

## 다시마 열수추출물의 성분 및 항산화활성 측정

김윤수<sup>1</sup>, 강창오<sup>1</sup>, 김미혜<sup>2</sup>, 차월석<sup>1</sup>, 신현재<sup>1\*</sup>

### Contents of Water Extract for *Laminaria japonica* and its Antioxidant Activity

Yoon-Soo Kim<sup>1</sup>, Chang-Oh Kang<sup>1</sup>, Mi-Hye Kim<sup>2</sup>, Wol-Suk Cha<sup>1</sup>, and Hyun-Jae Shin<sup>1\*</sup>

접수: 2011년 1월 27일 / 게재승인: 2011년 4월 8일  
© 2011 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

**Abstract:** Contents of amino acids, vitamins, and minerals as well as its antioxidant activity of *Laminaria japonica* water extract have been analyzed for preparation of functional foods and cosmetic products. From the analysis of total amino acids, eighteen kinds of amino acids were found in the water extract of *Laminaria japonica*. Among total amino acids, the order of contents was glutamic acid (2.07 mg/g), alanine (0.51 mg/g), aspartic acid (0.44 mg/g), glycine (0.34 mg/g), and valine (0.34 mg/g). In case of free amino acids, glutamic acid (0.95 mg/g), proline (0.54 mg/g), aspartic acid (0.44 mg/g), leucine (0.07 mg/g), and phenylalanine (0.07 mg/g) were dominant compositions. Vitamin E was only detected in water extract of *Laminaria japonica*. The mineral contents were as follows: K 752.60 mg, Na 259.20 mg, Ca 80.20 mg, P 29.50 mg, and Fe 8.32 mg based on 100 g *Laminaria japonica* water extract. The nitrite scavenging activity of the extract were gradually increased with the extracts contents to 86.2% at concentration of 100 mg/mL and DPPH radical scavenging activity of the extracts were 86.4% at concentration of 50 mg/mL.

**Keywords:** *Laminaria japonica*, amino acid, antioxidant activity, functional foods, cosmetics

<sup>1</sup>조선대학교 생명화학공학과

<sup>1</sup>Department of Chemical and Biochemical Engineering, Chosun University, Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, South Korea  
Tel: +82-62-230-7518, Fax: +82-62-230-7226  
e-mail: shinhj@chosun.ac.kr

<sup>2</sup>남부대학교 향장미용학과

<sup>2</sup>Department of Cosmetic Beauty, Namboo University, Wolgye-dong, Gwngsan-gu, Gwangju, South Korea

### 1. 서론

다시마 (*Laminaria japonica*, Sea tangle)는 수산자원 중 가장 풍부한 해조류 중 하나로 우리나라 전해안에 광범위하게 분포되어 있는 재료로 독특한 맛과 향으로 기호성이 양호한 편이고 [1], 정미성분이 풍부하여 생식이나 국수, 우동 등의 면류와 각종 국물을 우려내는 조미재료로써 이용하고 있다 [2].

다시마는 갈조식물군 중 다시마과에 속하며, 동의보감에서는 ‘근포’라 하여 신체의 저항성을 높여주고, 노폐물의 배설을 촉진하며, 고혈압, 동맥경화, 갑상선종, 신장염에 효과가 있을 뿐만 아니라 암세포의 증식을 억제하고, 노화를 예방하는 건강장수식품으로 기록되어 있다 [3]. 실제로 다시마는 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등 신체의 생리대사에 관여하는 무기질을 다량 함유하며 갑상선 호르몬의 주성분인 요오드를 4,000 ppm 이상 함유하고 있으며 [4] 육상식물과 동물보다 더 효과적이기 때문에 우리에게 작은 공급물로도 부족한 무기질을 채워줄 수 있다 [5]. 뿐만 아니라, 다시마는 uronic acid의 복합체인 alginic acid, 황산기를 함유한 산성다당으로 fucoidan 및 laminaran과 같은 식이섬유의 보고로 알려져 있다 [6]. 다시마에 함유된 20-30%의 알긴산은 소화되지 않는 식이성 섬유소로써 동맥경화예방, 대장암의 예방, 비만억제 등 다양한 효과와 최근에는 면역력 증강 등의 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로도 알려져 있다 [7]. 특히, fucoidan은 수용성 다당류로 혈액 중에 존재하는 합황 산성다당인 heparin과 생리적 특성이 유사하여 항혈액응고 작용을 나타낼 뿐 아니라 항암작용 등 다양한 생리적 기능이 밝혀지고 있다 [8]. 그리고, laminaran은 다시마 중에 함유된 저분자 질소화합물 중 하나인데 혈압 강하작용이 있는 것으로 보고된바 있다 [9]. 다시마가 가지고 있는 식이섬유들은 당에 대한 내성을 증가

시키며, 혈중 콜레스테롤을 저하하는 등의 지질대사를 개선함으로써 항당뇨 효과와 항산화 효소계에 영향을 미치는데, 이에 관한 연구로는 다시마 섭취가 정상과 당뇨병 쥐의 비장 세포 증식과 췌신장의 산화적 스트레스 및 당뇨성 병변에 미치는 영향, 다시마 섭취가 정상과 당뇨병 쥐 대식세포의 cytokine 분비에 미치는 영향, 다시마 추출물의 급여가 당뇨병 쥐의 중성스테로이드와 담즙산 배설에 미치는 영향이 있다 [10-15]. 또한, 다시마는 polysaccharide로 체내에 축적된 유해 중금속을 방출함으로써 해독작용을 하며, 지질 중 lignan은 장내 세균을 이용하여 난소종양 유발물질을 비스테로이드성 난소종양 물질로 전환시키거나 *Lactobacillus*와 같은 유익한 미생물의 생육을 촉진함으로써 탁월한 다이어트 효과를 나타낸다. 그 외에도 체내에서 나트륨을 칼륨으로 치환하여 나트륨의 과다 흡수를 억제시킴으로써 고혈압을 예방하며, 항암, 항돌연변이, 항바이러스 등 다양한 효과가 보고되고 있다 [5, 16-20]. 최근에는 늑고 백내장이 있는 쥐를 이용하여 다시마 추출물로 산화 스트레스성 백내장을 효과적으로 예방하기 위해 글루타메이트, 글라이신, 시스테인으로 이루어진 글루타치온의 활성도 측정연구, 원형탈모치료를 위해 장기간 섭취한 다시마에 함유된 iodine이 갑상선에 미치는 영향, 장기간에 걸쳐 전리방사선을 쬐 쥐의 정자수 감소와 DNA의 피해를 다시마의 polysaccharide를 이용하여 회복에 대한 연구가 진행되었다 [21-23]. 이러한 다시마의 생리활성 효과가 보고되면서 다시마의 가능성을 다양하게 활용하고자 가공식품에 적용하는 연구들이 이루어지고 있는데, 그 연구사례로 다시마 추출물 또는 분말을 첨가한 요구르트, 고추장, 청국장, 목, 조미료, 두부, 쿠키, 다시마 밥, 설기 떡, 김치, 발효음료 등이 있다 [1,6,7,24-31]. 다시마의 생리활성을 이용한 제품이 소비자의 높은 호응을 얻으면서 다시마의 생산량도 꾸준히 증가하고 있다 [32]. 본 연구에서는 국내 대표적 다시마 산지인 전라남도 완도의 다시마 열수추출물을 이용하여 항암, 혈당강하, 항산화 및 간 기능 보호와 숙취해소 등이 용이한 기능성 식품과 기능성 화장품의 제조 기술을 개발하기 위한 전단계로서 다양한 형태의 영양성분을 건조 다시마의 영양성분과 [5] 비교 및 항산화 활성 확인을 수행하여 열수추출만으로도 쉽게 제품에 적용할 수 있도록 하기 위하여 다시마 추출물의 기능성식품으로써의 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 다시마는 전라남도 완도 ‘바다 가득히’ 회사에서 구입한 건조 다시마를 열수추출하였다. Ethanol, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Folin-Ciocalteu’s phenol reagent, methanol, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 등은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, USA)로부터 구입하였으며 나머지 시약들은 시판 특급시약을 구입하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 다시마의 열수 추출

건조 상태의 다시마 10 kg을 취하여 감압열수추출기 4기에

동량으로 투입한 후 1기당 6 L의 물을 넣고 100℃에서 20 분간 가열 후 80℃로 12시간 동안 가열하였다. 이것을 여과용 천에 깔고 filtering하여 각 8 L씩 총 32 L의 여액을 만들어 90℃로 농축하여 1기당 약 5 L 정도의 열수 추출물을 제조하였다. 여기에서 감압열수추출기는 압력은 낮추어 낮은 온도에서 성분분리해낼 수 있기 때문에 사용하였다.

Table 1. Composition of total amino acid in *Laminaria japonica* water extract

Amino acid	<i>Laminaria japonica</i> water extract	<i>Laminaria japonica</i> dried powder	<i>Laminaria japonica</i> dried powder [5]
Tryptophan	0.03 <sup>1)</sup>	0.15 <sup>2)</sup>	0.19 <sup>3)</sup>
Threonine	0.27	3.47	3.41
Isoleucine	0.20	2.19	2.61
Leucine	0.31	4.02	4.45
Lysine	0.03	2.17	4.77
Methionine	0.10	1.23	1.49
Cystein	0.03	0.43	1.96
Phenylalanine	0.14	2.48	2.82
Tyrosine	0.10	1.33	1.74
Valine	0.34	3.16	6.01
Arginine	0.10	1.85	2.96
Histidine	0.07	1.17	2.38
Alanine	0.51	6.33	4.51
Aspartic acid	0.44	16.65	4.69
Glutamic acid	2.07	21.60	3.86
Glycine	0.34	2.51	3.31
Proline	0.27	2.16	1.91
Serine	0.31	2.56	2.45
Total	5.66	75.46	55.523

<sup>1)</sup> Unit is mg per g of *Laminaria japonica* water extract.

<sup>2)</sup> Unit is mg per g of *Laminaria japonica* dried powder.

<sup>3)</sup> Unit is mg per g of *Laminaria japonica* dried powder.

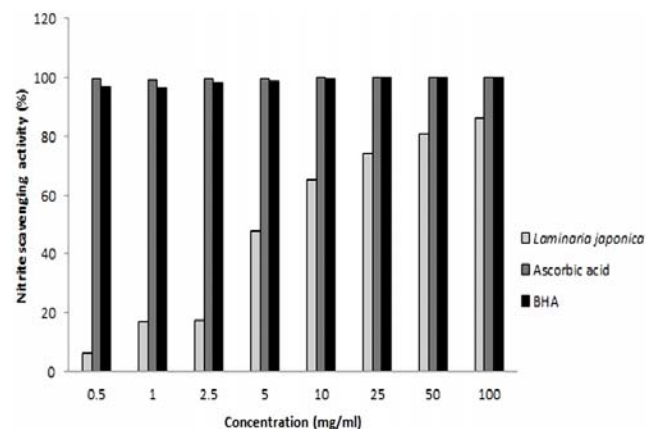


Fig. 1. Nitrite scavenging activity in *Laminaria japonica* water extract.

2.2.2. 구성 아미노산 (total amino acid) 의 분석

구성 아미노산 분석을 위하여 시료 1 g을 6 N의 HCl로 가수분해하였다 [33]. 가수분해한 시료를 이용하여 loading buffer (lithium citrate, pH 2.2) 5 mL에 넣고 초음파 추출을 30분간 시행한 후 0.45 μm filter로 여과하고 10% 5-sulphosalicylic acid 1 mL과 위 시료 1 mL을 혼합한 후 4℃에서 1시간 방치

하여 침전물을 제거한 후 여과하였다. 이 중 10 mg을 취하여 Pico-tag 방법 [34]을 이용하여 PITC labeling한 후 얻은 시료 400 µL 중에서 50 µL을 취하여 HPLC를 이용하여 분석하였다. 사용한 HPLC 장치는 Waters 510 system (Waters, USA)이었으며, 컬럼은 Pico-Tag column (Waters, 3.9 × 300 mm, USA)을 사용하였다. 검출기는 photodiode array detector (Waters, USA)를 이용하여 254 nm에서 검출하였다.

**Table 2.** Composition of free amino acid in *Laminaria japonica* water extract

Free amino acid	<i>Laminaria japonica</i> water extract	<i>Laminaria japonica</i> dried powder
Cystein	N.D.	N.D.
Aspartic acid	0.44	3.13 <sup>2)</sup>
Glutamic acid	0.95	15.20
Asparagine	N.D.	0.17
Serine	0.03	0.28
Glutamine	N.D.	0.40
Glycine	0.03	0.09
Histidine	N.D.	0.11
Arginine	N.D.	0.07
Threonine	N.D.	0.18
Alanine	0.10	1.80
Proline	0.54	0.77
Tyrosine	0.03	0.06
Valine	0.07	0.15
Methionine	N.D.	N.D.
Isoleucine	0.03	N.D.
Leucine	0.07	0.09
Phenylalanine	0.07	0.09
Tryptophan	0.03	0.04
Lysine	N.D.	0.30
Total	2.39	22.93

<sup>1)</sup> Unit is mg per g of *Laminaria japonica* water extract.  
<sup>2)</sup> Unit is mg per g of *Laminaria japonica* dried powder

**2.2.3. 유리 아미노산 (free amino acid)의 분석**

시료 1 g에 증류수 20 mL을 가하여 80°C에서 2시간 증탕한 후 원심분리하여 상층액을 회수하였다. 이를 동량의 chloroform으로 washing하고 다시 원심분리하여 상층액을 시료로 사용하였다. 이 시료를 상기한 Pico-tag 방법 [34]으로 분석하였다.

**2.2.4. 무기성분의 분석**

다시마 열수추출물에 함유되어 있는 무기물의 분석은 Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Mn, Zn은 ICP-AES (OPTIMA 4300 DV, Perkin Elmer, USA)로 분석하였으며, Cu, Se, Ge, Cd는 ICP-MS (Xseries, Thermo elemental, USA)로 분석하였다. 요오드 (I)는 따로 분석하지 않았다.

**2.2.5. 비타민 분석**

시료 1 g을 식품공전의 미량성분 시험법 [35]에 따라 처리하여 이중 20 µL을 취하여 HPLC (Waters 510)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 C<sub>18</sub> Column (µ Bondapak C<sub>18</sub>,

0.39 × 30 cm, 10 µm)이며 유속은 solvent 30 mL/h, ninhydrin 20 mL/h이고, solvent 압력은 55 bar, ninhydrin 압력은 12 bar이었다.

**Table 3.** Mineral contents of *Laminaria japonica* water extract

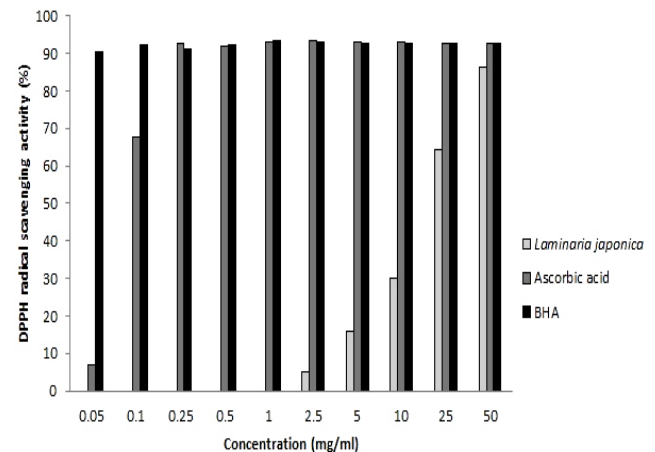
Mineral	<i>Laminaria japonica</i> water extract dried powder	<i>Laminaria japonica</i> dried powder [5]
Ca	80.20 <sup>1)</sup>	880 <sup>2)</sup>
K	752.60	5951
Mg	64.60	550
Na	259.20	2532
P	29.50	300
Fe	8.32	1.19
Mn	4.30	0.294
Zn	11.10	0.886
Cu	0.42	0.247
Se	N.D.	< 0.05
Ge	0.01	N.D.
Cd	0.40	0.017

<sup>1)</sup> Unit is mg per 100 g of *Laminaria japonica* water extract dried powder.  
<sup>2)</sup> Unit is mg per 100 g of *Laminaria japonica* dried powder.

**Table 4.** Composition of vitamin in *Laminaria japonica* water extract<sup>4)</sup>

Vitamin	<i>Laminaria japonica</i> water extract dried powder	<i>Laminaria japonica</i> dried powder	<i>Laminaria japonica</i> dried powder [5]
B <sub>1</sub>	N.D.	N.D.	0.24 <sup>3)</sup>
B <sub>2</sub>	N.D.	N.D.	0.85
B <sub>6</sub>	N.D.	N.D.	0.09
C	N.D.	50.71 <sup>2)</sup>	N.D.
E	0.30 <sup>1)</sup>	0.73	N.D.
K <sub>1</sub>	N.D.	0.17	N.D.
Niacin	N.D.	0.57	1.58
β-carotene	N.D.	0.67	2.99

<sup>1)</sup> Unit is mg per 100 g of *Laminaria japonica* water extract dried powder.  
<sup>2)</sup> Unit is mg per 100 g of *Laminaria japonica* dried powder.  
<sup>3)</sup> Unit is mg per 100 g of *Laminaria japonica* dried powder.  
<sup>4)</sup> vitamin A, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin D<sub>3</sub>, pantothenic acid, biotin, folic acid were not detected.



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity in *Laminaria japonica* water extract.

**2.2.6. 총 페놀함량 측정**

총 페놀함량은 Dewanto 등의 방법 [36]에 따라 농도별로 희석한 샘플 1 mL에 Folin-Ciocalteu reagent와 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 각각 1 mL씩 투입하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid (Sigma Co, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출 하였다.

**Table 5.** Reducing power in *Laminaria japonica* water extract

Concentration (mg/mL)	<i>Laminaria japonica</i> water extract	Ascorbic acid	BHA
0.01	0.04 <sup>1)</sup>	0.13 <sup>2)</sup>	0.30 <sup>3)</sup>
0.05	0.04	0.13	0.31
0.10	0.04	0.13	0.35
0.25	0.04	0.15	0.39
0.50	0.05	0.15	0.41
1	0.05	0.16	0.43
2.50	0.04	0.17	0.46
5	0.06	0.22	0.47
10	0.07	0.25	0.48
25	0.12	0.31	0.51
50	0.14	0.37	0.61
100	0.17	0.42	0.68

<sup>1)</sup>Unit is optical density (700 nm) of *Laminaria japonica* water extract.

<sup>2)</sup>Unit is optical density (700 nm) of ascorbic acid.

<sup>3)</sup>Unit is optical density (700 nm) of BHA.

**2.2.7. 환원력 측정**

Saeedeh와 Asna의 방법 [37]에 따라 희석한 sample 200 µL에 200 mM phosphate buffer (pH 6.6)와 10% potassium ferricyanide 용액 20 µL를 가하여 50°C에서 20분간 반응시킨 다음 10% trichloroacetic 용액 200 µL를 가한 후 1,650 × g에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액 500 µL에 0.1% ferric chloride 500 µL를 가하여 Fe<sup>3+</sup>와 Fe<sup>2+</sup>간의 상호 전환에 의하여 나타나는 청록색을 700 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

**2.2.8. 아질산염 소거능 측정**

아질산염 소거작용 (nitrite scavenging effect)은 Gray와 Dugan의 방법 [38]에 의하여 측정하였다. 즉 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 일정농도의 추출물 시료 2 mL를 첨가하고 여기에 0.1 N HCl을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정 한 후 최종 부피를 10 mL로 하였다. 이 혼합액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하여 2% CH<sub>3</sub>COOH 용액 5 mL, Griess 시약 0.4 mL을 첨가하여 잘 혼합하여 실온에서 15분간 방치한 후 분광 광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산 양을 산출하였다. 이 때 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 같은 방법으로 실시하였으며, 아질산염 소거작용은 추출물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 흡광도 차이를 백분율 (%)로 나타내었다.

**2.2.9. DPPH radical 소거활성 측정**

DPPH radical에 대한 각 시료의 환원력을 측정하기 위해 99% 메탄올에 각 시료를 녹여 농도별로 희석한 희석액 800 µL와

메탄올에 녹인 0.15 mM DPPH 용액 200 µL를 가하여 실온에 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 유리라디칼 소거활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는데 필요한 시료의 농도인 RC<sub>50</sub> 값으로 나타내었다. 이때 활성 비교를 위하여 BHA와 Ascorbic acid를 사용하였으며 시료농도의 1/10이 되도록 첨가하여 같은 방법으로 항산화효과를 측정하였다 [39].

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 다시마 열수추출**

추출물에 대한 고형분, 점도, 색을 실험한 결과 고형분은 건조 다시마 중량의 29.4 wt%였으며 점도는 시중의 corn 오일보다 조금 낮은 대략 38 cP를 보였으며 색은 진한 갈색을 보였다.

**3.2. 총 아미노산 성분**

다시마 열수추출물의 총 아미노산 성분을 HPLC를 이용하여 분석한 결과 18 종의 아미노산을 함유하고 있으며, 이중 친수성이며 산성인 glutamic acid가 2.07 mg/g으로 가장 높았으며, alanine, aspartic acid, glycine, valine 등의 순으로 함유되어 있었다. 이것은 다시마가 가진 glutamic acid, aspartic acid, alanine, leucine, threonine, serine 등의 순서와 비슷하지만, 함량에서는 많은 차이를 보여 다시마 열수추출물은 5.66 mg/g이었고, 건조다시마는 75.46 mg/g의 총 아미노산 함량을 가지고 있었다. 다시마 열수추출물의 성분 중 tryptophan의 총 아미노산 구성비율이 Nada Kolb [5]의 건조 다시마보다 높은 것으로 나왔다. 이는 열수추출로 면역체계 증진, 식세포 활성을 가진 melatonin을 합성하는데 필요한 성분인 tryptophan [40]을 다른 성분보다 더 얻을 수 있는 이점이 있다.

**3.3. 유리아미노산 성분**

다시마 열수추출물의 유리아미노산 성분을 알고자 HPLC를 이용하여 분석한 결과 14종의 아미노산을 함유하고 있었으며, glutamic acid가 0.95 mg/g으로 가장 높았으며, proline, aspartic acid, leucine, phenylalanine, trypsin 등의 순으로 함유되어 있었다. 건조다시마가 가진 glutamic acid, aspartic acid, alanine, prolin, glycine, lysine 등의 순서와 달리 proline이 0.54 mg/g으로 두번째로 많았다. 다시마 열수추출물은 13종의 유리 아미노산이 검출되어 총 유리 아미노산함량은 2.39 mg/g이고 건조다시마는 17종의 유리 아미노산이 검출되어 총 유리 아미노산함량은 22.93 mg/g이다. 이 중 열수추출시 많이 추출된 proline은 여러 가지 암에서 발생할 수 있는 혈관생성억제를 제거하는데 도움이 될 수 있다 [41].

**3.4. 무기물 성분**

무기물의 성분함량을 알고자 ICP를 이용하여 원소분석을 한 결과 칼륨 (K)함량이 752.60 mg/100 g으로 가장 높게 나왔으며, 나트륨 (Na), 칼슘 (Ca), 마그네슘 (Mg), 인 (P)이 그 뒤를 이었다. 건조다시마의 칼슘 (Ca) 880 mg/100 g, 인 (P) 300 mg/100 g, 철 (Fe) 1.19 mg/100 g에 비해 다시마 열수

추출물의 해당 무기질의 함량은 낮았으나 [5,40,42] 철 (Fe) 함유량은 다시마 열수추출물에서 더 많은 양이 검출되었다. 칼슘 (Ca)은 800 mg/day, 마그네슘 (Mg)은 350 mg/day, 인 (P)은 800 mg/day인 일일 섭취권장량에 비하여 적다 [46]. 이유는 건조다시마와 다르게 감압열수추출 시 무기물성분이 다시마에서 추출되지 못하고 잔류물로 소거된 것으로 사료된다.

### 3.5. 비타민 성분

다시마 열수추출물의 비타민 E는 0.30 mg/100 g로써 다시마 가루의 0.73 mg/100 g에 비해 비타민 함량이 적었다. Nada 등의 [5] 연구 결과에서는 건조다시마와 다시마 가루는 5가지 이상 비타민이 검출이 되었고 특히, niacin,  $\beta$ -carotene이 공통적으로 검출되었지만 다시마 열수추출물에서는 열에 의해서 비타민 E를 제외한 나머지 비타민은 검출되지 않았다. 비타민 E는 glycation의 최종부산물이나 유사 부산물로 진행되는 것을 제한하는 항산화제 역할을 하기 때문에 열수추출한 비타민 E로 항산화에 영향을 줄 수 있다 [43].

