

## 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물의 항산화 효과

박지혜<sup>1</sup>, 배난영<sup>1</sup>, 박선희<sup>1</sup>, 김민지<sup>2</sup>, 김꽃봉우리<sup>2</sup>, 최정수<sup>3</sup>, 안동현<sup>1\*</sup>

### Antioxidant Effect of *Sargassum coreanum* Root and Stem Extracts

Ji-Hye Park<sup>1</sup>, Nan-Young Bae<sup>1</sup>, Sun-Hee Park<sup>1</sup>, Min-Ji Kim<sup>2</sup>, Koth-Bong-Woo-Ri Kim<sup>2</sup>, Jung-Su Choi<sup>3</sup>, and Dong-Hyun Ahn<sup>1\*</sup>

Received: 22 June 2015 / Revised: 27 July 2015 / Accepted: 28 July 2015

© 2015 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

**Abstract:** The present study was to investigate the antioxidant activity in ethanol and water extracts of root and stem of *Sargassum coreanum*. Antioxidant activities were evaluated by total polyphenol contents, DPPH radical scavenging activity, chelating effect, reducing power, and rancimat method. Total polyphenol contents of ethanol and water extracts were 32.79 mg/g and 15.55 mg/g, respectively. Ethanol extract showed higher DPPH radical scavenging activity than water extract and similar activity to BHT. Reducing power of extracts was increased in a concentration-dependent manner and ethanol extract had more reducing power than water extract. Ethanol and water extracts have little chelating effect at all concentrations. Antioxidant index (AI) of ethanol extract measured by Rancimat was higher than that of water extract, but their AI was lower than that of BHT. These results indicate that ethanol extract of *S. coreanum* root and stem has more potent antioxidant activity than water extract through DPPH radical scavenging and reducing power, and could potentially be used as a good source of natural antioxidants.

**Keywords:** *Sargassum coreanum* root and stem, Ethanol extract, Anti-oxidant activity, DPPH radical scavenging

### 1. INTRODUCTION

산소는 정상적인 대사 과정 중 활성 산소 (reactive oxygen species), 활성 질소 (reactive nitrogen species) 또는 활성 염소를 가진 반응성이 매우 큰 free radical을 생성한다. 이 중 활성산소종은 일반적인 triplet oxygen (<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)보다 반응성이 커서 인체 내의 성분들을 산화시키는 물질로, superoxide radical (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hydroxyl radical (OH<sup>·</sup>), peroxy radical (ROO<sup>·</sup>) 등과 같은 radical 뿐만 아니라 비라디칼인 singlet oxygen (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hydroperoxide (ROOH), hypochlorous acid (HOCl) 등을 포함한다. 이러한 활성산소종은 높은 반응성으로 단백질, 불포화지방산 등과 결합하여 과산화지질을 생성하고 DNA 및 RNA 등에 손상을 일으키며 생체막의 손상, 면역능력의 약화와 함께 류마티스성 관절염, 심장병, 파킨슨씨병, 알츠하이머병 그리고 암과 같은 질환과 노화를 유발하게 된다 [1-3].

이러한 활성 산소종으로부터 발생하는 손상을 억제하기 위해 활성산소를 조절할 수 있는 물질로 알려진 항산화제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이에 따라 천연 항산화제인 tocopherol, ascorbic acid, carotenoid, glutathione 및 합성 항산화제인 BHA, BHT 등 많은 항산화제가 개발되고 있다. 합성 항산화제의 경우 탁월한 효과와 경제성 때문에 폭넓게 사

<sup>1</sup>부경대학교 식품공학과/식품연구소

<sup>1</sup>Department of Food Science & Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea  
Tel: +82-51-629-5831, Fax: +82-51-629-5824  
e-mail: dhahn@pknu.ac.kr

<sup>2</sup>부경대학교 수산과학연구소

<sup>2</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan 619-911, Korea

<sup>3</sup>경남정보대학교 호텔외식조리계열

<sup>3</sup>Subdivision of Culinary Arts, Kyungnam College of Information and Technology, Busan 617-701, Korea

용되고 있으나 과량 사용 시 독성을 나타내는 것으로 보고되고 있으며 [4], 천연 항산화제로 널리 알려진 tocopherol은 안전하기는 하나 단독으로는 산화연쇄반응 저지 능력이 낮고 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 안전하고 항산화 효과가 뛰어난 천연 항산화제의 개발에 관심이 높아지고 있다 [5,6].

