 황국균은 쌀에 접종하여 발효하고, 고초균은 콩에 접종하여 발효한 후 장류 적용 특성을 분석하여 최적 균주를 선발하였다. 쌀 발효물은 쌀을 동량(w/w)의 증류수에 2시간 침지한 후 물을 거르고  $121^{\circ}\text{C}$ 에 15 min 증자하여  $50^{\circ}\text{C}$ 로 방냉한 후 황국균을 접종하고 발효한 후 최종 염농도를 5%로 하여 소금과 물을 배합하고 마쇄하여 1-6일간  $30^{\circ}\text{C}$ 에서 숙성한 후 특성을 평가하였다. 콩 발효물은 상기 방법과 동일하게 대두를 증자하고 고초균을 접종하여 발효한 후 최종 염농도가 11%가 되게 염을 첨가하고 배합한 후 21일간  $40^{\circ}\text{C}$ 에서 숙성한 후 특성을 평가하였다.

### 조미저염된장의 제조

된장의 제조는 상기 쌀 및 콩 발효물을 1:1 (w/w)의 배합비로 염도를 최종 8%가 되게 하여 배합하였다. 대조구로는 (농)순창장류(주)에서 사용하는 *A. oryzae* 1종, *B. subtilis* 1종을 이용한 쌀 및 콩 발효물로 제조한 된장으로 사용하였다.

### 조미저염된장의 이화학적 특성

시료의 이화학적 특성은 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 수분함량은 적외선수분측정기(JP/FD-720, Kett engineering, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. pH 및 산도, 아미노산성 질소는 자동적정장치 T50 (Mettler-Toledo GmbH, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 3번 반복하여 측정하였다. 염도는 시료 10 g을 취해 증류수 90 mL을 가하여 충분히 혼합한 후 디지털 염도계(TM-30D, Takemura Electric works Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정된 값에 희석배수를 곱하여 나타내었다.

### 조미저염된장의 유기산 및 유리당

유기산의 분석은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하여 1시간 동안 균질화시킨 후  $0.45\ \mu\text{m}$  membrane filter에 통과시킨 후 HPLC (Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 분석하였다. 이때 분석조건은 Aminex HPX-87P ( $300\times 7.8\ \text{mm}$ , Bio-Rad, Hercules, CA, USA) column, 시료주입량은  $20\ \mu\text{L}$ , 이동상은  $0.009\ \text{N}\ \text{H}_2\text{SO}_4$  (Samchun Chem., Seoul, South Korea), 유속은  $0.6\ \text{mL}/\text{min}$ , UV detector 210 nm, 칼럼 온도  $50^{\circ}\text{C}$ 였으며, 유기산 표준품은 acetic acid, citric acid, lactic acid, oxalic acid, succinic acid (Sigma-Aldrich Co., St Louis, MO, USA)을 사용하였다.

### 조미저염된장의 유리아미노산

유리아미노산은 고추장 2 g을 취하여 3차 증류수 30 mL 넣고 교반한 후 50 mL로 정용한 후 초음파를 이용하여 20분간 추출한 후 원심 분리하여 상등액 2 mL에 5% TCA 2 mL를 넣고 원심 분리한다. 이 후 상등액을 취하여  $0.02\ \text{N-HCL}$ 을 이용하여 2배(v/v) 희석한 후  $0.2\ \mu\text{m}$  syringe filter에 통과시킨 후 Amino acid analysis (Hitachi L-8900, Tokyo, Japan), UV/Vis Detector ( $440\ \text{nm}-570\ \text{nm}$ ), Column (Hitachi  $4.6\times 60\ \text{mm}$  separation, Hitachi  $4.6\times 40\ \text{mm}$  Ammonia filtering)를 사용하여 분석하였다. 시료량은  $20\ \mu\text{L}$ , 이동상 Buffer set (PH-SET KANTO, Japan), 분석 온도는  $50^{\circ}\text{C}$ , buffer 유속은  $0.40\ \text{mL}/\text{min}$ , ninhydrin 유속은  $0.35\ \text{mL}/\text{min}$ 으로 분석하였다.

### 조미저염된장의 핵산관련물질

핵산관련물질은 시료 5 g에 20 mL의  $0.6\ \text{M}$  perchloric acid (Samchun Chem.)를 첨가하여 균질한 후 원심분리( $3,000\ \text{rpm}$ , 10 min)하여 얻은 상등액을 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하였다. 여과액에  $1\ \text{M}$  KOH (Sigma-Aldrich Co.)를 첨가하여 pH 5.5로 적정한 다음  $0.6\ \text{M}$  perchloric acid를 이용하여 50 mL로 정량하였다. 그 다음 원심분리( $3,000\ \text{rpm}$ , 10 min)하여 얻은 상등액을  $0.2\ \mu\text{m}$  syringe filter에 통과시킨 후 HPLC (Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), DAD Detector ( $254\ \text{nm}$ ), Column (CAPCELL PAK C18  $4.6\times 250\ \text{mm}$ )를 사용하여 분석하였다. 시료량은  $10\ \mu\text{L}$ , 이동상  $20\ \text{mM}$  sodium phosphate buffer (pH 5.5), 분석 온도는  $30^{\circ}\text{C}$ , buffer 유속은  $1\ \text{mL}/\text{min}$ 로 분석하였다.

### 통계 분석

모든 실험은 3회 이상 반복하여 결과를 도출했으며, 통계 프로그램(SPSS ver. 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균 $\pm$ 표준편차(Mean $\pm$ SD)로 계산하였다. 각 시료군 간의 통계적 유의성 검정에 따른 통계분석은 독립 표본 t검정(independent samples t-test)과 ANOVA (one-way analysis of variance test)를 실시한 후 Duncan's multiple range test와 Levene's t-test로 유의성을 검증하였다(\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , and \*\*\* $p<0.001$ ).

## 결과 및 고찰

### 균주 선발 및 발효물의 평가

쌀 및 콩 발효용 균주를 선발하기 위해 발효미생물산업진흥원에서 보유한 황국균과 고초균을 대상으로 쌀과 콩에 각각 접종하고 발효하여 평가한 후 균주를 선발하였다(Table 1, 2). 황국균 3종을 쌀에 적용하여 최종 5%의 염도로 조정하여 쌀 발효물을 제조한 후 적정 균주를 선발하고자 숙성 0일부터 7일까지의 특성을 평가하였다. pH는 숙성기간이 지남에 따라 낮아지는 경향을 보였고, 적정 산도는 높아지는 경향을 보였다. 염도와 수분함량은 숙성기간에 따라 균주별, 숙성기간별로 유의차를 보이지 않았다. 발효과정 중, 원료의 전분이 미생물이 분비하는 효소의 작용으로 가수분해되어 단맛 성분의 주체인 당류가 생성되는데 이는 관능적인 품질평가에 중요한 지표가 되는 물질(Park 등, 1995a)로 이의 양을 측정하기 위해 환원당과 총당 함량을 평가하였다. 총당 함량은 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 보였으며, *A. oryzae* SRCM102487 균주가 가장 높은 함량을 나타내었다. 환원당 함량 역시 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 보였으며, SRCM102487 균주가 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 당 함량에 있어

**Table 1.** Quality characteristics of fermented rice products by selected *Aspergillus oryzae*

Quality characteristics	Strain	Aging period (day)						
		0	1	2	3	4	5	6
pH	SRCM101990	6.38±0.00 <sup>1)a2)A3)</sup>	6.37±0.02 <sup>aAB</sup>	6.35±0.00 <sup>aABC</sup>	6.34±0.00 <sup>aBC</sup>	6.34±0.01 <sup>aBC</sup>	6.34±0.01 <sup>aC</sup>	6.29±0.00 <sup>aD</sup>
	SRCM102021	6.15±0.04 <sup>cA</sup>	6.16±0.07 <sup>bAB</sup>	6.10±0.00 <sup>cBC</sup>	6.05±0.00 <sup>cBCD</sup>	6.01±0.07 <sup>cBCD</sup>	5.99±0.00 <sup>cD</sup>	5.99±0.01 <sup>cD</sup>
	SRCM102487	6.27±0.01 <sup>bA</sup>	6.27±0.01 <sup>aA</sup>	6.24±0.00 <sup>bB</sup>	6.22±0.01 <sup>bC</sup>	6.18±0.00 <sup>bD</sup>	6.17±0.01 <sup>bDE</sup>	6.15±0.00 <sup>bE</sup>
Titratable acidity	SRCM101990	0.11±0.00 <sup>cD</sup>	0.11±0.00 <sup>cC</sup>	0.12±0.00 <sup>cC</sup>	0.13±0.00 <sup>cB</sup>	0.14±0.01 <sup>bB</sup>	0.16±0.00 <sup>cA</sup>	0.17±0.00 <sup>bA</sup>
	SRCM102021	0.17±0.00 <sup>aE</sup>	0.17±0.00 <sup>aDE</sup>	0.18±0.00 <sup>aCDE</sup>	0.18±0.00 <sup>aBCD</sup>	0.19±0.00 <sup>aBC</sup>	0.19±0.00 <sup>aAB</sup>	0.19±0.00 <sup>aA</sup>
	SRCM102487	0.14±0.00 <sup>bE</sup>	0.15±0.00 <sup>bDE</sup>	0.15±0.00 <sup>bD</sup>	0.17±0.00 <sup>bC</sup>	0.18±0.00 <sup>BC</sup>	0.18±0.00 <sup>BB</sup>	0.19±0.00 <sup>aA</sup>
Salt content (%)	SRCM101990	5.45±0.07 <sup>aA</sup>	5.50±0.00 <sup>aA</sup>	5.20±0.00 <sup>aA</sup>	5.05±0.07 <sup>aA</sup>	5.15±0.07 <sup>aA</sup>	5.45±0.07 <sup>aA</sup>	5.35±0.05 <sup>aA</sup>
	SRCM102021	5.50±0.14 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.35±0.07 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.35±0.07 <sup>aA</sup>	5.31±0.11 <sup>aA</sup>
	SRCM102487	5.45±0.07 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.30±0.00 <sup>aA</sup>	5.30±0.14 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.25±0.07 <sup>aA</sup>	5.35±0.04 <sup>aA</sup>
Moisture content (%)	SRCM101990	48.63±0.60 <sup>aA</sup>	49.96±0.08 <sup>aA</sup>	48.84±0.25 <sup>aA</sup>	50.01±0.04 <sup>aA</sup>	49.20±1.00 <sup>aA</sup>	49.09±0.50 <sup>aA</sup>	48.63±0.33 <sup>aA</sup>
	SRCM102021	49.89±0.86 <sup>aA</sup>	49.11±0.11 <sup>aA</sup>	49.00±0.33 <sup>aA</sup>	48.95±1.03 <sup>aA</sup>	49.66±0.12 <sup>aA</sup>	49.14±0.48 <sup>aA</sup>	48.94±0.71 <sup>aA</sup>
	SRCM102487	49.01±1.12 <sup>aA</sup>	48.83±0.71 <sup>aA</sup>	49.97±0.36 <sup>aA</sup>	49.09±0.41 <sup>aA</sup>	48.75±0.58 <sup>aA</sup>	48.59±0.35 <sup>aA</sup>	49.14±0.70 <sup>aA</sup>
Total sugar content (%)	SRCM101990	7.40±0.03 <sup>cF</sup>	11.71±0.08 <sup>bE</sup>	15.76±0.01 <sup>bD</sup>	17.55±0.30 <sup>bC</sup>	18.15±0.27 <sup>bC</sup>	18.97±0.66 <sup>bB</sup>	19.90±0.30 <sup>aA</sup>
	SRCM102021	7.88±0.04 <sup>bG</sup>	12.37±0.03 <sup>bF</sup>	14.43±0.05 <sup>bE</sup>	16.81±0.11 <sup>cD</sup>	17.21±0.06 <sup>cC</sup>	17.93±0.17 <sup>BB</sup>	19.12±0.15 <sup>bA</sup>
	SRCM102487	11.66±0.05 <sup>aF</sup>	16.05±0.61 <sup>aE</sup>	17.95±0.73 <sup>aD</sup>	20.73±0.62 <sup>aC</sup>	21.46±0.19 <sup>aCD</sup>	22.58±0.03 <sup>aAB</sup>	21.92±0.18 <sup>aA</sup>
Reducing sugar (%)	SRCM101990	6.48±0.04 <sup>cF</sup>	10.52±0.07 <sup>bE</sup>	12.00±0.23 <sup>bD</sup>	13.10±0.13 <sup>bC</sup>	13.97±0.18 <sup>BB</sup>	14.84±0.03 <sup>bA</sup>	15.14±0.17 <sup>cA</sup>
	SRCM102021	6.88±0.03 <sup>bG</sup>	10.40±0.10 <sup>bF</sup>	12.33±0.05 <sup>bE</sup>	12.87±0.04 <sup>cD</sup>	14.28±0.13 <sup>bC</sup>	14.67±0.17 <sup>BB</sup>	15.84±0.17 <sup>bA</sup>
	SRCM102487	9.56±0.00 <sup>aF</sup>	12.07±0.55 <sup>aE</sup>	13.70±0.14 <sup>aD</sup>	15.29±0.17 <sup>aC</sup>	16.00±0.19 <sup>aB</sup>	16.91±0.00 <sup>aA</sup>	16.78±0.07 <sup>aA</sup>
Glutamate content (mg/100 g)	SRCM101990	7.78±0.04 <sup>aG</sup>	8.99±0.09 <sup>bF</sup>	10.36±0.14 <sup>aE</sup>	11.21±0.12 <sup>aD</sup>	12.20±0.04 <sup>cC</sup>	13.31±0.21 <sup>cB</sup>	13.84±0.11 <sup>cA</sup>
	SRCM102021	7.95±0.15 <sup>aF</sup>	7.94±0.08 <sup>cF</sup>	8.84±0.08 <sup>bE</sup>	11.26±0.16 <sup>aD</sup>	12.82±0.03 <sup>bC</sup>	14.02±0.01 <sup>bB</sup>	14.76±0.13 <sup>bA</sup>
	SRCM102487	8.09±0.34 <sup>aF</sup>	9.79±0.32 <sup>aE</sup>	10.4±0.12 <sup>aDE</sup>	10.99±0.24 <sup>aD</sup>	13.69±0.25 <sup>aC</sup>	15.27±0.14 <sup>aB</sup>	17.77±0.39 <sup>aA</sup>
Amino type nitrogen content (mg/100 g)	SRCM101990	51.15±8.98 <sup>aG</sup>	76.71±4.96 <sup>bF</sup>	108.55±6.10 <sup>bE</sup>	127.09±7.71 <sup>bD</sup>	153.48±0.42 <sup>bC</sup>	169.56±8.03 <sup>bB</sup>	191.83±0.61 <sup>cA</sup>
	SRCM102021	56.68±9.28 <sup>aG</sup>	81.24±8.97 <sup>bF</sup>	119.02±7.95 <sup>bE</sup>	141.33±0.27 <sup>bD</sup>	160.88±2.21 <sup>abC</sup>	179.89±5.81 <sup>abB</sup>	211.83±1.57 <sup>bA</sup>
	SRCM102487	66.65±1.94 <sup>aG</sup>	112.53±4.79 <sup>aF</sup>	139.70±7.72 <sup>aE</sup>	163.82±3.54 <sup>aD</sup>	179.47±10.85 <sup>aC</sup>	197.73±5.02 <sup>aB</sup>	231.24±5.20 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>Value are mean±SD (n=3)

<sup>2)</sup>Different small letters (a, b, c, etc.) in the same column indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup>Different capital letters (A, B, C, etc.) in the same row indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ( $p<0.05$ ).

SRCM102487 균주는 숙성 5일까지는 증가하다가 숙성 6일차에는 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 된장 발효 시 입국(koji) 등 전분질 원료의 분해에 의해 환원당이 생성되는데 생성속도가 미생물에 의해 이용되는 속도보다 높으면 총 함량이 증가하여 발효중반까지는 이러한 현상에 의해 환원당 함량이 증가한 것으로 생각된다. 발효 후기에는 전분질 원료가 소진되는 반면 미생물 생육과 메일라드 반응(Maillard reaction)에 의한 갈변이 진행되면서 생성된 당을 소비하므로 당의 소비속도가 생성속도를 상회하여 총량은 감소하는 것으로 판단하였다(Kim, 2004). 글루탐산 함량은 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었고, 숙성 6일차에 SRCM102487 균주가 17.77 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 한편 아미노산성 질소 역시 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었고, 숙성 6일차에 SRCM102487 균주가 가장 높은 함량을 나타내었다. 글루탐산과 아미노산성 질소함량은 된장 등 장류의 구수한 맛 성분과도 밀접한 관계가 있다고 알려져 있는데(Park 등, 1994), 본 연구결과 쌀 발효물 제조용 균주로 *A. oryzae* SRCM102487 균주가 단맛과 구수한 맛이 어우러진 적합한 균주로 평가되었다. 한편 고초균 3종을 콩에 발효하고 이를 최종 11%의 염도로 조정하여 제조한 후 0일부터 21일까지 숙성

하면서 특성을 평가하였다. pH는 숙성기간에 따라 낮아지고 산도는 높아지는 경향을 나타내었다. 염도와 수분함량은 숙성기간에 따라 균주별, 숙성기간별로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총당 및 환원당 함량은 숙성기간이 지남에 따라 초기보다 증가하는 경향을 보였으며, *B. velezensis* SRCM104168이 가장 높은 값을 나타내었다. 글루탐산 함량 및 아미노산성 질소 함량은 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 균주별로는 *B. amyli- qefaciens* SRCM104466 균주가 가장 높은 함량을 나타내었다. 또한 SRCM104466 균주는 숙성기간 14일까지는 증가하다가 21일에 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 콩 발효물 제조용 균주로는 SRCM104466 균주로 선발하고 숙성 적정기간은 14일로 결정하였다.

**조미저염된장의 평가(이화학적 특성)**

상기 대조군 균주와 선발된 균주를 접종한 쌀, 콩 발효물을 이용하여 제조된 각 된장의 품질특성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. pH, 적정산도, 염도와 수분함량은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 아미노산성 질소 함량은 선발된 균주를 이용한 된장이 대조군에 비해 높은 함량을 나타내었다. 구수한 맛과 된장의 품