### 3.6. 총 페놀함량 분석

페놀 화합물의 주된 역할 중 하나는 자유 라디칼을 소거하는 것이다 [44]. 따라서 이러한 페놀 화합물인 플라보노이드나 페놀산 등의 총량인 총 페놀함량은 DPPH radical 소거능으로 나타내는 항산화 활성에서는 중요한 인자로 작용한다. 일반적으로 항산화 활성이 증가함에 따라 총 페놀함량도 증가한다고 알려져 있다. 본 연구에서는 다시마 열수추출물을 0.01 mg/mL에서 10 mg/mL까지 첨가하여 페놀함량을 측정 한 결과 점차적으로 증가하였다고 gallic acid를 기준으로 하였을 때, *Laminaria japonica* water extract가 35.28 ( $\mu$ g gallic acid equivalent/g of extract)이었다.

### 3.7. 환원력 분석

다시마 열수추출물을 0.01 mg/mL부터 100 mg/mL까지 첨가하여 환원력을 측정한 결과, 추출물의 농도가 올라갈수록 꾸준한 증가를 보였다. 환원력에 관련된 *Sempervivum tectorum*의 연구에서 2.5 mg/mL는 0.67의 환원력을 나타냈다 [45]. 비록 다시마열수추출물은 0.04로 낮은 편이지만 총 페놀함량이 증가함에 따라 환원력의 증가 경향을 보여주었다.

### 3.8. 아질산염 소거능 분석

아질산염은 수산물이나 식육에 첨가하여 발색, 독소생성억제, 산패방지 등으로 널리 이용되고 있으며 또한, 발암성 물질로 알려진 니트로사민의 전구물질로 아민을 함유하고 있는 식품물을 섭취했을 때 위내에서 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다. 식품에서 일어나는 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있는데 특히 비타민 C, 토코페롤, 총 페놀화합물 등이 니트로사민 생성을 억제하는 대표적인 물질들로 이들은 nitrosamine agent를 빠르게 파괴하거나 반응성이 없는 물질로 환원시키는 역할을 담당한다 [38,46]. 다시마 열수추출물에서 아질산염 소거능은 농도가 높아질수록 증가하였는데 낮은 농도인 5 mg/mL에서 47.6%가 제거되었고 농도가 높아질수록 제거율이 높아

져 100 mg/mL에서는 86.2%가 제거되는 효과를 보였다. 특히, 다시마 열수추출물은 낮은 농도에서도 아질산염 제거율이 높은 특성이 있었다.

### 3.9. DPPH radical 소거 활성 분석

DPPH는 안정한 유리기를 갖는 물질로 cystein, glutathione과 같은 함유황 아미노산과 아스코르브산, 방향족 아민 (*p*-phenyl-enediamine, *p*-aminophenol) 등의 물질과 만나면 유리기가 소거되어 탈색되므로 항산화 물질의 항산화능 측정에 편리한 방법이다 [39]. 다시마 열수추출물은 2.5 mg/mL에서 50 mg/mL까지 농도에서 DPPH free radical 실험을 수행한 결과 농도가 높아질수록 DPPH 자유라디칼 소거활성이 증가하여 50 mg/mL에서 86.4%가 제거됨으로써 ascorbic acid (92.8%), BHA (92.5%)와 거의 유사한 활성을 보였다. Ethanol soluble fraction (ESF) 추출물의 경우 polysaccharide와 non-polysaccharide 모두가 영향을 주고 다시마는 다른 갈조류보다 발효에 의한 수소생산 능력이 뛰어나 자유라디칼 소거활성이 증가되는 연구결과가 있으므로 발효를 통한 열수추출을 실시한다면 더 좋은 DPPH 자유라디칼 소거활성을 보일 수 있다 [47].

## 4. 결론

다양한 생리활성 기능을 가지고 있는 다시마를 기능성 식품과 기능성 화장품의 제조에 활용하고자, 다시마를 열수추출하여 아미노산, 비타민, 무기질 및 항산화 활성을 분석하였다. 총아미노산은 14종, 유리 아미노산은 18종이 발견되었고, 총 아미노산은 glutamic acid, alanine, aspartic acid, glycine, valine 순이었고, 유리 아미노산은 glutamic acid, proline, aspartic acid, leucine, phenylalanine이 대표적이었다. 비타민은 다시마 열수추출물이 다시마 건조물에 비해 비타민 E 함량이 적었으며, 다른 비타민은 검출되지 않았다. 무기물은 다시마 열수추출물 100 g에 대하여 칼륨 (K) 752.60 mg, 나트륨 (Na) 259.20 mg, 칼슘 (Ca) 80.20 mg, 인 (P) 29.50 mg, 철 (Fe) 8.32 mg 순으로 검출되었다. 다시마 열수추출물의 항산화 활성 측정결과, 자유 라디칼을 소거하는 주된 역할을 하는 총 페놀함량은 100 mg/mL에서 0.23으로 gallic acid (0.99)에 비해 현저히 낮은 값을 보였으며, 항산화활성에 중요한 인자인 환원력은 100 mg/mL에서 0.17로 ascorbic acid (0.42), BHA (0.68)에 비해서 낮은 값을 보였다. 활성산소 중 안정화된 nitrite를 제거하는 능력인 아질산염 소거능은 5 mg/mL 농도에서 47.6%가 제거되었고 농도가 높아질수록 제거율이 높아져 100 mg/mL 농도에서 86.2%가 제거되는 효과를 보였다. 항산화 물질과 만나면 전자를 내주어 radical을 소거하는 DPPH radical 소거활성은 농도가 높아질수록 DPPH 자유라디칼 소거활성이 강해져 50 mg/mL에서 86.4%가 제거됨으로써 ascorbic acid (92.8%), BHA (92.5%)와 거의 유사한 활성을 보였다. 풍부한 아미노산 및 무기물 함량과 더불어 다시마 열수추출물의 탁월한 항산화 활성은 추후 기능성 식품 혹은 화장품으로 이용가치가 높을 것으로 판단된다.

## 감사

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과이며 (2009-2010), 이에 감사드립니다.

## References

- Jung, E. J. and B. H. Bang (2003) The effect on the quality of yogurt added water extract from sea tangle. *Korean J. Food & Nutr.* 16: 66-71.
- Kim, J. S. and K. J. Kang (1998) Effect of *Laminaria* addition on the shelf-life and texture of bread. *Korean J. Food & Nutr.* 11: 556-560.
- Hur, J. (1999) *Dong-ui-bo-gam*. Bupin Publishing Co. Seoul.
- Kwon, E. A., M. J. Chang, and S. H. Kim (2003) Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 406-412.
- Nada, K., V. Luciana, M. Nada, and V. Stocchi (2004) Evaluation of marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and kombu (*Laminaria digitata japonica*) as food supplements. *Food Biotechnol.* 42: 57-61.
- Jung, Y. K., Y. K. Lee, H. K. No, and S. D. Kim (2006) Effect of sea tangle on fermentation and quality characteristics of *Cheongbukjang*. *Korean J. Food Preserv.* 13: 95-101.
- Bae, T. J. and D. S. Kang (2000) Processing of powdered seasoning material from sea tangle. *Korean J. Food & Nutr.* 13: 521-528.
- Koo, J. G., Y. S. Choi, and J. K. Kwak (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.
- Hikaru, O., G. Yasuco, and O. Isao (1967) Pharmacological studies on laminine monocitrate. *Yakugku Zasshi.* 87: 935-939.
- Lahaye, M. (1991) Marine algae as sources of fibers contents in some sea vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 54: 587-594.
- Park, M. Y., K. H. Kim, K. S. Jeong, and H. A. Kim (2007) Effect of supplementation of dietary sea tangle on the renal oxidative stress in diabetic rats. *Korean J. Food Culture* 22: 140-148.
- Lee, K. S., J. S. Seo, and Y. S. Choi (1998) Effect of sea tangle and hypoglycemic agent on lipid metabolism in diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 960-967.
- Cho, S. H., K. M. Yang, B. S. Bae, S. A. Im, and R. N. Yu (1998) Effect of sea tangle intake on cytokine in macrophage from normal and diabetic mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 952-959.
- Jang, M. A., K. S. Lee, J. S. Seo, and Y. S. Choi (2002) Effect of dietary supplement of sea tangle extractions on the excretion of neutral steroids and bile acid in diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 819-825.
- Cho, Y. J. and M. A. Bang (2004) Effect of dietary sea tangle on blood glucose, lipid and glutathione enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Food Culture* 19: 419-428.
- Penman, A. and G. R. Sanderson (1972) A method for the determination of uronic acid sequence in alginates. *Carbohydrate Res.* 25: 273-282.
- Choi, J. H., J. S. Choi, D. S. Byun, and D. S. Yang (1986) Basic studies on the development of diet for the treatment of obesity. II. Comparison of the inhibitory effect of algae and crude drug component on obesity. *Bull. Korean Fish. Soc.* 19: 485-492.
- Rue, B. H., D. S. Kim, K. J. Cho, and D. B. Shin (1989) Antitumor activity of seaweeds toward Sarcoma-180. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 595-600.
- Oh, C. K., M. C. Oh, S. H. Kim, S. B. Rhim, and S. H. Kim (1998) Antimutagenic and antimicrobial effect of ethanol extracts from sea-mustard and sea tangle. *J. Korean Fish. Soc.* 31: 90-94.
- Nakashima, H., Y. Kido, N. Kobayashi, N. Motoki, M. Neushal, and N. Yamamoto (1987) Purification and characterization of an avian Myeloblastosis and human immunodeficiency virus reverse transcriptase inhibitor sulfated polysaccharide extracted from sea tangle. *Antimicrob. Agents Chemother.* 31: 1524-1530.
- Kim, L. T. and J. H. Oh (2009) Effect of glutathione with sea tangle extract on prevention of selenite-induced cataract formation in Rats. *J. Korean Ophthalmol. Soc.* 50: 1555-1562.
- Shigeki, I., T. Naoyuki, T. Naoyuki, and I. Satoshi (2010) Suppression of thyroid function by seaweed "Kombu" (*Laminaria japonica*) supplement seen in a patient with *alopecia areata*: A case report. *The Open Dermatology J.* 4: 108-109.
- Luo, Q., J. Liu, J. Yan, and X. Cui (2010) *Laminaria japonica* polysaccharides on the recovery of rats' spermatogenic function of testis damaged by chronic local ionizing radiation. *J. Medicinal Plants Research* 4: 1400-1406.
- Bae, T. J. and O. S. Choi (2001) Change of free amino acid compositions and sensory properties in Kochujang added sea tangle powder during fermentation. *Korean J. Food & Nutr.* 14: 245-254.
- Jung, Y. H., G. B. Kim, S. N. Choe, and Y. J. Kang (1994) Preparation of mook with sea mustard and sea tangle. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 156-163.
- Baek, S. H., K. H. Kang, and S. N. Choe (1996) Effect of seaweeds added in preparation of tofu. *Korean J. Food & Nutr.* 9: 529-535.
- Cho, H. S., B. H. Park, K. H. Kim, and H. A. Kim (2006) Antioxidant effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J. Food Culture* 21: 541-549.
- Shin, E. S., J. H. Lee, K. T. Park, H. S. Ryu, and D. H. Jang (2004) Optimizing cooking condition of short grain rice containing sea tangle patch. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1726-1734.
- Cho, M. S. and J. S. Hong (2006) Quality characteristics of sulgidduk by the addition of sea tangle. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22: 37-44.
- Ha, J. O. and K. Y. Park (2000) Na-binding capacity of alginate and development of sea tangle added Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 995-1002.
- Kim, M. L., M. A. Choi, and J. S. Jeong (2008) Development of fermented beverage using the sea tangle extract and quality characteristics thereof. *Korean J. Food Preserv.* 15: 21-29.
- Ministry of Marine Affairs & Fisheries (2002) Trend of seaweeds cultivation and production 3: 118.
- Knecht, R. and J. Chang (1986) Liquid chromatographic determination of amino acids after gas-phase hydrolysis and derivatization with (dimethylamino) azobenzensulfonyl chloride. *Anal. Chem.* 58: 2375-2379.
- Waters Associates (1983) Official method of amino acid analysis, p. 33. Amino acid analysis system of operators manual of the Waters Associates, USA.
- Food code (2003) *Conduct laboratory testing according to specifications and test methods of the Food code.* pp. 894-918,

- Korea Food & Drug Administration, Moon Yong Press, Seoul, Korea.
36. Dewanto, V., X. Wu, K. K. Adom, and R. H. Liu (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3010-3014.
  37. Saeedeh, A. D. and U. Asna (2007) Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem.* 102: 1233-1240.
  38. Gray, J. I. and L. R. Dugan (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* 40: 981-984.
  39. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
  40. Sánchez, S., S. D. Paredes, M. I. Martín, and C. Barriga (2004) Effect of tryptophan administration on circulating levels of melatonin and phagocytic activity. *J. Applied Biomedicine* 2: 169-177.
  41. Roomi, M. W., N. Roomi, V. Ivanov, and T. Kalinovsky (2005) Inhibitory effect of a mixture containing ascorbic acid, lysine, proline and green tea extract on critical parameters in angiogenesis. *Oncology reports* 14: 807-815.
  42. National Fisheries Research and Development Institute (2009) *chemical composition of marine products in Korea*. Second edition 84-85.
  43. Aoki, Y., Y. Yanagisawa, K. Yazaki, H. Oguchi, K. Kiyosawa, and S. Furuta (1992) Protective effect of vitamin E supplementation on increased thermal stability of collagen in diabetic rats. *Diabetology* 35: 913-916.
  44. Halliwell, B. and J. M. Gytterige (1990) Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol.* 186: 1-85.
  45. Blázovics, A., A. Lugasi, K. Szentmihályi, and Á. Kéry (2003) Reducing power of the natural polyphenols of *Sempervivum tectorum* *in vitro* and *in vivo*. *Acta Biologica Szegediensis* 47: 99-102.
  46. Byers, T. and G. Perry (1992) Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu. Rev. Nur.* 12: 135-139.
  47. Park, M. J. and J. S. Han (2006) Radical scavenging and antioxidant activities of fermented *Laminaria japonica* extract. *J. Food Sci. Nutr.* 11: 10-16.
  48. Miladi, S. and M. Damak (2008) *In vitro* antioxidant activities of *Aloe vera* leaf skin extracts. *Journal de la société Chimique de Tunisie* 10: 101-109.