

## 다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 일반적 특성과 항산화 효과

오세인<sup>1</sup> · 성정민<sup>2</sup> · 이근종<sup>3</sup>

<sup>1</sup>서일대학교 식품영양과

<sup>2</sup>한국식품연구원

<sup>3</sup>승의여자대학교 식품영양과

### Physicochemical Characteristics and Antioxidative Effects of Barley Soybean Paste (*Doenjang*) Containing Kelp Extracts

Se In Oh<sup>1</sup>, Jung Min Sung<sup>2</sup>, and Kun Jong Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Seoil University

<sup>2</sup>Korea Food Research Institute

<sup>3</sup>Department of Food and Nutrition, Soongeui Women's College

**ABSTRACT** This study evaluated the quality characteristics and antioxidant activities of barley *Doenjang* (soybean paste) containing various contents (4, 12, and 20%) of kelp extracts. After 60 days of fermentation, pH, acidity, and viscosity of *Doenjang* were 5.80~6.86, 0.57~1.87%, and 4,913.3~9,333.3 cps, respectively, showing significant differences according to content of kelp extracts. Amino-type nitrogen contents was 902.60~921.90 mg%. For color values, L and b values increased significantly ( $P<0.001$ ), whereas a value decreased slightly according to kelp extracts. DPPH radical scavenging effect ( $IC_{50}$ ) for butylated hydroxyanisole ranged from 10.28 mg/mL to 23.23 mg/mL. DPPH radical scavenging effects of control was highest among the samples. The total polyphenol and flavonoid contents were 12.72~16.37 mg tannic acid equivalence/g, and 0.98~1.56  $\mu$ g rutin equivalence/g, respectively. Initial counts of total bacteria and lactic acid bacteria were 7.20~7.57 log CFU/g, and 4.20~4.71 log CFU/g respectively, showing significant difference according treatment and fermentation ( $P<0.05$ ). In the sensory evaluation, 20% kelp extract *Doenjang* (5.6) showed higher overall acceptability than other samples (6.5) ( $P<0.01$ ). Especially, umami taste (6.1) and texture (6.4) of 20% kelp extract *Doenjang* were higher than those of control ( $P<0.05$ ). These results suggest that *Doenjang* containing kelp extracts, will be good for industrial fields.

**Key words:** antioxidative effect, *Doenjang*, DPPH, polyphenol, flavonoid

## 서론

된장은 예로부터 내려온 우리나라의 대표적인 전통 대두 발효식품으로 고유한 풍미를 지니고 있으며 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라 항암, 혈당 강하, 항돌연변이, 항산화 작용, 혈관질환 예방, 항비만 및 항균작용과 같은 다양한 생체 조절 기능이 보고됨에 따라 기능성 식품으로 관심이 증가되어 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(1-7).

특히 된장의 주재료인 대두는 이소플라본(isoflavone)과 토코페롤(tocopherol)을 함유하고 있을 뿐만 아니라 발효, 숙성 과정 중에 미생물과 여러 종류의 효소들의 작용으로 대두에 존재하지 않았던 카페산(caffeic acid)과 페룰산(ferulic acid) 등의 유리 페놀산(phenolic acid) 등의 항산화 성분의 함량이 증가되어 대두 발효식품은 비발효식품에

비하여 항산화능이 강화되므로 된장은 항산화 성분의 공급원으로 가치가 있다고 볼 수 있다(8-13).

최근 된장에 각종 버섯류, 녹차, 다시마, 고구마, 유자즙 등 다양한 재료를 첨가하여 맛과 기능성을 향상시키려는 연구들이 이루어지고 있다(14-19). 다시마(*Laminaria japonica* Areschoug, kelp)는 갈조류에 속하는 다시마과의 한 속으로 허준의 '동의보감'에 '다시마(海帶)는 종기(疝氣), 아랫배가 아픈 병을 다스리고 수종(水腫)을 내리는 효과가 있다'고 기록(20)되어 있으며 주로 생으로 무쳐서 먹거나 국물을 내는 데 이용한다.

다시마는 단백질과 지질의 함량은 낮으나 비타민 및 무기질, 마그네슘, 칼슘, 요오드, 철 등의 함량이 높다. 특히 다른 해조류에 비해 요오드의 함량이 매우 높으며 요오드는 갑상선의 기능에 매우 중요한 역할을 하는 영양소로서 갑상선기능항진증이 있는 경우를 제외하고는 거의 모든 현대인에게 필수적인 영양소이다. 현대인들은 원자력발전소, 핵실험, 병원에서의 방사선노출 등으로 인해 과거에 비해 많은 방사능

Received 11 September 2014; Accepted 2 December 2014

Corresponding author: Kun Jong Lee, Department of Food and Nutrition, Soongui Women's College, Seoul 100-751, Korea  
E-mail: kunjong2@naver.com, Phone: +82-10-5560-4850

물질에 노출되어 있을 뿐만 아니라 일본 후쿠시마 원전사고 이후 방사능 과다노출에 대한 우려가 증가하고 있다. 다시마의 요오드는 방사능 물질의 예방 차원에서 더 높은 기능성 가치가 있다고 본다(21). 또한 다시마에는 알긴산(alginate), 후코이단(fucoidan), 라미나란(laminaran) 등 생리활성이 강한 다당류를 많이 포함하고 있어 기능성 소재나 건강식품으로 다양하게 이용되고 있다. 알긴산은 다시마의 미끈거리는 성분으로 건조한 다시마의 20% 정도가 함유되어 있는데 콜레스테롤 합성 저하, 혈압 상승 억제, 항암, 중금속 해독능력이 매우 뛰어나고(22-25), 대장 기능에 도움을 줄 뿐 아니라 지방의 흡수를 방해해 당뇨 유발시킨 쥐의 다이어트에 도움을 준다(26). 후코이단은 분자구조 내에 후코스라는 당을 함유한 산성 다당이고, 라미나란은 베타 글루칸( $\beta$ -glucan) 구조의 중성 다당으로 모두 헤파린과 같은 혈액응고 저해, 항암, 항콜레스테롤, 혈압 조절 등의 효능이 있다. 또한 다시마는 유리라디칼을 제거하는 특성이 있어서 노화와 성인병을 방지하는 데 효과가 있다는 보고가 있다(22-26).

따라서 본 연구에서는 여러 효능이 있다고 알려진 다시마를 첨가한 보리된장의 식품영양학적 평가 및 기능성 물질 발굴을 통하여 식품의 이용가치 및 가공식품 개발 가능성을 평가하고자 항산화 효과가 어느 정도인지 확인해 보고자 한다. 다시마 물 추출물의 함량을 달리한 보리된장의 일반적인 보리된장의 특성으로 pH 및 산도, 수분 함량, 점도, 색도, 아미노태 질소를 분석하였고, 보리된장의 항산화 효과를 비교 분석하고자 DPPH 라디칼 소거능, 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 조사하였다. 미생물로는 총균수와 젖산균수 등을 조사하였고 관능검사를 실시하여 기호도를 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시료 제조

국내산 콩을 원료로 하여 재래식 방법으로 2013년 생산된 메주를 전라도 지역에서 구매하여 된장 제조에 사용하였다. 간수를 뺀 국내산 천일염(Shinan, Korea)을 17% 소금물에 깨끗이 손질된 메주를 넣어 45일간 항아리에서 숙성시

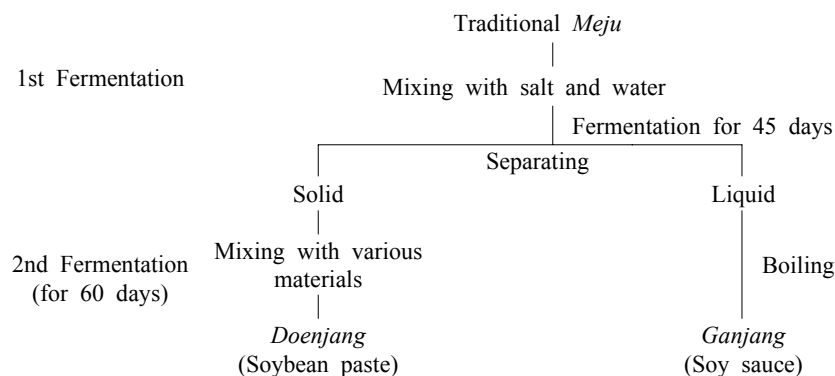


Fig. 1. Manufacture processing of traditional Doenjang.

Table 1. Formula for barley Doenjang added with various kelp extracts

Sample (g)	Treatment (g) <sup>1)</sup>			
	Con	4%	12%	20%
Meju Solid	1,440	1,440	1,440	1,440
Liquid (Ganjang)	500	400	200	0
Boiled barley	300	300	300	300
Boiled soybean	200	200	200	200
Salt	110	110	110	110
Kelp extract	0	100	300	500
Total	2,550	2,550	2,550	2,550

<sup>1)</sup>Con: Control, barley soybean paste without kelp water extracts, 4%: barley soybean paste added with 4% kelp water extracts, 12%: barley soybean paste added with 12% of kelp water extracts, 20%: barley soybean paste added with 20% of kelp water extracts.

킨 후 액체와 고체 부분을 분리하였다. 액체 부분은 달여서 간장으로 만들고 거르고 남은 건더기는 된장을 제조하지만 (Fig. 1), 간장을 거르지 않고 된장만을 제조하는 경우는 간장을 거를 때보다 맛과 영양이 우수하다고 보고되고 있다(27). 이렇게 전통식으로 걸러진 된장에 보리밥과 다시마 추출물을 Table 1과 같은 배합비로 제조하여 항아리에 넣어 60일간 발효시키면서 실험을 실시하였다. 다시마는 전남 완도산을 이용하였으며 이때 사용된 다시마 추출액은 다시마 600 g을 1,000 mL에 물을 넣어 20분간 가열하여 사용하였다.

### pH와 산도

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 pH와 산도는 시료 1 g을 증류수 60 mL를 넣어 충분히 균질화한 후 시료로 이용하였으며 pH는 pH 미터기(version 1.1.0, Mettler Toledo T50, Greifensee, Switzerland)로, 산도는 계측기(Mettler Toledo T50)로 중화 적정법 원리에 의해 자동 적정하여 다음 공식에 의하여 계산된 값으로 구하였다. 이때 산도는 젖산균의 산도를 기준으로 계산되었다(28).

$$\text{산도}(\%) = \frac{0.9 \times 0.1 \text{ N NaOH (mL)} \times F}{\text{시료의 무게(g)}}$$

F: factor of 0.1 N NaOH

### 아미노태 질소

다시마 추출물의 첨가량에 따라 보리된장의 아미노태 질소 측정을 위해서 아미노태 질소 측정기(version 1.1.0, Mettler Toledo T50)를 이용하여 시료를 약 0.2 g씩 적정 용 비커에 담아 증류수로 60 mL까지 희석한 후 2회씩 측정하였다(29).

### 미생물

무균적으로 시료를 10 g을 취한 후 멸균된 0.85% saline 용액으로 10배 희석하여 stomacher(Bagmixer R400, Interscience, Saint Nom, France)로 균질화한 후 단계 희석하여 실험을 실시하였다. 시험용액 및 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시에 무균적으로 취하여 agar 약 15 mL를 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음 총균수와 젖산균은 37°C에서 48시간 배양하며 대장균은 37°C에서 24시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다. 사용한 배지는 총균수는 plate count agar(Difco, Detroit, MI, USA), 젖산균은 MRS agar(Difco)이었다.

### 점도

보리된장의 점도 측정을 위해서 Brookfield 점도계(DV-II<sup>+</sup> Pro, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, MA, USA)를 이용하여 시료를 비커에 50 g씩 담아 측정하였다. Brookfield 점도계를 이용하여 여기에 spindle No. 6(Brookfield Engineering Laboratories)로 된장의 점도를 3회씩 측정하였다(30).

### 색도

색도는 분광측색계(Chroma meter CR-400, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도를 나타내는 L 값(lightness), 적색도를 나타내는 a 값(redness), 황색도를 나타내는 b 값(yellowness)을 측정하였다. 농도별로 다시마 추출물을 첨가하지 않은 군과 첨가한 군 간의 색도를 각각 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 이때 사용한 표준 백색판의 L 값은 94.34, a 값은 -0.63, b 값은 2.74였다(31).

### 총 페놀 및 플라보노이드 함량

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 총 폴리페놀 함량은 Singleton 등(32)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 동결 건조된 된장 0.5 g을 75% 에탄올 50 mL에 첨가하고, shaker(LSI-3016A, Daehan Lab. Tech. Co., Seoul, Korea)로 24시간씩 2회 걸쳐 추출하여 filter paper No. 2(GE Healthcare Life Science, Buckinghamshire, UK)로 거른 후 사용하였다. 걸러진 에탄올 추출물 0.1 mL, 증류수 0.1 mL, Folin-Ciocalteu's 페놀시약 1 mL를 넣어 충분히 혼합하고 7.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.8 mL를 가하여 30분 동안 방치한 후

760 nm에서 UV/Vis spectrophotometer(Libra S22, Biochrom, Cambridge, UK)로 측정하였다. 검량선은 tannic acid(TA)를 75% EtOH에 녹여서 위와 같은 방법으로 측정하여 작성하였고, 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준곡선으로 하여 그 양(mg TAE/g)을 환산하여 나타내었다.

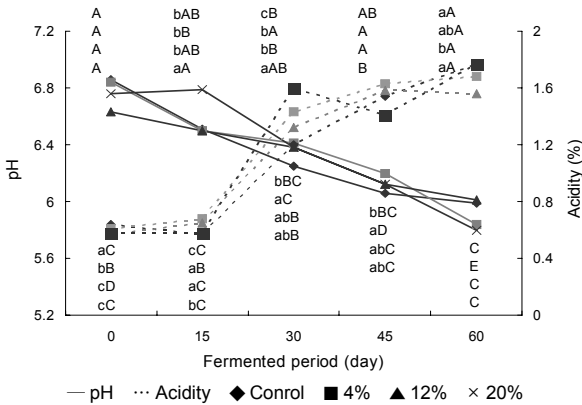
플라보노이드 함량은 AOAC(33)의 방법을 일부 변형하여 Choe(34)의 방법에 의해 측정하였다. 추출은 위의 방법과 동일하며 추출되어진 시료를 5배 희석하여 100 mL에 90% diethylene glycol 0.9 mL를 넣고 혼합한다. 여기에 1 N NaOH 20 µL를 넣고 1시간 동안 수욕조 상에 둔 후 420 nm에서 측정한다. 총 플라보노이드 함량은 동결 건조한 보리된장 1 g당 µg rutin을 표준곡선으로 하여 그 양(µg RE/g)을 환산하여 나타내었다.

### DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Senba 등(35)의 방법에 따라서 측정하였다. 동결 건조한 시료 2.0 g에 에탄올 50 mL를 첨가하여 shaking water bath(40°C, 150 rpm)에서 24시간씩 2회 추출한 후 filter paper(Whatman No. 2, FE Healthcare Life Science, Buckinghamshire, UK)로 걸러 상층액을 모은 후 40°C evaporator(R-210, Büchi-rotavator, Flawil, Switzerland)로 농축시켜 시료로 이용하였다. 시료 농축물의 농도를 0.01 g/mL가 되도록 에탄올에 녹여서 0.2 µM 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고 교반한 다음 37°C water bath에서 30분 동안 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer(Libra S22, Biochrom)를 이용하여 흡광도 517 nm에서 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 대조군의 흡광도를 100%로 하였을 때 시료 농도별 저해율을 구하고, 흡광도 검량선은 BHA를 에탄올에 녹여서 µg BHA/mL의 항산화력으로 나타내었다. 보리된장에 다시마 추출물의 함량을 달리하여 보리된장의 IC<sub>50</sub>(mg/mL)을 각각 나타내었다.

### 관능검사

관능검사 패널은 3점법으로 훈련된 여대생을 대학생 20명을 선정하여 실시하였다. 9점법을 이용하였으며 차이 특성은 특성의 왼쪽 1점에 가까울수록 강도가 약하고 특성의 오른쪽 9점에 가까울수록 강해지는 것을 나타내도록 실험하였다. 시료는 10 g씩 사기 접시에 담아서 제공하였으며 중간에 물로 세척을 하면서 평가하였다. 된장의 맛이 짜므로 동반 식품으로 오이를 2×3 cm씩 잘라서 같이 먹으면서 1회 관능검사 후 물로 입안을 씻어 내면서 평가하였다. 평가 항목은 색(color), 향미(flavor), 질감(texture), 짠맛(salt taste), 감칠맛(umami taste), 전체적 기호도(overall acceptability)를 조사하였다. 보리된장의 기호도 검사로는 9점 평점법을 이용하였고 1점으로 갈수록 '아주 싫다', 9점으로 갈수록 '아주 좋다'를 표시하도록 하였다.



**Fig. 2.** pH and acidity of barley *Doenjang* added with kelp extracts. Means with the different letters (a-c) are significantly different depending on the ratio of kelp extracts. Means with the different letters (A-E) are significantly different depending on the fermented period.

**통계처리**

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며 그 결과를 SPSS 프로그램(Statistics Package for the Social Science, Ver. 12.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 분석하였다. 시료 간 유의성 검정은 one-way ANOVA와 two-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며  $P < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 군의 유의차 검정을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**pH와 산도**

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 pH와 산도는 Fig. 2에 나타내었다. 초기 대조군의 pH는 6.86이었고 다시마 추출물 첨가군의 pH는 6.84~6.76으로 나타났다. 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 특히 30일이 지나면서 대조군의 pH가 6.25로 현저하게 감소하였다. 다시마 추출물 첨가군 또한 저장기간이 지남에 따라 감소하여 저장 30일째 6.38~6.41 수준으로 감소하였다( $P < 0.05$ ).

된장 제조 당일부터 대조군의 산도는 0.64%였고 처리군의 산도는 0.61~0.58% 범위로 유의적으로 낮아졌다( $P < 0.05$ ). 저장기간에 따른 산도 결과는 pH와는 상반된 결과를 보였으며 저장 30일째 1.2~1.6% 수준으로 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 산도는 메주나 초기 된장 중에 생육한 미생물의 대사 작용으로 유기산이 증가되었기 때문에 담금 초기보다 증가하는 것으로 예상된다.

**아미노태 질소**

다시마 추출물을 달리하여 제조한 보리된장의 아미노태 질소의 함량을 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 아미노태 질소는 된장의 저장 중에 구수한 맛을 내는 발효 정도를 나타내는 판단 기준으로 아미노산의 감칠맛을 좌우한다.

**Table 2.** Amino-type nitrogen (NH<sub>2</sub>-N) of barley *Doenjang* added with kelp extracts after storage at 60 days

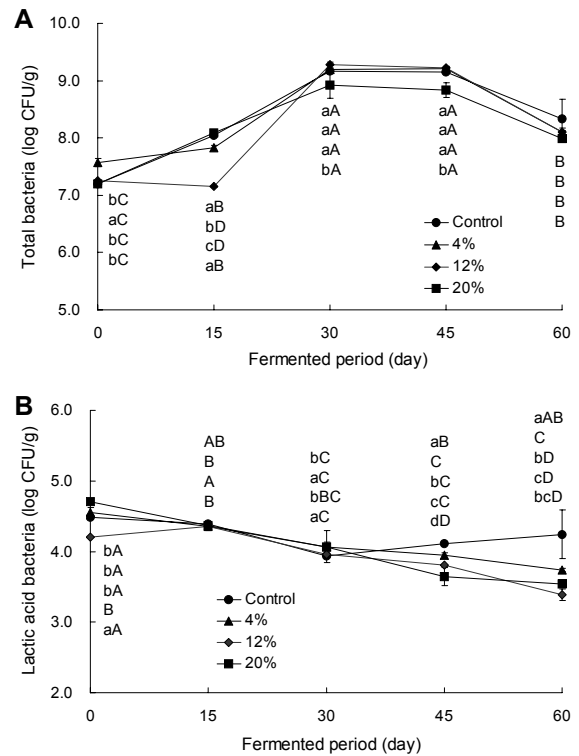
Con <sup>1)</sup>	Treatment (mg%) <sup>2)</sup>			F
	4%	12%	20%	
921.90	915.26	898.21	902.60	0.73
±33.2	±8.30	±0.79	±11.72	

<sup>1),2)</sup> Refer to Table 1.

따라서 장류 제품의 품질 규격은 300 mg% 이상으로 규정하고 있고(36), 발아 대두 및 검정콩으로 제조한 된장의 경우 발효 초기 306.38~369.39 mg%였다가 발효 90일이 지난 발아 검정콩 된장이 1,160.58~1,256.21 mg%로 증가한다고 보고되었다(37). 이는 된장의 제조과정에 따라 단백질의 변성도, 발효 미생물의 생육과 생성 조건, 시료 채취의 시기, 원료 배합, 유리아미노산의 조성 및 함량 등에 따라 이러한 차이가 있기 때문이라고 보고하였다(38). 하지만 본 연구의 결과 대조군과 다시마 처리군의 아미노태 질소 함량을 비교하였을 때 다시마 추출물의 함량이 아미노태 질소 함량 간에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 이는 초기에 메주에서 우려나온 간장을 후속 연구를 통하여 좀 더 규명해볼 필요가 있다.

**미생물**

다시마 추출물 함량을 달리한 된장의 미생물 변화는 Fig.



**Fig. 3.** Change of microbial count of barley *Doenjang* added with kelp extracts. Means with the different letters (a-d) are significantly different depending on the ratio of kelp extracts. Means with the different letters (A-D) are significantly different depending on the fermented period.

3과 같다. 초기 된장의 총균수는 7.20~7.57 log CFU/g 수준으로 다시마 추출액 함량에 의해서는 변화를 보이지 않았으며 모든 처리군에서 저장기간 동안 증가하다가 저장 45일 이후 감소하는 경향을 나타내었는데(Fig. 3A), 이는 Jang 등(39)의 연구 결과와 유사하였다. Yoo 등(40)의 연구에서도 숙성시기별로 생균수를 측정한 결과 0~20일 사이에 대부분의 미생물이 생성된다고 보고하였다. 저장 30일째 이후 다시마 첨가 함량이 가장 높은 20% 첨가 처리군이 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다( $P<0.05$ ). 이는 다시마가 가지고 있는 항균성분으로 사료되며 Oh 등(41)의 연구에서도 다시마 에탄올 추출물은 *B. subtilis*와 *E. coli*에 대하여 항균활성을 나타내었다고 보고하였으며, Kim 등(42)의 연구에서도 다시마 추출물이 충치균에 대해서도 항균활성이 있다고 보고하였다. 초기 젖산균수는 4.20~4.71 log CFU/g 수준이었으며 대조군을 제외하고 저장기간 동안 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 3B). 다시마 추출액의 함량이 증가할수록 젖산균수가 유의적으로 낮았다( $P<0.01$ ). 다시마의 항균활성이 젖산균수에도 영향을 미치는 것으로 생각된다. 된장의 주된 발효원인 메주의 미생물의 대부분은 *Firmicutes*인 것으로 조사되었으며 이는 *Bacillus*(*B.*)와 *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* 및 *Pediococcus* 속을 포함하는 젖산균들로 이루어졌으며 된장의 발효에 관여하는 주된 균주는 *B. licheniformis*, *B. pumilis*, *B. subtilis*로 동정되어 *Bacillus* 속 균주가 우점종으로 보고되었다(40,43).

**점도**

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 점도를 Table 3에 나타내었다. 제조 당일 대조군의 점도는 6,470 cps이었고 이것은 다시마 추출액의 함량에 따라 유의차가 없었다. 반면에 저장기일이 증가함에 따라 점도가 점차 증가하는 경향을 보여 30일 정도에는 7,566 cps로 급격히 증가하였고 저장 60일이 지나서는 7,670 cps의 점도를 나타내어 30일, 45일과 유사하였다. 4% 처리군의 함량은 저장 초기에는 6,966 cps이었고 60일에는 7,806 cps로 저장 기일에 따라 증가하여 대조군과 유사한 경향을 보였다. 4% 첨가 처리군도 저장

당일 6,680 cps이었다가 60일이 지나 8,266 cps를 나타내었으며, 20% 첨가 처리군도 6,816 cps이었던 점도가 저장 30일에는 8,900 cps를 나타내었으며 60일이 지나면서 9,333 cps로 가장 높게 증가하는 경향을 보였다( $P<0.05$ ). 이처럼 다시마의 첨가량에 따라 점도가 증가하는 것은 다시마에 많이 존재하는 함황 산성 다당류인 후코이단과 알긴산 성분(44)이 된장의 생리활성물질인 이소플라본 등과 상호 작용하여 발효기간에 따라 점성이 증가한 것으로 사료된다.

**색도**

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 색도를 Table 4에 나타내었다. 색도는 된장의 기호도를 결정하는 주요한 요인이라고 알려져 있다(44). 다시마 추출물을 첨가한 된장의 색도는 저장기간에 따라 L 값과 b 값이 유의적으로 감소하였고( $P<0.05$ ) a 값은 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 가시오가피와 당귀를 첨가한 된장에 관한 보고와 유사한 경향을 나타내었다(45). 재래식 된장은 간장을 빼내므로 같은 물질의 생성기전은 된장의 저장 기간 중에 지질분해반응과 중화반응으로 생성된 환원당과 아미노산이 화학반응을 일으켜서 멜라노이딘 물질을 생성하기 때문에 색의 변화를 나타내는 것으로 보고되었다(44). 반면에 간장을 빼지 않은 개량식 된장은 된장 내 유리아미노산이 메주에서 용출되어 단백질이나 펩타이드로부터 생성되어 당과 반응하여 된장의 색을 형성하게 된다고 보고하였다(44). 다시마 추출물의 양에 따른 색도 결과 a 값과 b 값은 저장기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $P<0.05$ ).

전체적인 대조군의 색차계수( $\Delta E$ )는 60일째에 유의차가 크게 나타났고( $P<0.05$ ), 저장 기일에 따라 증가하는 경향을 보였다. 반면에 농도에 따른 색차계수는 저장 4일에만 현저한 유의차를 나타냈다( $P<0.01$ ).

또한 다시마 추출물의 첨가 처리군 색차계수는 제조 0일에서부터 4일, 60일에만 유의차가 현저하게 나타내었다( $P<0.05$ ).

다시마 추출물 첨가와 저장 기간의 교호작용을 알아보기 위해 two way ANOVA 분석을 해 본 결과 L 값과 b 값은

**Table 3.** Viscosity of barley *Doenjang* added with kelp extracts

Day	Control (cps) <sup>1)</sup>	Treatment (cps) <sup>2)</sup>			F	F=Treat. × Day
		4%	12%	20%		
0	6,470.0±487.7 <sup>B3)4)</sup>	6,966.7±236.9 <sup>BC</sup>	6,680.0±394.0 <sup>C</sup>	6,816.7±328.8 <sup>CD</sup>	0.9	
4	4,913.3±1,063.1 <sup>C</sup>	4,793.3±540.8 <sup>D</sup>	5,236.7±386.8 <sup>D</sup>	6,243.3±1,278.9 <sup>D</sup>	1.6	
15	6,933.3±539.8 <sup>bcAB5)</sup>	6,849.5±680.1 <sup>cC</sup>	7,716.7±341.2 <sup>abAB</sup>	7,936.7±405.0 <sup>aBC</sup>	5.0*	37.05***
30	7,566.7±57.7 <sup>ba</sup>	7,733.3±230.9 <sup>baB</sup>	7,300.0±608.3 <sup>bBC</sup>	8,900.0±721.1 <sup>aAB</sup>	6.2*	
45	7,866.7±550.8 <sup>A</sup>	7,666.7±305.5 <sup>AB</sup>	7,666.7±665.8 <sup>AB</sup>	8,600.0±346.4 <sup>AB</sup>	2.5	
60	7,670.0±108.2 <sup>ba</sup>	7,806.7±179.3 <sup>ba</sup>	8,266.7±57.7 <sup>ba</sup>	9,333.3±723.4 <sup>aA</sup>	12.0*	
F-value	11.1***	20.8***	16.7***	8.7**		

<sup>1),2)</sup> Refer to Table 1.

<sup>3)</sup> Values are mean±SD (n=3). \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ .

<sup>4)</sup> Means with different capital letters (A-D) in a column are significantly different by the Duncan's multiple range test  $P<0.05$ .

<sup>5)</sup> Means with different small letters (a-c) in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test  $P<0.05$ .

**Table 4.** Hunter's value of barley *Doenjang* added with kelp extracts

Day	Con <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>			F	F=Treat. × Day
		4%	12%	20%		
L	0	36.20±0.1 <sup>dA3)4)</sup>	39.20±0.12 <sup>cA5)</sup>	39.60±0.05 <sup>aA</sup>	39.40±0.02 <sup>bA</sup>	2,494.77 <sup>***</sup>
	4	36.06±0.79 <sup>cAB</sup>	37.25±0.01 <sup>bb</sup>	38.83±0.03 <sup>aA</sup>	37.74±0.03 <sup>bb</sup>	25.30 <sup>***</sup>
	15	36.26±0.31 <sup>B</sup>	36.43±0.83 <sup>B</sup>	35.67±0.85 <sup>B</sup>	36.40±0.42 <sup>C</sup>	2.35
	30	34.15±0.21 <sup>bC</sup>	33.84±0.23 <sup>bd</sup>	35.72±0.70 <sup>ab</sup>	35.33±0.22 <sup>ad</sup>	15.52 <sup>**</sup>
	60	34.15±0.58 <sup>C</sup>	34.69±0.54 <sup>C</sup>	35.06±0.29 <sup>B</sup>	34.27±0.48 <sup>E</sup>	2.23 <sup>***</sup>
F	13.35 <sup>***</sup>	65.04 <sup>*</sup>	41.96 <sup>***</sup>	132.92 <sup>***</sup>		57.10 <sup>***</sup>
a	0	5.53±0.03 <sup>cB</sup>	5.51±0.02 <sup>c</sup>	5.91±0.17 <sup>bb</sup>	6.02±0.02 <sup>abC</sup>	379.98 <sup>***</sup>
	4	6.03±0.1 <sup>bAB</sup>	5.76±0.05 <sup>c</sup>	5.47±0.06 <sup>db</sup>	6.46±0.05 <sup>aA</sup>	220.651 <sup>***</sup>
	15	6.04±0.17 <sup>AB</sup>	5.40±0.99	5.95±0.12 <sup>B</sup>	5.67±0.43 <sup>CD</sup>	0.82
	30	6.23±0.19 <sup>abA</sup>	5.81±0.23 <sup>b</sup>	7.40±1.23 <sup>aA</sup>	6.19±0.02 <sup>abAB</sup>	3.57 <sup>***</sup>
	60	5.61±0.54 <sup>B</sup>	6.00±0.22	5.83±0.35 <sup>B</sup>	5.61±0.133 <sup>D</sup>	0.89 <sup>***</sup>
F	3.86 <sup>*</sup>	0.79	4.30 <sup>*</sup>	9.11 <sup>**</sup>		0.31
b	0	12.32±0.04 <sup>cA</sup>	13.03±0.06 <sup>b</sup>	14.01±0.02 <sup>aA</sup>	14.04±0.05 <sup>aA</sup>	1,024.47 <sup>***</sup>
	4	12.03±0.89 <sup>bA</sup>	12.27±0.06 <sup>ab</sup>	13.03±0.06 <sup>ab</sup>	12.95±0.04 <sup>ab</sup>	3.728 <sup>***</sup>
	15	12.24±0.69 <sup>A</sup>	11.40±1.80	12.02±0.38 <sup>C</sup>	12.04±0.19 <sup>C</sup>	0.41
	30	11.57±0.22 <sup>bAB</sup>	10.84±0.1 <sup>c</sup>	12.29±0.41 <sup>aC</sup>	11.91±0.16 <sup>abC</sup>	18.23 <sup>***</sup>
	60	10.41±1.02 <sup>B</sup>	11.17±0.83 <sup>c</sup>	11.30±0.43 <sup>D</sup>	11.26±0.33 <sup>D</sup>	1.07 <sup>***</sup>
F	3.95 <sup>*</sup>	3.04	28.33 <sup>***</sup>	111.33 <sup>***</sup>		34.17 <sup>***</sup>
ΔE	4	1.09±0.41 <sup>bC</sup>	1.07±0.01 <sup>b</sup>	2.73±0.04 <sup>a</sup>	1.90±0.06 <sup>bA</sup>	43.69 <sup>***</sup>
	15	1.22±0.30 <sup>BC</sup>	1.68±1.43	0.95±0.57	0.64±0.06 <sup>B</sup>	0.95
	30	2.30±0.28 <sup>AB</sup>	2.81±0.21	1.98±1.37	1.17±0.21 <sup>B</sup>	2.74
	60	2.87±1.07 <sup>A</sup>	2.00±0.79	1.63±0.27	2.21±0.56 <sup>A</sup>	1.43
F	6.0 <sup>*</sup>	2.19	2.86	16.74 <sup>***</sup>		

<sup>1),2)</sup> Refer to a Table 1.

<sup>3)</sup> Values are mean±SD (n=3). \*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001.

<sup>4)</sup> Means with different small letters (a-d) in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test P<0.05.

<sup>5)</sup> Means with different capital letters (A-D) in a column are significantly different by the Duncan's multiple range test P<0.05.

유의적인 차이가 있었다(P<0.001). 반면에 a 값은 처리군과 저장 기간 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

**항산화 활성 및 항산화 물질의 함량**

다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 항산화 활성 및 항산화 물질의 함량은 Table 5와 같다. 대조군과 다시마 첨가량에 따른 다시마 첨가군의 총 페놀 함량은 각각 12.72 mg TAE/g, 13.40 mg TAE/g, 14.65 mg TAE/g, 16.37 mg

TAE/g으로 나타났으며 다시마 추출물의 첨가량에 비례하여 총 폴리페놀의 함량도 증가하였다(P<0.001, Table 5). 해조류는 폴리페놀 같은 생리활성 화합물의 원료로 강한 항산화 활성을 가지고 있다고 보고되고 있다(46). Kim 등(47)의 연구에서 다시마의 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 각각 2.93(freeze-drying)~3.55(spray-drying) mg GAE/g과 2.75(freeze-drying)~3.18(spray-drying) mg GAE/g으로 보고하고 있어 본 연구에서 다시마 추출물에 비례하여

**Table 5.** DPPH radical scavenging effect, polyphenol, flavonoid, and yield of barley *Doenjang* added with kelp extracts

	BHA (µg/mL)	Con <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>			F
			4%	12%	20%	
DPPH IC <sub>50</sub> (mg/mL)	9.69±1.0	24.23±0.48 <sup>3)</sup>	24.83±0.0	16.98±0.20	10.28±0.13	1,951.7 <sup>***</sup>
Yield (%) <sup>4)</sup>		19.84	20.80	21.96	24.26	
Total polyphenol (mg TAE <sup>5)</sup> /g)	12.72±0.01 <sup>c8)</sup>		13.40±0.10 <sup>c</sup>	14.65±0.70 <sup>b</sup>	16.37±0.24 <sup>a</sup>	54.16 <sup>***</sup>
Yield (%) <sup>6)</sup>	25.01		24.50	23.57	21.77	
Flavonoid (µg RE <sup>7)</sup> /g)	0.98±0.03 <sup>d</sup>		1.25±0.05 <sup>c</sup>	1.32±0.02 <sup>b</sup>	1.56±10.03 <sup>a</sup>	149.24 <sup>***</sup>
Yield (%)	25.01		24.50	23.57	21.77	

<sup>1),2)</sup> Refer to a Table 1.

<sup>3)</sup> Values are mean±SD (n=3). \*\*\*P<0.001.

<sup>4)</sup> Wt (mg) of 100% ethanol extracts/ freeze-drying wt (g).

<sup>5)</sup> Tannic acid equivalence.

<sup>6)</sup> Wt (mg) of 75% ethanol extracts/ freeze-drying wt (g).

<sup>7)</sup> Rutin equivalence.

<sup>8)</sup> Means with different letters (a-d) in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test P<0.05.

**Table 6.** Sensory evaluation of barley *Doenjang* added with kelp extracts

Item	Con <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>			F
		4%	12%	20%	
Color	5.6±0.9 <sup>3)</sup>	6.1±1.4	5.2±1.8	5.6±0.6	1.8
Flavor	5.5±0.7	5.0±1.0	4.8±1.6	5.3±1.1	1.8
Salt taste	5.5±1.1	5.3±1.6	5.2±1.2	5.6±0.8	0.5
Umami taste	5.5±0.8 <sup>b4)</sup>	5.0±1.2 <sup>b</sup>	5.4±0.7 <sup>b</sup>	6.1±0.5 <sup>a</sup>	5.6 <sup>*</sup>
Texture	5.7±1.2 <sup>ab</sup>	5.2±1.3 <sup>b</sup>	5.4±1.5 <sup>b</sup>	6.4±0.5 <sup>a</sup>	3.9 <sup>*</sup>
Overall acceptability	5.6±0.9 <sup>b</sup>	4.9±1.3 <sup>c</sup>	5.7±0.7 <sup>b</sup>	6.5±0.5 <sup>a</sup>	10.8 <sup>***</sup>

<sup>1),2)</sup>Refer to Table 1.

<sup>3)</sup>Values are mean±SD (n=3). \* $P<0.05$ , \*\*\* $P<0.001$ .

<sup>4)</sup>Means with different letters (a-c) in a row are significantly different by the Duncan's multiple range test  $P<0.05$ .

총 페놀의 함량이 증가하는 것으로 사료된다.

다시마 첨가량에 따라 총 플라보노이드의 함량은 각각 0.98 mg RE/g, 1.25 mg RE/g, 1.32 mg RE/g, 1.56 mg RE/g으로 나타났으며 다시마 추출물의 첨가량에 따라 총 플라보노이드의 함량도 비례하여 증가하였다( $P<0.001$ , Table 5). 20% 처리군의 플라보노이드 함량이 대조군에 비해 0.48 mg RE/g 정도 높은 수준을 나타내어 다시마 추출물 중에 상당한 양의 플라보노이드가 존재함을 알 수 있다.

DPPH 50%를 제거하는 시료의 농도(IC<sub>50</sub>)로 값을 제시하였으며 0.01% BHA를 기준으로 하였다. 처리군의 IC<sub>50</sub>은 대조군이 24.23 mg/mL로 다시마 추출물 첨가가 증가함에 따라 각각 24.83 mg/mL, 16.98 mg/mL, 10.28 mg/mL로 나타나 다시마 추출물의 첨가량에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 높아 항산화 능력이 높은 것으로 밝혀졌다 (Table 5). 제주 일반 재래식 된장 4종류의 경우 에틸아세테이트 분획층에서 37.5~59.9 mg/mL의 IC<sub>50</sub> 값을 나타내는 것으로 보고되었고(48), 환원력을 가진 물질은 전자공여체로 작용하여 지질 과산화 과정의 중간생성물을 억제시켜 이차적인 항산화제 역할을 하며 이것은 reductone의 존재 연관성을 보고하였다(49).

### 관능검사

다시마 추출액을 달리한 보리된장의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 색, 향미는 처리조건에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 조직감, 감칠맛 및 전체적 기호도에서 유의적인 차이를 나타내었다( $P<0.05$ ). 감칠맛은 20% 첨가 처리군이 기호도가 유의적으로 높았다. 이는 다시마의 아미노산 성분인 글루탐산이 감칠맛에 영향을 미친 것으로 사료된다. 전반적인 기호도 또한 20% 첨가 처리군이 유의적으로 높은 평가를 받아 다시마 추출물의 함량이 많을수록 질감, 감칠맛, 전체적인 기호도의 관능적 특성이 보리된장 대조군보다 더 우수한 것으로 나타났다.

### 요 약

다시마에는 항산화성과 무기질이 풍부하고 알긴산 등 증점 다당류가 풍부한 해조류이다. 다시마 추출물 함량을 달리한

재래식 보리된장을 제조하여 2개월간 발효시키면서 항산화능 및 이화학적 실험을 실시하였다. 제조된 된장의 pH는 5.80~6.86, 산도는 0.57~1.87%, 수분 함량은 65.30~40.90% 범위로 저장기간 동안 pH는 감소하였고 산도는 증가하였다. 점도는 보리된장 대조군이 4,913 cps이었고 다시마 추출물의 함량이 증가할수록 4,793~9,333.3 cps까지 비례하여 증가하였으며 저장기간에 따라 비례하였다( $P<0.05$ ). 다시마를 첨가한 보리된장의 색도는 다시마 추출물의 첨가량에 따라 각각 L 값과 b 값은 증가하였으나 a 값은 다시마 추출물의 함량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 총 페놀 함량은 대조군이 12.72 mg TAE/g, 처리군이 13.40~16.37 mg TAE/g이었으며( $P<0.05$ ), flavonoid 함량은 대조군이 0.98 µg RE/g, 처리군이 1.25~1.56 µg RE/g으로 다시마 추출물의 첨가량과 비례하여 항산화능에 영향을 주었다( $P<0.05$ ). DPPH 라디칼 소거능은 BHA를 (+)대조군으로 하여 IC<sub>50</sub> 함량을 각각 구하였으며 보리된장 대조군 23.23 mg/mL, 다시마 추출물 처리군의 경우 24.83 mg/mL, 10.28 mg/mL 수준으로 다시마 추출물이 된장의 항산화능을 증진시킨 것으로 나타났다. 다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 총균수는 초기에 7.20~7.57 log CFU/g으로 나타났고 초기 젖산균수는 4.20~4.71 log CFU/g 범위로 나타나 다시마 처리군의 총균수는 대조군보다 적고 젖산균수는 더 많은 것으로 나타났다. 관능검사에서 감칠맛은 대조군에 비해서 20% 다시마 처리군이 6.1점으로 유의적인 차이를 보였고( $P<0.05$ ), 질감 또한 대조군(5.7점)보다 20% 다시마 추출물을 첨가한 군이 6.4점으로 유의적으로 높았으며( $P<0.05$ ), 전체적 기호도는 대조군이 5.6점이었고 20% 첨가 처리군에서 6.5점으로 유의차가 크게 나타났다( $P<0.01$ ). 이상의 결과에서 보리된장에 다시마 추출물을 첨가하면 항산화능도 뛰어나므로 보리된장의 제품화 가능성도 더욱 크다고 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 2014년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었으며, 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Kim YS, Kim JY, Choi HS. 2011. Quality characteristics of commercial rice soybean paste. *Korean J Food Preserv* 18: 853-858.
- Kim SH. 1998. New trends of studying on potential activities of *doenjang*. *Korea Soybean Digest* 15: 8-15.
- Hwang KM, Oh SH, Park KY. 2007. Increased antimutagenic and *in vitro* anticancer effects by adding green tea extract and bamboo salt during *doenjang* fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1-7.
- Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soy foods (*Chungkujang*, *Doenjang*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1503-1510.
- Kwon SH, Shon MY. 2004. Antioxidant and anticarcinogenic effects of traditional *doenjang* during mushroom periods. *Korean J Food Preserv* 11: 461-467.
- Jung KO, Park SY, Park KY. 2006. Longer aging time increases the anticancer and antimetastatic properties of *doenjang*. *Nutrition* 22: 539-545.
- Lee JJ, Kim AR, Lee H, Kim CH, Chang HC, Lee MY. 2011. Effects of soybean, *cheonggukjang* and *doenjang* on serum cholesterol level and weight reduction in rats fed a high-fat/high cholesterol diet. *Korean J Food Preserv* 18: 226-235.
- Ahn JB, Park JA, Jo HJ, Woo IH, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial *doenjang* and traditional *doenjang* in Korea. *Korean J Food & Nutr* 25: 142-148.
- Ruiz-Larrea MB, Mohan AR, Paganga G, Miller NJ, Bolwell GP, Rice-Evans CA. 1997. Antioxidant activity of phytoestrogenic isoflavones. *Free Radical Res* 26: 63-70.
- Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, Lee KW. 2011. Changes in contents of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean *Doenjang* by ripening periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 557-564.
- Röhrdanz E, Ohler S, Tran-Thi QH, Kahl R. 2002. The phytoestrogen daidzein affects the antioxidant enzyme system of rat *hepatoma H4IIE* cells. *J Nutr* 132: 370-375.
- Jang CH, Park CS, Lim JH, Kim JH, Kwon DY, Kim YS, Shin DH, Kim JS. 2008. Metabolism of isoflavone derivatives during manufacturing of traditional *meju* and *doenjang*. *Food Sci Biotechnol* 17: 442-445.
- Lee SW, Park YW, Chang PS, Lee JH. 2010. Isoflavone distribution and  $\beta$ -glucosidase activity in home-made and factory-produced *doenjang*. *Korean J Food Sci Technol* 42: 125-129.
- Lee SJ, Lee KJ, Rhee SH, Park KY. 2004. Physiological activity in *doenjang* added with various mushrooms. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 365-370.
- Park JH, Ha AW, Cho JS. 2005. Effects of green tea soybean paste on weights and serum lipid profiles in rats fed high fat diet. *Korean J Food Sci Technol* 37: 806-811.
- Cui CB, Lee EY, Lee DS, 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.
- Ham SS, Kim SH, Yoo SJ, Oh HT, Choi HJ, Chung MJ. 2008. Antimutagenicity and cytotoxic effects of methanol extract from deep sea water salt and sea tangle added soybean paste (*doenjang*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 416-421.
- Bae JO, Lee KJ, Park JS, Choi DS. 2012. Preparation of sweet potato *doenjang* using colored sweet potato. *Korean J Food & Nutr* 25: 529-537.
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2008. Quality characteristics of *doenjang* prepared with Yuza juice. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 198-205.
- Hur J. 1966. *Dong-ui-bo-gam*. Namsandang Publishing Co., Seoul, Korea. p 1177.
- Choi JS, Shin SH, Ha YM, Kim YC, Kim TB, Park SM, Choi IS, Song HJ, Choi YJ. 2008. Mineral contents and physiological activities of dried sea tangle (*Laminaria japonica*) collected from Gijang and Wando in Korea. *J Life Sci* 18: 474-481.
- Koo JG, Choi YS, Kwak JK. 2001. Blood-anticoagulant activity of fucoidans from Sporophylls of *Undaria pinnatifida*, *Laminaria religiosa*, *Hizikia fusiforme* and *Sargassum fulvellum* in Korea. *J Korean Fish Soc* 34: 515-520.
- Colliec S, Fischer AM, Tapon-Brethaudiere J, Boisson C, Durand P, Jozefonvicz J. 1991. Anticoagulant properties of a fucoidan fraction. *Thromb Res* 64: 143-154.
- Kim YS, Kang CO, Kim MH, Cha WS, Shin HJ. 2011. Contents of water extract for *Laminaria japonica* and its antioxidant activity. *KSBB J* 26: 112-118.
- Jin DQ, Li G, Kim JS, Young CS, Kim JA, Hun K. 2004. Preventive effects of *Laminaria japonica* aqueous extract on the oxidative stress and xanthine oxidase activity in streptozotocin-induced diabetic rat liver. *Biol Pharm Bull* 27: 1037-1040.
- Park MY, Kim KH, Jeong KS, Kim HA. 2007. Effect of supplementation of dietary sea tangle on the renal oxidative stress in diabetic rats. *Korean J Food Culture* 22: 140-148.
- Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste - amino nitrogen, amino acids, and color -. *J Fd Hyg Safety* 19: 21-37.
- Han IJ, Song BS, Kim JH, Park JH, Lee JH, Chun SS. 2011. Effect of antioxidant and irradiation treatment under freezing temperature conditions on physicochemical and sensory properties of *Tarakjuk* (milk porridge). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1750-1756.
- Park BJ, Jang KS, Kim DH, Yook HS, Byun MW. 2002. Changes in microbiological and physicochemical characteristics of *doenjang* prepared with low salt content and gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 33: 79-84.
- Park JS, Na HS. 2005. Quality characteristics of *jochung* containing various level of *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Sci Technol* 37: 768-775.
- Kim HJ. 2002. Brown color characteristics and antioxidizing activity of *Doenjang* extracts. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 644-654.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol* 299: 152-178.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 127-130.
- Choe SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. *Standard food analysis*. Jigu-Moonwha Sa, Seoul, Korea. p 381-382.
- Senba Y, Nishishita T, Saito K, Yoshioka H, Yoshioka H. 1999. Stopped-flow and spectrophotometric study on radical scavenging by tea catechins and model compounds. *Chem Pharm Bull* 47: 1369-1374.
- Shin DH, Kang KS, Lee JY, Jeong DY, Han GS. 2010. On chemical characteristics of sour *Doenjang* (fermented



- soybean paste). *J Fd Hyg Safety* 25: 360-366.
37. Kim HE, Han SY, Jung JB, Ko JM, Kim YS. 2011. Quality characteristics of *doenjang* (soybean paste) prepared with germinated regular soybean and black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 43: 361-368.
  38. Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste – amino nitrogen, amino acids, and color –. *J Fd Hyg Safety* 19: 31-37.
  39. Jang SM, Lee JB, An H, Rhee CH, Park HD. 2000. Changes of microorganism, enzyme activity and physiological functionality in the Korean soybean paste with various concentrations of ginseng extract during fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 736-742.
  40. Yoo SK, Cho WH, Kang SM, Lee SH. 1999. Isolation and identification of microorganisms in Korean traditional soybean paste and soy bean sauce. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 27: 113-117.
  41. Oh CK, Oh MC, Kim SH, Lim SB, Kim SH. 1998. Antitumorigenic and antimicrobial effect of ethanol extracts from sea-mustard and sea-tangle. *J Korean Fish Soc* 31: 90-94.
  42. Kim JH, Lee DS, Lim CW, Park HY, Park JH. 2002. Antibacterial activity of sea-mustard, *Laminaria japonica* extracts on the carcinogenic bacteria, *Streptococcus mutans*. *J Korean Fish Soc* 32: 191-195.
  43. Kim YS, Jeong DY, Hwang YT, Uhm TB. 2011. Bacterial community profiling during the manufacturing process of traditional soybean paste by pyrosequencing method. *Korean J Microbiol* 47: 275-280.
  44. Peterson G, Barnes S. 1991. Genistein inhibition of the growth of human breast cancer cells: independence from estrogen receptors and the multi-drug resistance gene. *Biochem Biophys Res Commun* 179: 661-667.
  44. Kim SS, Kim SK, Ryu MK, Cheigh HS. 1983. Studies on the color improvement of Doenjang (fermented soybean paste) using various *Aspergillus oryzae* strains. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 11: 67-74.
  45. Lee YJ, Han JS. 2009. Physicochemical and sensory characteristics of traditional *doenjang* prepared using a *meju* containing components of *Acanthopanax senticosus*, *Angelica gigas*, and *Corni fructus*. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 90-97.
  46. Kim S, Woo S, Yun H, Yum S, Choi E, Do JR, Jo JH, Kim D, Lee S, Lee TK. 2005. Total phenolic contents and biological activities of Korean seaweed extracts. *Food Sci Biotechnol* 14: 798-802.
  47. Kim JW, Kwon YR, Youn KS. 2012. Quality characteristics and antioxidant properties in spray-dried and freeze-dried powder prepared with powdered seaweed extracts. *Korean J Food Sci Technol* 44: 716-721.
  48. Hwang JH, Oh YS, Lim JH, Park JE, Kim MB. 2009. Physiological properties of Jeju traditional *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1656-1663.
  49. Yoshino M, Murakami K. 1998. Interaction of iron with polyphenolic compounds: application to antioxidant characterization. *Anal Biochem* 257: 40-44.