**Table 2.** Quality characteristics of fermented soybean products by selected *Bacillus* sp.

Quality characteristics	Strain	Aging period (day)			
		0	7	14	21
pH	SRCM104104 <sup>1)</sup>	6.92±0.00 <sup>2)a3)A4)</sup>	6.90±0.01 <sup>aB</sup>	6.82±0.01 <sup>aB</sup>	6.79±0.01 <sup>aC</sup>
	SRCM104168	6.83±0.01 <sup>cA</sup>	6.75±0.00 <sup>cA</sup>	6.61±0.00 <sup>bA</sup>	6.58±0.00 <sup>cB</sup>
	SRCM104466	6.84±0.01 <sup>bA</sup>	6.71±0.01 <sup>bB</sup>	6.69±0.01 <sup>bC</sup>	6.68±0.00 <sup>bD</sup>
Titratable acidity	SRCM104104	0.12±0.01 <sup>cD</sup>	0.13±0.00 <sup>cC</sup>	0.17±0.01 <sup>bB</sup>	0.19±0.00 <sup>bA</sup>
	SRCM104168	0.14±0.00 <sup>aC</sup>	0.18±0.00 <sup>aB</sup>	0.19±0.01 <sup>aAB</sup>	0.20±0.00 <sup>aA</sup>
	SRCM104466	0.14±0.01 <sup>bD</sup>	0.15±0.00 <sup>bC</sup>	0.17±0.01 <sup>bB</sup>	0.18±0.00 <sup>cA</sup>
Salt content (%)	SRCM104104	12.15±0.07 <sup>aA</sup>	12.25±0.07 <sup>aA</sup>	12.20±0.14 <sup>aA</sup>	12.20±0.14 <sup>aA</sup>
	SRCM104168	11.35±0.07 <sup>aA</sup>	11.40±0.14 <sup>aA</sup>	11.15±0.07 <sup>aA</sup>	11.10±0.00 <sup>aA</sup>
	SRCM104466	12.25±0.07 <sup>aA</sup>	12.35±0.07 <sup>aA</sup>	12.40±0.14 <sup>aA</sup>	12.30±0.14 <sup>aA</sup>
Moisture content (%)	SRCM104104	52.75±0.09 <sup>aA</sup>	51.45±0.38 <sup>aA</sup>	52.11±0.52 <sup>aA</sup>	52.20±0.35 <sup>aA</sup>
	SRCM104168	53.80±0.57 <sup>aA</sup>	53.02±0.34 <sup>aA</sup>	53.37±0.21 <sup>aA</sup>	52.63±0.18 <sup>aA</sup>
	SRCM104466	52.89±1.23 <sup>aA</sup>	52.13±0.58 <sup>aA</sup>	52.04±0.56 <sup>aA</sup>	52.25±0.42 <sup>aA</sup>
Total sugar content (%)	SRCM104104	3.39±0.05 <sup>bD</sup>	4.34±0.10 <sup>bC</sup>	4.80±0.01 <sup>bB</sup>	5.12±0.11 <sup>bA</sup>
	SRCM104168	3.56±0.23 <sup>bD</sup>	4.82±0.14 <sup>bC</sup>	5.09±0.10 <sup>aB</sup>	5.37±0.01 <sup>aA</sup>
	SRCM104466	4.14±0.12 <sup>aB</sup>	4.30±0.11 <sup>aAB</sup>	4.29±0.10 <sup>cAB</sup>	4.50±0.01 <sup>cA</sup>
Reducing sugar (%)	SRCM104104	1.59±0.01 <sup>bD</sup>	1.86±0.01 <sup>bC</sup>	2.02±0.03 <sup>bB</sup>	2.13±0.01 <sup>bA</sup>
	SRCM104168	2.12±0.01 <sup>aD</sup>	2.53±0.00 <sup>aC</sup>	2.79±0.02 <sup>aB</sup>	2.90±0.00 <sup>aA</sup>
	SRCM104466	1.35±0.01 <sup>cC</sup>	1.83±0.00 <sup>cB</sup>	1.91±0.03 <sup>cAB</sup>	1.97±0.05 <sup>cA</sup>
Glutamate content (mg/100 g)	SRCM104104	27.46±1.51 <sup>aD</sup>	50.23±0.87 <sup>bC</sup>	59.85±1.09 <sup>bB</sup>	66.13±0.48 <sup>bA</sup>
	SRCM104168	27.82±0.63 <sup>aD</sup>	43.43±1.33 <sup>cC</sup>	52.74±0.37 <sup>B</sup>	58.87±1.61 <sup>cA</sup>
	SRCM104466	30.58±1.02 <sup>bC</sup>	56.79±1.34 <sup>aB</sup>	69.03±1.54 <sup>aA</sup>	69.05±1.21 <sup>aA</sup>
Amino type nitrogen content (mg/100 g)	SRCM104104	196.92±2.26 <sup>cD</sup>	432.95±8.22 <sup>cC</sup>	545.54±13.52 <sup>bB</sup>	608.88±3.17 <sup>bA</sup>
	SRCM104168	162.61±9.01 <sup>aD</sup>	333.93±9.26 <sup>cC</sup>	399.94±11.34 <sup>B</sup>	503.67±15.77 <sup>cA</sup>
	SRCM104466	247.69±7.51 <sup>aD</sup>	590.10±5.74 <sup>aC</sup>	679.60±5.69 <sup>aA</sup>	623.51±3.49 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup>The fermented soybean products were using the 3 strains of *B. subtilis* SRCM104104, *B. velezensis* SRCM104168 and *B. amyloliquefaciens* SRCM104466.

<sup>2)</sup>Value are mean±SD (n=3)

<sup>3)</sup>Different small letters (a, b, c, etc.) in the same column indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ( $p<0.05$ )

<sup>4)</sup>Different capital letters (A, B, C, etc.) in the same row indicate a significant difference according to Duncan's multiple test ( $p<0.05$ )

질지표로 알려진 아미노산성 질소는 유리아미노산의 아미노기의 질소나 carboxyl group을 측정하는 것으로 유리되는 아미노산이 많으면 증가한다(Ku 등, 2014). 본 연구결과 된장의 아미노산성 질소 함량은 균주를 달리하여 제조되었을 때 다른 함량을 나타내며, 선발된 균주를 이용하여 제조된 된장은 감칠맛에 영향을 더 미칠 것으로 판단된다.

#### 조미저염된장의 유기산, 유리당

조미저염된장의 유기산 및 유리당을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 유기산은 된장의 풍미 형성에 영향을 주며, 적당량은 보존성에도 관여하는 중요한 성분으로 본 연구결과 4종의 유기산이 검출되었다. 선발된 균주를 이용한 된장은 유기산은 citric acid와 lactic acid의 함량이 높은 결과를 보였는데, 이들은 상쾌하고도 감미로운 신맛을 가지고 있어 된장의 풍미를 높여준다(Kim과 Rhee, 1993). 또한 citric acid와 lactic acid는 원료인 콩과 된장의 숙성과정 중 생육하는 내염성 젖산균과 고초균의 작용에 의해 생성된

것으로 보고된 바 있는데(An 등, 1987). 본 연구에서 선발된 균주인 고초균 및 황국균의 높은 효소활성으로 인해 콩 원료 유래 lactate를 많이 생성된 것으로 판단되었으며, 균주의 상이함으로 인하여 유기산의 함량이 다른 것으로 생각되어진다. 그러나 정확한 메커니즘은 각 원료 발효물의 발효과정의 microflora 분포를 추가 분석해야 될 것으로 보여진다.