이러한 이유로 최근에는 천연해양식물로부터 효능이 있는 물질을 찾으려는 관심이 높아지면서 해조류의 생리활성에 대한 기초연구뿐만 아니라 유효활성 성분을 추출하여 식품 첨가물 또는 의약품으로 개발하고자 하는 노력이 증대되고 있다 [7-9]. 해조류는 해양환경에서 재생 가능한 자원으로 잠재적으로 식품으로써의 가능성을 가지고 있으며 [10], 카로티노이드, 식이섬유, 단백질, 필수지방산, 비타민, 미네랄 및 폴리페놀 등과 같은 생리활성 화합물의 원료이다 [11,12].

큰잎모자반 (*Sargassum coreanum*)은 우리나라의 동해안과 남해안 및 제주에 분포하며 모자반과에 속하는 식용 갈조류로 어린 줄기와 잎 부분은 먹거나 식물체 전체를 말려 사료로 이용한다. 큰잎모자반은 5~8 cm의 원뿔 모양의 뿌리와 뿌리로부터 나온 5~7 mm 굵기의 원기둥 모양 중심줄기를 가지고 있으며 여러 갈래로 갈라져 가지와 잎을 낸다. 큰잎모자반에 대한 연구 결과를 보면 항암 [13], 항염증 [14], 항응고 [15], 항고지혈, 항고혈압과 항동맥경화 [16,17] 등의 효과가 있다고 보고되고 있으며 큰잎모자반의 효소적 추출물에 대한 연구에서 항산화 효과 [18]가 있다고 보고되고 있다. 본 연구에서는 큰잎모자반에서 잘 이용되지 않는 뿌리 및 줄기로부터 에탄올 및 물 추출물의 항산화능을 알아보고 이를 바탕으로 식품 산업에 항산화 물질로서의 적용 가능성을 제시하고자 한다.

## 2. MATERIALS AND METHOD

### 2.1. 실험재료

본 실험에 사용한 큰잎모자반 (*S. coreanum*)은 부산 인근 해안에서 채취하여 담수로 깨끗이 씻은 다음 뿌리와 줄기 부분을 따로 세절하고 동결 건조하여 잘게 분쇄한 후 -20°C에서 동결 저장하면서 사용하였다.

### 2.2. 추출

동결 건조된 분말을 95% 에탄올로 추출한 다음 잔사에 물을 이용하여 추출하였다. 먼저 95% 에탄올을 시료의 10배량 가하여 실온에서 Shaker (Dongwon Science Co., Busan, Korea)를 이용하여 180 rpm으로 교반하면서 24시간 추출한 후 원심분리기 (UNION 32R, Hanil Co., Incheon, Korea)로 1977×g에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액을 취한 후 남은 잔사에 동일한 용매를 가하여 같은 방법으로 2회 반복 추출하였다. 에탄올 추출 후 남은 잔사는 37°C에서 건조하여 물 추출에 사용하였다. 물 추출물은 건조된 잔사에 10배량의 증류수를 가하여 에탄올과 동일하게 3회 반복 추출하여 취하였다. 상층액은 여과지로 여과한 후 37°C water bath에서 rotary evapo-

erator (RE200, Yamato Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 감압 하에 농축하고 37°C에서 건조하였다. 건조된 시료는 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 2.3. 총 페놀 화합물 함량 측정

총 페놀 화합물 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 것을 이용한 Folin-Denis법 [19]을 변형하여 측정하였다. 초순수 6.5 mL에 시료 0.5 mL을 가한 후 Folin-Ciocalteu's 용액 0.5 mL을 혼합한 다음 상온에서 3분간 반응시켰다. 반응이 끝나면 무수 탄산나트륨 포화용액을 1 mL 첨가하고 전체가 10 mL이 되도록 초순수를 가하여 상온에서 1시간 방치시킨 후 UV/visible spectrophotometer (GENESYS 10 UV, Rochester, NY, USA)로 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 화합물 함량은 gallic acid를 표준물질로 하여 동일한 방법으로 측정하여 얻은 표준곡선으로부터 총 페놀화합물 함량을 정량하였으며, mg gallic acid equivalents/g 단위로 나타내었다.

### 2.4. DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Blois [20]의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.5 mL에 0.2 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액을 0.5 mL 가하여 혼합하여 30분간 방치시킨 후 UV/visible spectrophotometer로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 용매를 가하여 동일한 방법으로 측정하였으며 시료 자체의 색에 대한 흡광도 값을 보정해주기 위해 0.2 mM DPPH 대신 메탄올을 넣어 같은 방법으로 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging effect (\%)} = (1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100$$

### 2.5. 환원력 측정

환원력은 Oyaizu [21]의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL를 첨가한 후 potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가해 충분히 혼합하여 50°C에서 20분간 반응시킨다. 반응이 끝나면 10% trichloroacetic acid (TCA) 용액 2.5 mL를 첨가한 다음 3000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액 2 mL에 증류수 2 mL과 0.1% iron (III) chloride 용액 0.4 mL를 가하여 혼합한 후 초순수 4.4 mL를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 ascorbic acid를 사용하였으며, 환원력은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Reducing power (Abs)} = \text{시료첨가구의 흡광도} - \text{공시험의 흡광도}$$

### 2.6. 금속봉쇄력 측정

금속봉쇄력은 Shimada 등 [22]의 방법에 따라 측정하였다. 시

료 0.2 mL에 초순수 0.74 mL를 혼합한 후, 2 mM FeCl<sub>2</sub> 용액 0.02 mL와 ferrozine 용액 0.04 mL를 첨가하여 실온에서 20분간 방치한 후 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 용매를 가하여 동일한 방법으로 측정하였다. 또한 시료 자체의 색에 대한 흡광도 값을 보정해주기 위해 시료 대신에 동량의 증류수를 가해 흡광도를 측정하였다.

Chelating effect (%) = (1 - 시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) × 100

### 2.7. 유지 산화 안정도 측정

산화 안정도 실험은 rancimat (743 Metrohm Co., Herisau, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 먼저 reaction vessel에 lard oil을 3.0 g 취하고 최종 농도가 5, 1, 0.5 mg/mL이 되도록 시료를 첨가한 다음 vortex하여 혼합한다. Rancimat 기계에 reaction vessel을 주입한 다음 100°C에서 시간당 20 L의 여과된 공기를 주입하여 산화시켰다. 이때 발생하는 휘발성 산화생성물이 65 mL의 초순수가 들어있는 absorption vessel로 이행될 때 나타나는 전기전도도의 변화에 따라 자동적으로 산출된 유도기간으로부터 산화 안정도를 측정하였다. 추출물의 항산화 정도를 측정하고 동시에 추출물을 첨가하지 않은 것을 대조구로 하여 항산화 정도를 비교하여 antioxidant index (AI)로 나타내었다. AI는 각 항산화제를 첨가한 실험구의 유도기간을 대조구의 유도기간으로 나눈 값으로, 유지 산화 안정도 수치가 큰 것일수록 항산화성이 높음을 의미한다 [23, 24].

### 2.8. 통계 처리

본 실험결과에 대한 통계처리는 SAS program (Statistical analytical system V8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석을 하였으며  $p < 0.05$  수준에서 Duncan의 다중 검정법을 통해 유의성을 검증하였다.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. 총 페놀 화합물 함량

페놀화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 phenolic acid류, phenylpropanoid류, flavonoid류 등이 대부분이다 [25]. 이는 phenolic hydroxyl기를 가지고 있어 단백질 또는 효소, 기타 거대분자들과 결합하는 성질이 있으며 또한 항균, 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성기능을 가진 것으로 알려져 있다 [26,27]. 페놀 화합물의 항산화 작용은 수산기를 통한 수소 공여로 라디칼들과 쉽게 공명으로 안정화될 수 있는 구조를 가지고 있어 항산화 활성을 가지는 것으로 보고되고 있다 [28]. 따라서 천연물의 항산화 연구 중에서 페놀 화합물의 함량과 항산화 활성의 연관성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다 [29]. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기를 95% 에탄올 및 물로 추출한 뒤 총 페놀 함량을 알아본 결과 (Table

**Table 1.** Total polyphenol contents (TPC) of *Sargassum coreanum* root and stem extracts (unit: mg gallic acid equivalents/g)

Extracts	TPC
Ethanol	32.79±0.80 <sup>a1)</sup>
Water	15.55±0.18 <sup>b</sup>

<sup>1)a-b</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

1), 각각 32.79 및 15.55 mg gallic acid equivalents/g으로 95% 에탄올 추출물에서 더 높은 페놀 함량을 보였다. 이는 사용되는 용매에 따라 추출되는 페놀 화합물의 양이 다른 것은 용매의 극성에 따라 추출되는 물질이 매우 다르게 나타나기 때문이다 [30]. Kwon 등 [31]의 연구에서도 복분자 완숙의 경우 에탄올의 농도가 높을수록 페놀 함량이 높았으며 물보다 에탄올 추출물에서 페놀 함량이 더 높았다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

### 3.2. DPPH radical 소거능

항산화 물질은 free radical의 소거 작용을 가지며 이는 활성 라디칼 전자를 공여하여 식물 중의 항산화 효과나 인체에서 노화를 억제하는 척도로 이용한다. 그 중에서도 DPPH는 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 radical로서 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색에 의해 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화 활성을 측정하는 방법이다 [32]. 이에 DPPH radical 소거능이 높으면 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 높아지며, 활성산소와 같은 free radical의 소거작용 증진으로 인체 내의 노화를 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다 [30]. 따라서 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 (Table 2), 에탄올 추출물에서는 1, 0.5, 0.1, 0.05 및 0.005 mg/mL의 농도에서 각각 95, 96, 76, 59 및 17%의 라디칼 소거능을 보였으며 대조구인 BHT와 유의적인 차이가 없었다. 이는 0.5 mg/mL에서 95%의 라디칼 소거능을 보인 파베기 모자반 에탄올 추출물과 유사하였다 [33]. 또한 물 추출물에서는 에탄올과 같은 농도에서 각각 93, 93, 61, 40 및 11%로 대조구인 ascorbic acid는 0.05 및 0.005 mg/mL 농도에서 각각 95% 및 18%로 활성이 현저히 감소하는 반면 물 추출물에서는 0.1 mg/mL의 농도에서부터 활성이 감소하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 에탄올 추출물이 물 추출물보다 총 폴리페놀 함량이 더 높았으며, DPPH radical 소거능에서도 에탄올 추출물이 물 추출물보다 더 높게 나타났다. 이는 식물체의 총 페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 매우 밀접한 상관관계를 가진다고 보고되고 있어 [34,35], 총 폴리페놀 함량이 더 높은 에탄올 추출물에서 DPPH radical 소거능 효과가 더 좋게 나타난 것으로 사료된다. 따라서 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물의 DPPH radical 소거능은 추출 용매에 따른 차이가 조금 있지만 에탄올 추출물과 물 추출물 모두 높은 radical 소거능을 가져 항산화 기능성 소재로 활용 가능성이 있는 것으로 사료된다.

**Table 2.** DPPH radical scavenging effect of *Sargassum coreanum* root and stem extracts (unit: %)

Extracts	Concentration (mg/mL)				
	1	0.5	0.1	0.05	0.005
Ethanol	95.59±0.34 <sup>Aa1)</sup>	96.85±0.34 <sup>Aa</sup>	76.93±0.82 <sup>Bc</sup>	59.32±0.13 <sup>Cb</sup>	17.03±0.18 <sup>Da</sup>
Water	93.59±0.07 <sup>Ac</sup>	93.49±0.07 <sup>Ad</sup>	61.71±0.07 <sup>Bd</sup>	40.84±0.20 <sup>Cc</sup>	11.62±0.96 <sup>Db</sup>
BHT	94.63±0.15 <sup>Ab</sup>	94.40±0.13 <sup>Ac</sup>	79.61±0.71 <sup>Bb</sup>	56.06±3.03 <sup>Cb</sup>	10.82±0.57 <sup>Db</sup>
Ascorbic acid	95.08±0.19 <sup>Aab</sup>	95.17±0.05 <sup>Ab</sup>	95.60±0.11 <sup>Aa</sup>	95.73±0.05 <sup>Aa</sup>	18.67±1.10 <sup>Ba</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same row (<sup>A-D</sup>) and column (<sup>a-d</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

### 3.3. 환원력

환원력의 측정은 항산화물질의 환원물이 노란색의  $Fe^{3+}$ /ferricyanide 복합체 (potassium ferricyanide (III))를 ferrous 형태로 환원시켜 나타난 파란색의 Perl's prussian blue의 정도를 700 nm에서 측정하는 원리이다. 흡광도의 수치 자체가 시료의 환원력을 나타내어 흡광도 수치가 높을수록 환원력의 세기가 높다는 것을 나타낸다 [29]. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기의 환원력을 비교한 결과 (Table 3), 에탄올 추출물의 경우 0.1, 0.5 및 1 mg/mL의 농도에서 각각 0.12, 0.41, 0.68의 값을 보였으며 물 추출물의 경우 에탄올 추출물과 같은 농도에서 각각 0.05, 0.15, 0.26의 값을 보여 에탄올 추출물이 물 추출물보다 환원력이 높았으며 에탄올과 물 추출물 모두 대조구인 ascorbic acid보다는 낮은 환원력을 보였다. 이상의 결과, 에탄올 추출물이 물 추출물보다 두 배 이상의 높은 환원력을 보였는데, 이는 총 페놀 화합물 함량을 측정한 결과에서도 에탄올 추출물이 물 추출물보다 두 배 이상의 높은 폴리페놀 화합물 함량을 나타내었다. Kim 등 [30]의 연구에서 패 추출물의 환원력을 측정할 결과 총 페놀 화합물 함량이 비교적 높은 발효주정 추출물의 환원력은 높고 총 페놀 화합물 함량이 낮은 물 추출물은 환원력이 낮다고 보고하였으며, Lee 등 [35]의 결과에서도 환원력은 총 폴리페놀 화합물 함량과 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 따라서, 에탄올 추출물에서 환원력이 더 높은 결과는 총 폴리페놀 함량 결과와 상관관계가 높을 것으로 사료된다.

### 3.4. 금속봉쇄력

철은 인체 내에서 여러 효소의 중요한 구성 성분이 되며 산소의 운반과 세포 호흡 등 생리과정에서 필수적인 금속이온이다. 그러나 철의 축적으로 인한 과잉현상은 철과 생체 내 존재하는  $H_2O_2$ 와의 Fenton reaction ( $Fe^{2+}+H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+}+OH+OH\cdot$ )에 의해 세포노화 및 세포손상을 야기하는 강력한 hydroxyl radical이나 superoxide radical 등의 생성을 촉진하여 세포 내 지질 및 단백질의 산화를 촉진하고, 식품의 가공 및 저장 중에는 지방질의 산화를 촉진한다 [36]. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물의 금속봉쇄력은 Table 4와 같다. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기의 에탄올 및 물 추출물 모두 0.1, 0.5 및 1 mg/mL의 농도에서 10% 미만의 활성을 나타내었으며 물 추출물이 에탄올 추출물보다 활성이 조금 더 높게 나타났다. 이에 대조구인 EDTA의 경우 0.1, 0.5 및 1 mg/mL의 농도에서 100%에 가까운 값을 보여 에탄올과 물 추출물 모두 EDTA보다 금속봉쇄력이 낮게 나타났다. 이는 Lee 등 [37]의 연구결과에서 와송의 에탄올 추출물은 DPPH radical 소거능 환원력에서 높은 효과를 보였고, 물 추출물은 금속봉쇄력에서 더 높은 활성을 보인 것으로 보고되었으며, Lee 등 [38]의 연구결과에서 노랑느타리버섯 균사체 에탄올 추출물은 5 mg/mL의 농도에서 60% 이상의 항산화능을 가지나 금속봉쇄력은 5% 미만으로 나타나 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 따라서 항산화능의 주된 기작이 금속봉쇄력에 기인한 것이 아닌 것으로 사료되었으며 이들의 결과와 파배기모자반 추출물이 [33] 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

**Table 3.** Reducing power of *Sargassum coreanum* root and stem extracts (unit: Absorbance at 700 nm)

Extracts	Concentration (mg/mL)		
	1	0.5	0.1
Ethanol	0.68±0.00 <sup>Ab1)</sup>	0.41±0.01 <sup>Bb</sup>	0.12±0.00 <sup>Cb</sup>
Water	0.26±0.02 <sup>Ac</sup>	0.15±0.00 <sup>Bc</sup>	0.05±0.01 <sup>Cc</sup>
Ascorbic acid	1.92±0.01 <sup>Aa</sup>	0.94±0.02 <sup>Ba</sup>	0.19±0.00 <sup>Ca</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same row (<sup>A-C</sup>) and column (<sup>a-c</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

roxy radical이나 superoxide radical 등의 생성을 촉진하여 세포 내 지질 및 단백질의 산화를 촉진하고, 식품의 가공 및 저장 중에는 지방질의 산화를 촉진한다 [36]. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물의 금속봉쇄력은 Table 4와 같다. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기의 에탄올 및 물 추출물 모두 0.1, 0.5 및 1 mg/mL의 농도에서 10% 미만의 활성을 나타내었으며 물 추출물이 에탄올 추출물보다 활성이 조금 더 높게 나타났다. 이에 대조구인 EDTA의 경우 0.1, 0.5 및 1 mg/mL의 농도에서 100%에 가까운 값을 보여 에탄올과 물 추출물 모두 EDTA보다 금속봉쇄력이 낮게 나타났다. 이는 Lee 등 [37]의 연구결과에서 와송의 에탄올 추출물은 DPPH radical 소거능 환원력에서 높은 효과를 보였고, 물 추출물은 금속봉쇄력에서 더 높은 활성을 보인 것으로 보고되었으며, Lee 등 [38]의 연구결과에서 노랑느타리버섯 균사체 에탄올 추출물은 5 mg/mL의 농도에서 60% 이상의 항산화능을 가지나 금속봉쇄력은 5% 미만으로 나타나 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 따라서 항산화능의 주된 기작이 금속봉쇄력에 기인한 것이 아닌 것으로 사료되었으며 이들의 결과와 파배기모자반 추출물이 [33] 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

### 3.5. 유지 산화 안정도

Rancimat에 의한 항산화 지수는 시료를 첨가한 후 유지를 일정한 온도로 가열하면서 공기를 주입하면 유지가 산화되어 aldehyde, ketone 등의 저분자량 휘발성 산화생성물이 발생하기 시작한다. 이러한 휘발성 산화생성물들이 증류수의 전기 전도도를 증가시키면 이 차이를 측정하여 유도기간을 산출함으로써 일정조건에서의 유지 산패의 정도를 측정하거나 항산화제의 효율을 분석할 수 있는 것이다 [37]. 큰잎모자반의 뿌리 및 줄기 추출물의 유지 산화 억제능을 알아보기 위해

**Table 4.** Chelating effect of *Sargassum coreanum* root and stem extracts (unit: %)

Extracts	Concentration (mg/mL)		
	1	0.5	0.1
Ethanol	<sup>1)</sup> -	-	-
Water	7.02±2.21 <sup>NS2), b3)</sup>	5.40±1.20 <sup>b</sup>	-
EDTA	100.04±0.08 <sup>NS, a</sup>	100.00±0.00 <sup>a</sup>	99.65±0.60

<sup>1)</sup>-: Less than 5%.

<sup>2)</sup>NS: not significantly different in the same row.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts in the same column (<sup>a-b</sup>) are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 5.** Antioxidant activity of *Sargassum coreanum* root and stem extracts on lard oil

Extracts	Antioxidant index <sup>1)</sup> (mg/mL)		
	5	1	0.5
Ethanol	1.48±0.12 <sup>NS2), b3)</sup>	1.43±0.21 <sup>b</sup>	1.29±0.02 <sup>b</sup>
Water	1.03±0.11 <sup>NS, b</sup>	0.73±0.06 <sup>c</sup>	0.69±0.48 <sup>b</sup>
BHT	12.51±0.59 <sup>Aa</sup>	8.17±0.15 <sup>Ba</sup>	6.67±0.19 <sup>Ba</sup>

<sup>1)</sup>Antioxidant index: induction time of oil containing of each extraction/induction time of test oil.

<sup>2)</sup>NS: not significantly different in the same row.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts in the same row (<sup>A-B</sup>) and column (<sup>a-c</sup>) are significantly different ( $p < 0.05$ ).

rancimat에 의한 항산화도를 알아본 결과 (Table 5), 에탄올 추출물 및 물 추출물은 0.5, 1, 5 mg/mL의 농도에서 각각 1.29, 1.43, 1.48 및 0.69, 0.73, 1.03의 유지 산화 억제능을 보여 농도가 증가함에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며 두 추출물 사이에도 유의적인 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 항산화 효과가 뛰어난 것으로 알려진 BHT와 비교해 보았을 때, BHT의 유지 산화 억제능은 12.51, 8.17, 6.67로 에탄올 및 물 추출물보다 활성이 높은 것으로 나타났다. 이는 Kim 등 [39]의 연구에서 패 70% 발효주정 추출물을 감마선 조사한 후 rancimat에 의한 항산화도를 측정 한 결과 5 mg/mL의 농도에서 1.07의 유지 산화 억제능을 보여 큰잎모자반 뿌리 및 줄기의 에탄올 및 물 추출물의 결과와 큰 차이가 없었다. 항산화 물질과 그 상태에 따라 유도기간이 다르게 나타나는 것은 각각의 항산화 물질은 과산화물의 생성을 제어할 수도 있고 항산화 물질 내부에 함유한 금속 성분 등에 의해서 과산화물의 생성을 촉진할 수도 있기 때문이다 [40].

#### 4. CONCLUSION

본 연구는 큰잎모자반 (*S. coreanum*)의 뿌리 및 줄기의 항산화 활성을 탐색하고자 95% 에탄올과 물로 각각 추출하였다. 큰잎모자반 뿌리 및 줄기의 총 페놀화합물 함량을 측정 한 결과, 에탄올 추출물과 물 추출물 각각 32.79 mg/g과 15.55 mg/g으로 에탄올 추출물이 물 추출물보다 더 높은 페놀화합물 함량을 나타내었다. DPPH radical 소거능 측정 결과 0.05, 0.1, 0.5 mg/mL의 농도에서 에탄올 및 물 추출물은 각각 59, 76, 96% 및 40, 61, 93%로 에탄올 추출물이 더 높은 radical 소거능을 보였으며, 에탄올 추출물은 천연 항산화제인 BHT와 유사한 소거능을 보였다. 환원력 및 rancimat에 의한 유지 산화 억제능의 경우 큰잎모자반 뿌리 및 줄기 추출물은 대조구에 비하여 낮은 항산화력을 나타내었다. 금속봉쇄력은 1 mg/mL의 농도에서 100%에 가까운 EDTA에 비해 에탄올 및 물 추출물 모두 10% 미만의 활성을 보였다. 이를 통해 큰잎모자반 뿌리 및 줄기에서 높은 DPPH radical 소거능으로 높은 항산화 활성을 가지며 특히 물 추출물보다 에탄올 추출물에서 더 높은 활성을 가지는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구 결과, 큰

잎모자반 뿌리 및 줄기는 천연 항산화 소재로서의 활용 가능성이 내재되어 있다고 사료된다.

#### Acknowledgements

이 논문은 2014년도 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다 (No. 2012R1A6A1028677).

#### REFERENCES

- Choi, S. H., E. K. Kim, S. J. Lee, Y. J. Jeon, S. H. Moon, C. H. Lee, B. T. Jeon, I. S. Park, T. K. Park, B. Kim, S. H. Park, and P. J. Park (2008) ESR spectroscopy investigation of antioxidant activity and protective effect on hydroxyl radical-induced DNA damage of enzymatic extracts from *Picrorrhiza kurroa*. *J. Food Biochem.* 32: 708-724.
- Wiseman, H. (1996) Dietary influences on membrane function: Importance in protection against oxidative damage and disease. *J. Nutr. Biochem.* 7: 2-15.
- Lee, S. H., K. N. Kim, S. H. Cha, G. N. Ahn, and Y. J. Jeon (2006) Comparison of antioxidant activities of enzymatic and methanolic extracts from *Ecklonia cava* stem and leave. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 1139-1145.
- Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59-63.
- Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects of active oxygen species: Tannins and related polyphenols. *J. Nat. Med.* 49: 357-363.
- Masaki, H., S. Sakaki, T. Atsumi, and H. Sakurai (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18: 162-166.
- Cho, S. H., J. Y. Cho, S. E. Kang, Y. K. Hong, and D. H. Ahn (2008) Antioxidant activity of mojabanchromanol, a novel chromene, isolated from blown alga *Sargassum siliquastrum*. *J. Environ. Biol.* 29: 479-484.
- Mabeau, S. and J. Fleurence (1993) Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci. Technol.* 4:103-107.
- Kim, