

다시마(*Saccharina japonica*) 분말을 첨가한 죽의 품질특성 및 항산화 효과

이연지¹ · 김원석² · 이배진³ · 전유진⁴ · 김용태^{1*}

¹군산대학교 식품생명공학과, ²신라대학교 바이오산업학부 제약공학전공, ³㈜마린바이오프로세스, ⁴제주대학교 수산생명의학전공

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Gruel Containing *Saccharina japonica* Powder

Yeon-Ji Lee¹, Won-Suk Kim², Bae-Jin Lee³, You-Jin Jeon⁴ and Yong-Tae Kim^{1*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

²Major in Pharmaceutical Engineering, Division of Bioindustry, Silla University, Busan 46958, Korea

³Marine Bioprocess Co., Ltd., Busan 46048, Korea

⁴Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Saccharina japonica is a type of seaweed rich in dietary fiber, iodine, calcium, and selenium. We investigated the quality characteristics and antioxidant activities of gruel made with *S. japonica* powder, and identified the best ratio of powder to gruel to maximize its health effects. The gruel was prepared with rice, glutinous rice, GABA (γ -aminobutyric acid)-enriched sea tangle fermented in lactic acid (0.3%), and various amounts (0-10% gruel volume) of *S. japonica* powder. The pH, color, viscosity, spreadability, antioxidant activities, and sensory evaluation of the gruel were investigated. Spreadability and pH decreased, whereas viscosity and antioxidant activities increased, with increasing powder content. In addition, color lightness decreased significantly, whereas redness and yellowness increased. In sensory tests, color, aroma, and texture were rated highest for gruel with 5% powder. On the other hand, flavor and overall acceptability were considered optimal in gruel with 7% powder.

Key words: *Saccharina japonica*, Gruel, Fermented sea tangle, Antioxidant activity, Physicochemical property

서 론

국민생활 수준의 향상과 소비 구조의 고급화, 다양화, 간편화 및 웰빙(well-being) 추세에 따라 다양한 생리활성을 가진 농산물 및 해양생물 등을 이용한 식품소재개발과 여러 가지 가공식품개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim and Kwak, 2011; Kwon and Youn, 2012; Park et al., 2015). 특히, 최근 과학기술의 발달에 따라 해양생물자원의 채취 및 양식이 용이해져 다양한 해양생물로부터 기능성소재 연구 및 건강 기능성식품 개발이 활발히 진행되고 있다. 해양생물 자원 중에서도 해조류는 우리나라 연안에서 750여종이 서식하고 있으며, 그 중 30여종을 식용으로 소비하거나, 식품 첨가물이나 사료 등의 원료로 이용하고 있다. 더구나 해조류는 다양한 기능성물질을 다량 함유하고 있는 것으로 확인되어 식품, 화장품 및 의약품의 소재 개발을 위한 유용한 자원 중 하나로 평가되고 있다(Lee et al.,

2016). 다시마(Sea tangle *Saccharina japonica*)는 아시아 해안에서 많이 분포하는 갈조식물군 중 다시마과에 속하며, 우리나라의 경우에는 남해안에 많이 서식하고 있다. 국내의 다시마 생산량은 1980년에 940톤에서 2016년에는 414,695톤을 생산하고 있다(Statistics Korea, 2017). 일반적으로 다시마는 천연 정미성분인 아미노산(glutamic acid, aspartic acid)과 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등 신체의 생리대사에 관여하는 무기질이 풍부한 알칼리 식품으로 알려져 있다. 동의 보감에서는 '근포'라 하여 신체의 저항성을 높여주고, 노폐물의 배설을 촉진하며, 고혈압, 동맥경화, 갑상선종, 신장염에 효과가 있을 뿐만 아니라 암세포 증식을 억제하고, 노화를 예방하는 건강장수식품으로 기록되어있다(Baek, 2007; Kim et al., 2011). 다시마에 관련된 국내연구로는 다시마 열수추출물의 성분 및 항산화 효과(Kim et al., 2011), 다시마 분말이 당노유발 쥐의 혈당과 지질농도 및 항산화 효소계에 미치는 영향(Cho and Bang, 2004), 유산균을

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0707>



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 50(6) 707-713, December 2017

Received 2 November 2017; Revised 16 November 2107; Accepted 22 November 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 63. 469. 1824 Fax: +82. 63. 469. 7448

E-mail address: kimyt@kunsan.ac.kr

이용한 다시마 발효물의 알코올 분해 활성(Kang et al., 2010) 등이 보고 되어있다. 다시마를 이용한 가공식품에 관한 연구는 추출방법을 달리한 미역 및 다시마 과립차의 품질 및 항산화 특성(Kwon and Youn, 2012), 다시마 분말을 첨가한 김부각의 품질특성(Choi et al., 2011), 현미와 다시마분말의 첨가수준을 달리한 증편의 품질특성(Lee and Lee, 2016) 등이 있으며, 최근 다시마로부터 유산균 발효를 통해 GABA를 추출하는 발효 기술이 개발되어 이를 활용한 건강 기능성 식품 소재의 개발 및 검증이 활발하게 진행 되고 있다(Lee, 2013; Ryu et al., 2016).

죽이란 일반적으로 곡물에 물을 6-7배가량 붓고 오래 끓여서 곡물입자가 부서지고 녹말이 완전 호화상태로까지 무르익게 만든 유동식 상태의 음식이다(June et al., 1998). 죽은 쌀을 소화하기 쉬울 만큼 호화 시켰기 때문에 먹기에 부담이 없고, 부재료의 첨가에 따라 탄수화물, 단백질, 비타민, 무기질 등 영양소를 보충할 수 있는 특성을 가지고 있다(Lee, 2013). 죽은 아침식, 노인식, 유아식 및 환자식으로 활용도가 높으며, 특히 간편식으로 수요가 더욱 증가하고 있어 여러 종류의 죽이 개발되어 통조림이나 레토르트 식품 등으로 시판되고 있다(Zhang et al., 2002; Lee, 2013). 이처럼 현대인의 건강식에 대한 관심이 증대되고, 간편하게 먹을 수 있으면서 영양적인 측면에서 소화도 용이하고 재료도 다양하게 변형할 수 있는 죽은 개발 가능성이 큰 식품이라 할 수 있다(Park et al., 2003; Kim and Kwak, 2011). 따라서 본 연구에서는 해조 다당류가 풍부하고 면역력 증강 및 항산화 효과 등이 우수한 기능성 천연소재인 다시마 분말을 첨가한 죽을 개발하고 이의 품질특성 및 항산화 효과를 분석하여 영양학적으로 우수한 건강기능성 죽 개발 및 다시마의 수요증진에 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 다시마(*Saccharina japonica*, Wando, Korea)는 전북 군산 소재 시장에서 2015년 완도산 건조 다시마를 구입하였고, 유산균발효다시마분말은 (주)마린바이오프로세스(Gijang, Korea)로부터 제공받아 사용하였다. 죽 제조를 위한 재료인 멥쌀, 찰쌀, 멸치 육수용-티백 및 소금 등은 전북 군산 소재 대형마트에서 구입하여 사용하였으며, 기타 모든 시약은 분석용 특급시약을 사용하였다.

다시마 분말을 첨가한 죽의 제조

완도산 건조 다시마를 분쇄기(Hanil FM700SS, Seoul, Korea)로 분쇄한 후, 40 mesh 체를 이용하여 고른 크기로 준비하였고, 육수는 멸치 육수용-티백을 사용하였다. 육수는 물 2 L에 멸치 육수용-티백 1개를 넣고 5분간 중불에서 끓인 후 티백을 제거하고, 유산균발효다시마 분말 6 g (0.3%)을 넣어 약한 불로 5분간 더 끓여서 준비하였다. 죽 제조용 밥은 쌀(100 g)을 3회 수세하고 실온에서 30분간 침지한 불린 쌀과 물 500 mL로

전기밥솥을 이용해 각 실험시료마다 같은 조건으로 지어 사용하였다. 찰쌀, 멥쌀 및 다시마 분말의 첨가량은 예비실험을 통해 다음과 같이 결정하였다. 즉, 찰쌀과 멥쌀의 비율은 80:20으로 고정하고, 다시마 분말 첨가량은 찰쌀과 멥쌀의 총 중량 대비 0%, 3.0%, 5.0%, 7.0%, 10.0%로 하였다. 죽은 밥(100 g), 육수(600 mL) 및 일정량의 다시마 분말을 냄비에 넣고 중불에서 3분간 나무주걱으로 잘 저으면서 가열하였다. 이어서 죽이 늘어 붙지 않도록 주걱으로 저으면서 7분간 더 가열하여 제조하였다.

일반성분 분석

다시마 분말의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 1990)에 따라 수분함량은 105℃ 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃ 건식회화법으로 분석하였다. 조단백질은 Kjeldahl 법을 개량한 방법인 봉산에 의한 암모니아 포집법, 조섬유는 Henneberg stogmann법의 개량법에 따라 정량하였다. 탄수화물 함량은 고형분의 총량에서 수분, 회분, 단백질, 지방의 함량을 뺀 값으로 나타내었다. 모든 분석은 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈다.

pH 측정

다시마 분말을 첨가한 죽의 pH는 시료 15 g과 증류수 100 mL를 믹서기(Magic MCH-308, Tongyang/Magic, Korea)에 넣어 2분간 균질화하고 30분간 상온에서 정지한 후 상층의 pH를 pH meter (SevenCompact™pH/Ionmeter S220, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

색도 측정

각 시료의 색도는 색차계(JC801, Color Techno System Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 L (명도), a (적색도) 및 b (황색도)값을 측정하였다. 시료 당 3회 반복하여 측정한 뒤 그 평균값을 나타내었다. 측정 시 사용한 표준 백색판(Calibration plate)은 L값이 96.5, a값은 -0.13, b값은 -0.05이었다.

점도 측정

죽의 점도는 Brookfield viscometer (DV-2, Middleboro, MA, USA)로 시료 200 mL를 250 mL 비이커에 넣어 spindle No.6를 사용하여 회전속도 60 rpm에서 측정하였다. 각 시료의 온도는 60℃로 유지하고 점도계의 spindle을 60초간 작동시킨 후 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

퍼짐성 측정

죽의 퍼짐성은 line spread test 방법(Park et al., 2009)으로 측정하였다. 60℃의 시료 35 g을 취하여 스테인레스 원통(지름 40 mm×높이 30 mm)에 넣고, 1분이 지난 후 원통을 들어 올리고 퍼짐이 멈춘 다음, 4군데의 퍼짐 길이를 재어 평균값을 구하였다.

Total polyphenol 함량 및 항산화 활성 측정

다시마 죽 40 g에 80% 에탄올 360 mL를 가하여 25℃에서 24 시간 동안 shaking incubator (120 rpm)에서 추출 한 다음 원심 분리(3,000 rpm, 15 min)한 후 상층액을 회수하였다. 이 상층액을 55℃에서 80 mL로 감압 농축하여 다시마 죽의 추출물 시료로 사용하였다.

총 polyphenol 함량 측정은 Shetty 등(Shetty et al., 1995)의 방법에 준하여 수행하였다. 각 추출물 1 mL에 95% 에탄올 용액 1 mL과 증류수 5 mL를 넣어 혼합한 후 1 N Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA) 0.5 mL를 넣고 5 분간 반응 시켰다. 여기에 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가한 후 암소에서 1시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 표준물질로 gallic acid를 사용하여 동일한 방법으로 작성된 표준 곡선으로부터 총 polyphenol 함량으로 환산하였다.

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, Sigma-Aldrich Co.] radical 소거능은 ABTS⁺ radical decolorization assay (Re et al., 1999) 방법을 이용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 734 nm에서 흡광도가 1.000 ± 0.030 (mean ± SD)가 되도록 phosphate-buffered saline (pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 추출물 50 µL에 ABTS 용액 950 µL를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, ABTS⁺ radical scavenging ability(%)=[(Control₇₃₄- Sample₇₃₄)/Control₇₃₄] × 100에 의하여 활성을 산출하였다.

DPPH radical 소거활성의 측정은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 에탄올에 용해시킨 0.4 mM DPPH (α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.) 용액 1.5 mL에 각 추출물 1.5 mL를 넣고 혼합하여 37℃에서 30분간 반응시킨 후 516 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, DPPH radical scavenging ability(%)=[(Control₅₁₇-Sample₅₁₇)/Control₅₁₇] × 100에 의하여 활성을 산출하였다.

관능검사

다시마 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 죽의 기호도 검사는 식품생명공학을 전공한 남녀 대학생 30명을 대상으로 실험목적 및 평가항목에 대하여 충분히 인지하도록 설명한 다음 실시하였다. 시료는 40℃를 유지시키면서 색과 향이 없는 용기에 일정량을 담아 스푼과 같이 제공하였으며, 한 가지의 시료를 평가

하고 난 다음에 반드시 물로 입안을 헹군 뒤 기호도 검사를 실시하였다. 기호도 검사의 평가항목은 색(color), 냄새(aroma), 맛(flavor), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance) 이고, 각 항목에 대하여 9점 기호도 척도(hedonic scale)로 평가하였다. 기호도 평가시 1점은 '대단히 싫다'에서 9점 '대단히 좋다'까지 점수를 부여하도록 하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS 12.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 통계처리 하여 3회 측정된 값의 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 각 시료 간의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 한 후 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하여 시료 간 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

본 연구에서 사용된 다시마의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 다시마의 수분함량은 6.29 ± 0.01%, 조회분은 21.61 ± 0.03%, 조단백질은 16.77 ± 0.30%, 조지방은 4.26 ± 0.22%, 탄수화물은 51.06 ± 0.47%, 조섬유는 4.18 ± 0.20%로 나타났다. 기장산과 완도산 건 다시마의 무기성분 및 생리활성 분석(Choi et al., 2008)에 관한 연구에서 완도산 다시마의 일반성분을 분석한 결과 수분함량은 10.21%, 조회분은 21.10%, 조단백질은 7.25%, 조지방은 0.53%, 탄수화물은 60.91% 였다. 이는 본 실험 결과의 조회분 함량은 일치하였으나, 조수분, 조단백질, 조지방 및 탄수화물 함량에서는 결과가 다소 차이가 나는 것으로 확인되었다. 이와 같은 일반성분의 함량 차이는 다시마의 채취 시기 및 기후 조건에 따라 구성 성분의 차이가 발생하는 것으로 생각된다.

다시마 분말 첨가량에 따른 죽의 pH 변화

다시마 분말을 첨가한 죽의 pH를 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 각 조건 별로 제조한 죽의 pH를 측정된 결과 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)의 pH가 7.45로 가장 높은 것으로 나타났다. 반면에 다시마 분말을 3% 첨가한 죽(SJ1)의 pH는 7.20, 5% 첨가한 죽(SJ2)의 pH는 6.88, 7% 첨가한 죽(SJ3)의 pH는 6.74, 10% 첨가한 죽(SJ4)의 pH는 6.66으로 다시마 분말의 첨가량이 증가할수록 죽의 pH가 감소하는 경향을 보였으며, 각 첨가량 간에 유의적 차이를 나타냈다(P<0.05). 본 연구 결과는 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽의 제조 및 품질특성 연구(Lee et al., 2016) 및 파래 분말을 첨가한 죽에 관한 연구(Lee et al.,

Table 1. Proximate composition of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Crude fiber
<i>Saccharina Japonica</i>	6.29±0.01 ¹	21.61±0.03	16.77±0.30	4.26±0.22	51.06±0.47	4.18±0.20

¹Value are mean±SD (n=3).

Table 2. pH of the gruel with different concentration of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample ¹	pH
SJ0	7.45±0.04 ^{a,2,3}
SJ1	7.20±0.05 ^b
SJ2	6.88±0.01 ^c
SJ3	6.74±0.00 ^d
SJ4	6.66±0.01 ^e

¹SJ0, Gruel added with 0% *S. japonica*; SJ1, Gruel added with 3.0% *S. japonica*; SJ2, Gruel added with 5.0% *S. japonica*; SJ3, Gruel added with 7.0% *S. japonica*; SJ4, Gruel added with 10% *S. japonica*. ² Value are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

2010)에서 톳 및 파래 분말의 첨가량이 증가할수록 죽의 pH가 감소하는 결과와 일치하였다.

다시마 분말 첨가량에 따른 죽의 색도 변화

다시마 분말을 첨가한 죽의 색도 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 S값의 경우 SJ0은 65.67, SJ1은 55.79, SJ2는 49.69이고, SJ3는 47.55, SJ4는 45.46 으로 다시마 분말 첨가량이 증가하면서 유의적으로 감소하였고, 각 첨가량 간에 유의적 차이를 나타냈다(P<0.05). 적색도를 나타내는 a값은 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)이 -0.12로 가장 높았으나, SJ1은 -2.82, SJ2는 -2.58, SJ3은 -2.30이고, SJ4는 -2.21로 다시마 분말 첨가량의 증가에 따른 적색도는 다시마 분말의 양이 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 황색도를 나타내는 b값은 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)이 13.71로 가장 낮았고, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)이 26.36으로 가장 높았다. 다시마 분말 첨가량이 많을수록 죽의 적색도 및 황색도는 증가하였고, 각 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다(P<0.05). 이러한 결과는 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽의 제조 및 품질특성 연구(Lee et al., 2016)에서 톳 분

Table 3. Hunter's color value of the gruel with different concentration of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample ¹	Hunter Value		
	L	a	b
SJ0	5.67±0.00 ^{a,2,3}	-0.12±0.00 ^a	13.71±0.00 ^d
SJ1	55.79±1.24 ^b	-2.82±0.10 ^d	23.55±0.43 ^c
SJ2	49.69±0.04 ^c	-2.58±0.00 ^c	24.73±0.01 ^b
SJ3	47.55±0.11 ^d	-2.30±0.01 ^b	24.77±0.06 ^b
SJ4	45.46±0.03 ^e	-2.21±0.00 ^b	26.36±0.02 ^a

¹Refer to Table 2. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

말이 증가할수록 명도 L값이 감소하고 적색도 a값과 황색도 b값은 증가한다는 연구결과와 일치하였다. 또한, 죽의 색도는 당의 종류, 함량 및 온도 등에 의하여 큰 영향을 받는다는 것이 여러 실험을 통해 보고되어 있다(Park and Cho, 2009; Jeong, 2012). 본 실험 결과는 갈조류인 다시마에는 chlorophyll A & C, β-carotene 및 fucoxanthin 등 여러 색소들이 함유되어 있어 가열 처리 시 다시마의 색소들이 용출되어 죽의 색도가 다소 어둡게 나타나는 것으로 생각된다.

다시마 분말을 첨가한 죽의 점도 및 퍼짐성

다시마 분말을 첨가한 죽의 점도 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 다시마를 첨가하지 않은 죽(SJ0)의 점도는 2,805 cp로 가장 낮았으며, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)의 점도는 8,428 cp로 가장 높았다. 점도 실험 결과 다시마 분말의 첨가량이 증가할수록 죽의 점도는 점차적으로 증가하였고, 다시마 분말 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다(P<0.05). 이러한 본 연구 결과는 파래 분말을 첨가한 죽(Lee et al., 2010), 톳을 첨가한 흰찰쌀보리죽(Lee et al., 2016) 및 홍어 분말을 첨가한 죽(Kim and Cho, 2008)과 같이 부재료의 첨가량이 증가할수록 점도가 점진적으로 증가하는 경향과 일치하였다. 이는 죽의 유동적 특성은 곡물의 입자크기, 고형물 함량, 조리시간, 죽의 온도 등에 의해 영향을 받으며, 점도는 중요한 유동적 특성으로 쌀 및 물의 첨가량과 배합비에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다(June et al., 1998). 본 실험의 결과와 같이 다시마 분말 첨가량 증가에 따른 죽의 점도 증가는 다시마의 수분 내포 능력의 증가 때문으로 판단된다.

다시마 분말을 첨가한 죽의 퍼짐성 결과는 Table 4에 나타내었다. 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)의 퍼짐성은 8.41 cm로 가장 높았고, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)의 퍼짐성은 6.34 cm로 가장 낮게 나타났다. 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 죽의 퍼짐성이 유의적으로 감소하였으며, 각 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다(P<0.05). Kim et al. (2004)은 은행 죽에서 쌀가루 첨가량의 증가가 죽의 퍼짐성 감소의 직접적인 요인이라고 보고하였으며, Lee et al. (2016)의 톳을 첨가한 흰

Table 4. Viscosity and spreadability of the gruel with different concentration of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample ¹	Viscosity (cp)	Spreadability (cm)
SJ0	2805.33±236.00 ^{e,2,3}	8.41±0.19 ^{a1,2}
SJ1	4794.33±233.20 ^d	8.04±0.07 ^a
SJ2	5938.66±129.40 ^c	7.04±0.47 ^b
SJ3	7561.00±452.60 ^b	6.70±0.43 ^{bc}
SJ4	8428.00±180.75 ^a	6.34±0.07 ^c

¹Refer to Table 2. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

찰쌀보리죽에 관한 연구 결과에서도 톳 분말의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 감소하는 경향을 보여 본 실험 결과와 일치하는 것으로 확인되었다. 그러나 Zhang et al. (2002)의 연구에서 잣의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 증가하였다는 결과와는 차이를 보였는데, 이것은 첨가 재료의 특성 차이라고 생각된다.

다시마 분말을 첨가한 죽의 총 polyphenol 함량과 항산화 활성

다시마 분말을 첨가한 죽의 총 polyphenol 함량을 조사한 결과는 Table 5 와 같다. 다시마 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 죽의 총 polyphenol 함량은 SJ0, 3.27; SJ1, 3.65; SJ2, 3.99; SJ3, 5.52; SJ4, 5.88 mg/100 g으로서 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 총 polyphenol 함량이 유의적으로 증가하였다 (P<0.05). Oh et al.(2014)의 다시마 추출물을 첨가한 보리된장의 일반적 특성과 항산화 효과에 관한 연구에서 다시마 첨가량이 많을수록 총 polyphenol 함량이 증가하는 경향을 보인 연구 결과는 본 실험 결과와 일치하는 것으로 확인되었다. 다양한 식물 및 해조류의 항산화 활성에 관한 연구에서 페놀화합물의 함량과 항산화 활성에 관한 연관성이 확인되어 많은 연구자들이 페놀화합물에 주목하고 있다(Liu et al., 2000; Tedesco et al., 2000; Kim et al., 2006; 2012a). 특히 해조류는 polyphenol같은 생리활성물질이 다량 함유되어있어 강한 항산화 활성을 가지고 있다고 보고되어 있다(Kim et al., 2012b).

다시마 분말의 첨가량을 달리한 죽의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성 및 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 다시마 분말을 첨가한 죽의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성

에 있어 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)은 24.38%로 가장 낮았고, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)에서는 54.25%로 가장 높게 나타났다. 다시마 분말의 첨가량이 증가할수록 죽의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 점차적으로 증가하였고, 다시마 분말 첨가량 간에 유의적 차이를 보였다(P<0.05). Kwon and Youn (2012)의 추출방법을 달리한 미역 및 다시마 과립차의 품질 및 항산화 특성에 관한 연구에서 열수 추출한 다시마 과립차 및 고압 추출한 다시마 과립차의 ABTS⁺ 라디칼 소거활성은 약 98%로 본 실험 결과보다 높은 라디칼 소거활성을 보였다. 이러한 활성의 차이는 해조류의 종류, 첨가량, 추출물의 추출방법 등에 의한 ABTS⁺ 라디칼 소거활성의 차이로 판단된다.

다시마 분말을 첨가한 죽의 DPPH 라디칼 소거활성은 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)이 24.24 %로 가장 낮은 값을 나타내었고, 다시마 분말을 3, 5, 7 및 10% 첨가한 죽의 활성은 각각 31.03, 32.85, 42.27 및 45.89%으로 다시마 분말의 첨가량 간에 유의적 차이를 나타냈다(P<0.05). 이러한 본 연구 결과는 Kim et al.,(2011)이 보고한 다시마 열수추출물의 성분 및 항산화 활성 측정에 관한 연구 결과와 같이 첨가한 다시마 농도가 높아질수록 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 경향과 일치하였다. 항산화 활성은 해조류의 polyphenol 함량과 밀접한 관계가 있으며, 건조방법에 따라 많은 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 해조류의 건조방법으로 사용되는 동결건조, 열풍건조 및 천일건조 순으로 항산화 활성이 높게 나타난다고 보고되어 있다(Kim et al., 2004; Choi et al., 2008). 이상의 결과로부터 총 polyphenol 함량과 항산화능과는 서로 상관관계가 있으며 항산화능의 주된 성분은 페놀화합물인 것으로 보

Table 5. Antioxidant activities of the gruel with different concentration of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample ¹	Total polyphenol contents(mg/100g)	ABTS ⁺ radical scavenging ctivity (%)	DPPH radical scavenging activity (%)
SJ0	3.27±0.05 ^{e,2,3}	24.38±4.40 ^e	24.24±1.00 ^d
SJ1	3.65±0.09 ^d	27.91±1.71 ^e	31.03±1.24 ^e
SJ2	3.99±0.14 ^c	33.56±1.04 ^b	32.85±1.81 ^e
SJ3	5.52±0.19 ^b	53.55±1.70 ^a	42.27±1.40 ^b
SJ4	5.88±0.06 ^a	54.25±0.37 ^a	45.89±2.10 ^a

¹Refer to Table 2. ²Values are mean±SD (n=3). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 6. Sensory preference of the gruel with different concentration of sea tangle *Saccharina japonica*

Sample ¹	Color	Aroma	Flavor	Texture	Overall acceptability
SJ0	6.13±2.28 ^{a,b,2,3}	6.13±1.81 ^a	5.26±2.42 ^{bc}	6.20±1.74	6.26±1.98 ^a
SJ1	4.73±2.21 ^c	4.33±1.88 ^b	4.13±1.92 ^{cd}	5.93±1.68	4.13±1.92 ^b
SJ2	6.40±2.42 ^a	6.20±2.13 ^a	6.13±2.56 ^{ab}	6.80±1.93	6.33±1.95 ^a
SJ3	5.00±2.25 ^{bc}	5.13±2.28 ^{ab}	6.93±1.72 ^a	6.06±2.11	6.60±1.73 ^a
SJ4	4.93±2.14 ^{bc}	4.06±2.04 ^b	4.00±2.57 ^d	5.80±1.97	4.26±2.42 ^b

¹Refer to Table 2. ²Values are mean±SD (n=20). ³Means with different letters in a column are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

고한 바 있어 죽에 다시마 분말을 첨가 할 경우 항산화능이 증가 될 수 있을 것으로 생각된다(Gheldof and Engeseth, 2002; Kim et al., 2012).

다시마 분말을 첨가한 죽의 기호도 평가

다시마 분말의 첨가량을 달리한 죽의 관능적 기호도 검사 결과는 Table 6과 같다. 다시마죽의 색(Color)에 대한 기호도 검사 결과 3% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ1)은 4.73로 가장 낮았고, 5% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ2)이 6.40로 다른 농도의 첨가군에 비해 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다($P < 0.05$). 다시마죽의 해초 특유의 향(aroma)에 대한 기호도 검사 결과에서는 5% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ2)은 6.20의 값으로 3% 및 7% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ1 및 SJ3)에 비해 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다($P < 0.05$). 다시마죽의 해초 특유의 씹살한 맛(flavor)의 기호도는 7% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ3)이 6.93값으로 가장 높게 나왔으며, 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)은 5.26, 3% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ1)은 4.13, 5% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ2)은 6.13, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)은 4.00의 관능평가 점수를 얻었다. 이 같은 결과로 보아 다시마 분말 첨가량에 따른 맛의 기호도는 다시마 분말의 첨가량이 7%까지는 맛에 대한 기호도가 높아지는 경향이 나타났으나, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽에서는 오히려 맛의 기호도가 유의적으로 낮은 기호도를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 조직감(texture)의 기호도는 다시마 분말을 5% 첨가한 죽(SJ2)이 6.80으로 가장 높았으며, 7% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ3)은 6.06, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)은 5.80값으로 나타났다. 다시마죽의 전체적인 기호도(Overall acceptability)의 경우는 7% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ3)이 6.60으로 가장 기호도가 높았으며, 다시마 분말을 첨가하지 않은 죽(SJ0)은 6.26, 3% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ1)은 4.13, 5% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ2)은 6.33, 10% 다시마 분말을 첨가한 죽(SJ4)은 4.26으로 평가되었다. 따라서 다시마 분말의 첨가량이 7%까지는 다시마 분말의 첨가에 따라 전체적인 기호도가 높아지는 경향을 보였으나, 다시마 분말을 10% 첨가한 죽에서는 오히려 기호도가 떨어지는 것으로 평가되었으며, 시료 간의 유의적 차이를 보였다. 이러한 기호도 검사 결과에서 색, 냄새, 맛 및 전반적인 기호도 평가에서는 시료 간 유의적 차이를 보였으나, 조직감의 대한 기호도 결과에서는 다시마 분말의 첨가 농도 증가에 따른 시료간의 유의적인 차이는 보이지 않았지만 7% 다시마 분말을 첨가한 죽이 전반적인 기호도에서 높은 평가를 나타내었다.

본 연구에서는 다시마분말의 첨가량을 달리한 다시마죽을 제조하여 그 품질특성 및 항산화 효과를 확인하였다. 다시마분말을 각각 0, 3, 5, 7 및 10% 첨가한 다시마죽의 pH 값은 7.45-6.66 범위로 다시마 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 다시마죽의 색도를 측정된 결과 다시마분말의 농도가 증가할

수록 명도를 나타내는 L값은 점차적으로 감소된 반면, 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 각각 다시마분말의 농도에 비례하여 증가하였다. 다시마죽의 점도는 다시마분말의 첨가량이 증가할수록 점도가 상대적으로 증가한 반면, 퍼짐성은 다시마분말의 첨가량에 비례하여 유의적으로 감소하였다. 다시마죽의 총 polyphenol 함량과 항산화활성(ABTS⁺ 및 DPPH 라디칼 소거 활성)은 다시마 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 다시마죽의 관능검사 결과 색, 냄새 및 조직감은 5% 다시마죽이 각각 6.40, 6.20, 6.80으로 가장 높은 기호도를 보였으나, 맛과 전반적인 기호도에서는 7% 다시마죽에서 각각 6.93, 6.60으로 높은 경향을 보였다. 이상과 같이 다시마분말을 첨가하여 죽을 제조 할 경우, 죽의 품질 특성 및 항산화능이 향상될 뿐만 아니라 죽의 기호도 측면에서도 전반적으로 향상되는 경향을 확인하였다. 이러한 본 연구결과를 토대로 해조류를 이용한 다양한 기능성을 가진 신제품 개발 및 소비자의 해조류 가공식품에 대한 인식 개선에 도움이 될 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2016년 호남씨그랜트 학술연구비(16A16537481) 및 2017년도 정부(교육부)재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구사업입니다(17B17239671).

References

- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. In: Association of Official Analytical Chemists, 15th ed. Arlington, VA, U.S.A., 777-788.
- Baek JM. 2007. Present state and prospect in seaweed farming industry. In: J East Asian Soc Dietary Life 32th Annual Meeting of the Seaweed and Food. Baek JM, eds. Dankook University, Yongin, Korea, 15-22.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181, 1199-1200. <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>.
- Cho YJ and Bang MA. 2004. Effects of dietary sea tangle on blood glucose, lipid and glutathione enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J Food Culture 19, 419-428.
- Choi HM, Sim CH, Shin TS, Bing DJ and Chun SS. 2011. Quality characteristics of *Kimbugak* with sea tangle powder. Korean J Food & Nutr 24, 434-441. <http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2011.24.3.434>.
- Choi JS, Shin SH, Ha YM, Kim YC, Kim TB, Park SM, Choi IS, Song HJ and 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. <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2008.18.4.474>.
- Gheldof N and Engeseth NJ. 2002. Antioxidants capacity of honeys from various flora sources based on the determina-

- tion of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem* 50, 3050-3055.
- Jeong ES. 2012. Quality characteristics of white bread added with hizikia hydrolysate and effect of its lipid metabolism in rats. Ph.D. Thesis, Chonnam National University, Yeosu, Korea.
- June JH, Yoon JY and Kim HS. 1998. A study on the development of 'Hodojook'. *Korean J Dietary Culture* 13, 509-518.
- Kang YM, Lee BJ and Kim JS. 2010. Alcohol metabolizing activity of fermented sea tangle juice. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 1-5. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2010.43.1.001>.
- Kim BM, Jun JY, Park YB and Jeong IH. 2006. Antioxidative activity of methanolic extracts from seaweeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 1097-1101. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.8.1097>.
- Kim JM, Suh DS, Kim YS and Kim KO. 2004. Physical and sensory properties of rice gruels and cakes containing different levels of ginkgo nut powder. *Korean J Food Sci Technol* 36, 410-415.
- Kim JS and Kwak EJ. 2011. Quality characteristics of gruel with added yam. *Korean J Food Culture* 26, 184-189.
- Kim JS, Kim JY and Chang YE. 2012a. Physiological activities of saccharified cherry tomato gruel containing different levels of cherry tomato puree. *Korean J Food Cook Sci* 28, 773-779. <http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2012.28.6.773>.
- Kim JW, Kwon YR and Youn KS. 2012b. 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. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.6.716>.
- Kim KH and Cho HS. 2008. The physicochemical and sensory characteristics of jook containing different levels of skate (*Raja kenoei*) flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 18, 207-213.
- Kim YS, Kang CO, Kim MH, Cha WS and Shin HJ. 2011. Contents of water extract for *Laminaria japonica* and its antioxidant activity. *KSBB Journal* 26, 112-118. <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2011.26.2.112>.
- Kwon YR and Youn KS. 2012. Quality and antioxidant characteristics of granule tea prepared with sea tangle (*Laminaria japonica*) and sea mustard (*Undaria pinnatifida*) powder as affected by extraction method. *Korean J Food Preserv* 19, 525-531. <http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2012.19.4.525>.
- Lee BJ. 2013. Development of functional food using fermented marine organism. *Food Indust Nutrition* 18, 8-12.
- Lee JM, Kim JA. 2004. The change of biologically functional compounds and antioxidant activities in hizikia fusiformis with drying methods. *Korean J Food Culture* 19, 200-208.
- Lee MK, Choi SH, Lim HS and Ahn JS. 2010. Quality characteristics of jook prepared with green laver powder. *Korean J Food Cook Sci* 26, 552-558.
- Lee MW and Lee IS. 2016. Quality characteristics of jeungpyun prepared with brown rice and sea tangle powder. *Korean J Food Cook Sci* 32, 178-187. <http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2016.32.2.178>.
- Lee YJ, Lim SY, Kim WS and Kim YT. 2016. Processing and quality characteristics of glutinous barley gruel containing *Hizikia fusiformis*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 310-316. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0310>.
- Liu Z, Ma LP, Zhou B, Yang L and Liu ZL. 2000. Antioxidative effects of green tea polyphenols on free radical initiated and photosensitized peroxidation of human low density lipoprotein. *Chem Phys Lipids* 106, 53-63. [http://dx.doi.org/10.1016/S0009-3084\(00\)00133-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-3084(00)00133-X).
- Park BH and Cho HS. 2009. Quality characteristics of jook prepared with lotus root powder. *Family Enviro Res* 47, 79-85.
- Park BH, Cho HS, Jeon ER and Kim SD. 2009. Quality characteristics of jook prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 25, 55-61.
- Park BH, Ko GM and Jeon ER. 2015. Quality characteristics of jook prepared with hericium erinaceum powder. *Korean J Food Culture* 30, 227-232. <http://dx.doi.org/10.7318/kjfc/2015.30.2.227>.
- Park JL, Kim JM and Kim JG. 2003. A study on the optimum ratio of the ingredients in preparation of black sesame gruels. *Korean J Food Cook Sci* 19, 685-693.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26, 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).
- Ryu JK, Jo YH, Chang SJ and Lee BJ. 2016. Memory-improving effects of fermented sea tangle *saccharina japonica* in normal mice. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 131-136. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0131>.
- Shetty K, Curtis OF, Levin RE, Witkowsky R and Ang V. 1995. Prevention of vitrification associated with in vitro shoot culture of oregano. (*Origanum vulgare*) by pseudomonas spp. *J Plant Physiol* 147, 447-451. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)82181-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)82181-4).
- Statistics Korea. 2017. Fishery Production Survey. Retrieved from http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0004&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F37&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1&path on Feb 18, 2017.
- Tedesco I, Russo M, Russo P, Iacomino G, Russo GL, Carraturo A, Faruolo C, Moio L and Palumbo R. 2000. Antioxidant effect of red wine polyphenols on red blood cells. *J Nutr Biochem* 11, 114-119. [http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863\(99\)00080-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863(99)00080-7).
- Zhang X, Lee FZ, Kum JS and Eun JB. 2002. The effect of processing condition on physicochemical characteristics in pine nut gruel. *Korean J Food Sci Technol* 34, 225-231.