장류의 유리당은 메주의 각종 미생물에 의해 생성되는 효소가 전분질원인 찹쌀이나 멥쌀을 가수분해하여 단맛에 관여하는 유리당을 생성한 것으로(Park 등, 1995b) 발효조건 및 미생물이 서로 상이하면 균주에 따라 검출되는 당의 양 및 종류에 차이가 있다고 보고되고 있다(Kim 과 Kim, 1999). 본 연구결과 선발된 균주를 이용한 된장에서는 glucose가 가장 높은 함량을 보였으며, 대조군에 비하여 maltose, glucose 함량이 높은 것으로 나타났다. 된장의 유리당 함량 차이는 당의 발효나 대사에 관여하는 미생물의 종류와 생육조건 및 당화효소의 차이로 인한 것으로 판단되었다.

**Table 3. Physicochemical characteristics of low-salt *doenjang* for flavoring**

Physicochemical characteristics	Control <sup>1)</sup>	Sample <sup>2)</sup>
pH	6.68±0.04 <sup>3)</sup>	6.67±0.01
Titrateable acidity	0.33±0.01	0.34±0.00
Salt content (%)	8.05±0.07	8.15±0.02
Moisture content (%)	49.91±0.33	50.87±0.58
Amino type nitrogen content (mg/100 g)	438.02±7.83	469.71±1.92 <sup>*4)</sup>

<sup>1)</sup>*Doenjang* made with fermented products using commercial strains  
<sup>2)</sup>*Doenjang* made with fermented products using selected strains  
<sup>3)</sup>Value are mean±SD (n=3)  
<sup>4)</sup>Significant differences were compared with the control at \**p*<0.05 in the same row by Levene's t-test

**Table 4. Organic acid and free sugar contents of low-salt *doenjang* for flavoring (unit: mg/100 g)**

Constituents	Control <sup>1)</sup>	Sample <sup>2)</sup>	
Organic acid	Oxalic acid	632.00±5.09 <sup>3)</sup>	244.90±3.63 <sup>***4)</sup>
	Citric acid	187.14±4.94	515.50±2.25 <sup>***</sup>
	Succinic acid	761.77±5.06	425.88±14.85 <sup>***</sup>
	Lactic acid	233.32±14.06	516.95±14.71 <sup>***</sup>
Free sugar	Maltose	427.55±12.23	598.54±1.04 <sup>**</sup>
	Glucose	2658.92±43.06	3787.64±6.93 <sup>***</sup>
	Fructose	454.07±7.39	412.99±6.63 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup>*Doenjang* made with fermented products using commercial strains  
<sup>2)</sup>*Doenjang* made with fermented products using selected strains  
<sup>3)</sup>Value are mean±SD (n=3)  
<sup>4)</sup>Significant differences were compared with the control at \*\**p*<0.01, \*\*\**p*<0.001 in the same row by Levene's t-test

**조미저염된장의 유리아미노산**

조미저염된장의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 선발된 균주를 이용한 된장의 총 유리아미노산 함량은 4,030.41 mg%로 더 높은 함량을 나타내었다. 지미성분 강화를 위해서는 glutamic acid 분해를 유도하는 것이 좋고 쓴맛은 methionine, isoleucine, leucine 등의 유리아미노산과 peptide에 의해 주로 좌우되므로 맛의 조화면에서 적당한 고미를 유지할 필요가 있다. 본 연구결과 선발된 균주를 이용한 된장의 glutamic acid와 aspartic acid 함량이 높은 결과를 나타내었으며, 쓴맛을 나타내는 methionine, isoleucine, leucine도 높은 결과를 나타내었다. 감미를 나타내는 glycine, alanine, lysine은 선발된 균주를 이용한 된장이 높은 함량을 나타내었다. 장류의 유리아미노산은 원료배합, 미생물, 발효기간 및 조건에 따라 조성도와 함량이 다르게 나타날 수 있다고 보고하였는데(Shin 등, 2010), 본 연구결과 유사한 경향을 나타내었다. 아미노산 함량이 높아도 유리아미노산의 함량이 낮으면, 원료의 주성분에서 유래하는 특유의 구수한 맛이 감퇴한다는 결과(Kim, 2004)를 고려할 때 본 연구결과와 유리아미노산 함량의 결과는 된장의 맛에 중요한 요인으로 미칠 것으로 판단되었다.

**조미저염된장의 핵산관련물질**

조미저염된장의 핵산관련물질을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 핵산관련물질은 1913년 Kodama (Koadama, 1913)에 의해 알려졌고, 그 자체가 고기 맛을 갖고 있고 식품 내의 특정 풍미를

**Table 5. Free amino acid contents of low-salt *doenjang* for flavoring (unit: mg%)**

Amino acids	Control <sup>1)</sup>	Sample <sup>2)</sup>
Phosphoserine	55.71±1.67 <sup>3)</sup>	65.36±0.92 <sup>**4)</sup>
Aspartic acid	213.21±4.26	320.06±6.72 <sup>***</sup>
Threonine	82.99±1.41	130.7±2.88 <sup>***</sup>
Serine	78.45±1.26	83.82±2.43 <sup>*</sup>
Glutamic acid	414.37±12.43	510.53±9.19 <sup>***</sup>
α-Aminoadipic acid	42.26±0.80	45.48±1.32 <sup>*</sup>
Glycine	80.89±2.43	95.25±2.57 <sup>**</sup>
Alanine	255.21±4.08	339.78±6.46 <sup>***</sup>
Valine	175.99±2.11	236.03±5.43 <sup>***</sup>
Cystine	28.94±0.61	34.78±0.90 <sup>**</sup>
Methionine	126.67±3.29	161.38±3.23 <sup>***</sup>
Isoleucine	260.53±4.17	271.96±5.17 <sup>*</sup>
Leucine	286.97±5.74	304.54±7.61 <sup>*</sup>
Tyrosine	122.19±2.44	176.57±2.12 <sup>***</sup>
Phenylalanine	184.63±3.69	281.61±8.17 <sup>***</sup>
b-Alanine	61.96±0.87	52.93±1.53 <sup>**</sup>
β-Aminoisobutyric acid	60.31±1.45	63.81±1.66
ρ-Aminobutyric acid	22.77±0.27	30.23±0.51 <sup>***</sup>
Tryptamine	34.18±0.58	36.61±0.99 <sup>*</sup>
Ethanol amine	15.67±0.28	16.44±0.28 <sup>*</sup>
Ammonia	77.01±1.08	86.67±0.95 <sup>***</sup>
Hyls	2.29±0.02	29.06±0.61 <sup>***</sup>
Ornithin	42.34±1.19	89.23±2.32 <sup>***</sup>
Histidine	231.33±2.78	276.43±5.53 <sup>***</sup>
Lysine	45.56±0.55	68.66±1.03 <sup>***</sup>
3-Methylhistidine	10.57±0.22	12.48±0.36 <sup>**</sup>
Arginine	129.93±1.82	210.01±6.30 <sup>***</sup>
Total	3142.93±62.12	4030.41±88.06 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>*Doenjang* made with fermented products using commercial strains  
<sup>2)</sup>*Doenjang* made with fermented products using selected strains  
<sup>3)</sup>Value are mean±SD (n=3)  
<sup>4)</sup>Significant differences were compared with the control at \*\**p*<0.01, \*\*\**p*<0.001 in the same row by Levene's t-test

변화시키는 것으로 알려져 있다(Titus, 1964; Titus 등, 1963). 본 연구결과 핵산관련물질은 hypoxanthine, inosine, IMP (5'-inosinic acid), AMP (adenylic acid) 순으로 높게 나타났으며, 선발된 균주를 이용한 된장이 IMP를 제외하고 나머지 3가지 물질 중에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. AMP는 AMP deaminase에 의한 탈 아미노 반응을 거쳐 IMP로 분해되고, IMP는 시간이 지남에 따라 효소적 작용에 의해 inosine또는 hypoxanthine 분해되며, inosine 또한 최종적으로 hypoxanthine으로 분해된다고 하였는데(Pyun과 Hwang, 1988) 본 연구결과 각각의 핵산관련물질이 분해되어 최종 hypoxanthine으로 분해되어 가장 높은 함량을 나타낸 것으로 판단되었다. 핵산관련물질은 자체의 정미도 인정되지만 유리아미노산 중 aspartic acid, glutamic acid와 함께 umami taste를 증진시키는 효과가 있으며, kokumi의 맛을 내는데 중요한 역할을 한다. 이로 미루어 볼 때 된장의 맛에 유리아미노산과 공존

**Table 6. Nucleotides related compound contents of low-salt doenjang for flavoring** (unit: mg/100 g)

Nucleotides Related Compounds	Control <sup>1)</sup>	Sample <sup>2)</sup>
IMP (mg/100 g)	4.20±0.05 <sup>3)</sup>	4.28±0.04
Hypoxanthine (mg/100 g)	16.31±0.26	21.41±0.30*** <sup>4)</sup>
AMP (mg/100 g)	3.16±0.04	3.36±0.01**
Inosine (mg/100 g)	8.06±0.03	13.06±0.11***

<sup>1)</sup>Doenjang made with fermented products using commercial strains

<sup>2)</sup>Doenjang made with fermented products using selected strains

<sup>3)</sup>Value are mean±SD (n=3)

<sup>4)</sup>Significant differences were compared with the control at \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  in the same row by Levene's t-test

하여 풍미를 증진시킬 것으로 판단되며, 선발한 균주로 제조한 된장은 다양한 아미노산과 핵산물질로 인해 풍부한 맛을 낼 것으로 판단되었다.

## 요 약

본 연구에서는 조미용 저염된장을 개발하기 위해 정미성과 안전성이 우수한 고초균과 황국균을 이용하여 쌀 및 콩 발효액을 제조하고 숙성시키면서 이에 따른 장류 적용 특성을 분석하고 이를 조미용 저염된장에 적용하고자 하였다. 선발된 균주 3종을 이용하여 쌀과 콩의 발효물을 제조하였고 숙성기간에 따른 품질특성 변화를 확인하였다. 그 결과 쌀, 콩 발효물 모두 숙성기간에 따라 pH는 감소하고 적정산도, AN, 총당 및 환원당은 증가하는 경향을 보였으며 염도와 수분은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 결과 콩, 쌀발효물의 발효 균주 및 숙성기간은 AN, 총당, 환원당 증가를 보인 균주 및 기간으로 선정하였다(콩: SRCM102487 및 3주, 쌀: SRCM104466 및 6일). 숙성으로 선정하였다. 최종 선발된 균주와 대조구의 균주를 이용하여 각 발효물을 제조, 혼합한 후 조미저염된장을 제조한 후 특성을 비교하였다. 된장의 이화학적 특성인 pH와 적정산도, 염도는 유의적인 차이가 없으며, 아미노산성 질소 함량은 선발된 균주를 이용한 된장이 더 높은 함량을 보여주었다. 선발된 균주를 이용한 된장의 유기산은 citric acid와 lactic acid가 주요 유기산으로, 유리당은 glucose가 주요 유리당으로 나타났다. 된장의 유리아미노산 함량은 선발된 균주를 이용한 된장이 지미, 고미, 감미를 나타내는 아미노산 성분의 함량이 더 높은 결과를 보여주었다. 핵산관련물질은 hypoxanthine, inosine, IMP, AMP 순으로 높게 나타났으며, 선발된 균주를 이용한 된장이 IMP를 제외하고 나머지 3가지 물질 중에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 이와 같이 쌀과 콩을 선발된 균주로 발효하여 이를 된장에 적용하였을 때 다양한 아미노산과 핵산물질로 인해 된장의 풍미를 증진시키고 산업적으로 적용가능한 조미저염된장 제조가 가능할 것으로 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 맞춤형혁신식품 및 친연안심소재 기술개발사업(320014-2)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## References

An HS, Bae JS, Lee TS. Comparison of free amino acids, sugars,

- and organic acids in soy bean paste prepared with various organisms. *J. Korean Agric. Chem. Sci.* 30: 345-350 (1987)
- Chae HJ, In M, Kim MH. Production and characteristics of enzymatically hydrolyzed soy sauce by the treatment using proteases. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 784-787 (1997)
- Jeong EJ, Yoon HS, Kim JJ, Hong ST, Kim SY, Gil NY. Quality characteristics of whole soybean meju doenjang prepared with addition times and starter contents. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 47: 1159-1168 (2018)
- Jung SW, Kwon DJ, Koo MS, Kim YS. Quality characteristics and acceptance for doenjang prepared with rice. *J. Korean Agric. Chem. Sci.* 37: 266-271 (1994)
- Kim JG. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste-amino nitrogen, amino acids, and color. *J. Food Hyg. Safety* 19: 31-37 (2004)
- Kim JD, Choi M, Ju JS. A study on correlation between blood pressure and dietary Na, K intakes pattern in the family members of normal and cerebrovascular disease patients. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 24-29 (1995)
- Kim DH, Kim SH. Biochemical characteristics of whole soybean cereals fermented with *Mucor* and *Rhizopus* strains. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 176-182 (1999)
- Kim MJ, Rhee HS. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation (3). *Korean J. Food Cook Sci.* 9: 257-260 (1993)
- Koadama S. On a procedure for separating inosinic acid. *J. Tokyo Chem. Soc.* 34: 751 (1913)
- Ku KH, Park K, Kim HJ, Kim Y, Koo M. Quality characteristics of doenjang by aging period. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 720-728 (2014)
- Lee EJ, Hurh BS, Lee I. Development of ready-to-use starters for the production of doenjang. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* 47: 234-241 (2019)
- Lee KH, Lee KH, Choi HS, Hwang KA, Song J. Quality changes in doenjang upon fermentation with two different *Bacillus subtilis* strains. *J. East Asian Soc. Diet Life* 26: 163-170 (2016)
- Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. Quality characteristics of rice-doenjang during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J. Food Nutr.* 25: 505-512 (2012)
- Mannheim A, Cheryan M. Enzyme-modified proteins from corn gluten meal: preparation and functional properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69: 1163-1169 (1992)
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Sodium reduction report for the food industry (Doenjang), Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea, pp. 16-18 (2016)
- Park KY, Hwang KM, Jung KO, Lee KB. Studies of the standardization of Doenjang (Korean soybean paste) 1. Standardization of manufacturing method of Doenjang by literatures. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 343-350 (2002)
- Park BJ, Jang KS, Kim DH, Yook HS, Byun MW. Changes of microbiological and physicochemical characteristics of Doenjang prepared with low salt content and gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 79-84 (2002)
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (Doenjang) prepared with different microbial sources. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 609-615 (1994)
- Park JS, Lee MY, Lee TS. Compositions of sugars and fatty acids in soy bean paste prepared with different microbial sources. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 917-924 (1995)
- Pyun JW, Hwang IK. Study on free amino acids (glutamic acid) and nucleotide relating substances of various foods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 4: 33-40 (1988)
- Seon YK, Park JS, Yang EJ. Isolation of microorganism with high protease activity from Doenjang and production of Doenjang with isolated strain. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 50: 79-87 (2021)
- Shin DH, Kang KS, Lee JY, Jeong DY, Han GS. On chemical characteristics of sour doenjang (fermented soybean paste). *J. Food Hyg. Safety.* 25: 360-366 (2010)
- Titus DS. The nucleotide story. In symposium on flavor potentiation, Arthur D. Little, Inc., Cambridge, Mass. (1964)
- Titus, DS, Klis JB. Product improvement with flavor enhancers, *Food Proc.* 24: 150 (1963)
- Yoon DI. A study on the Asian fermented soybean sauce culture. *Asian Comp. Folk* 34: 155-215 (2007)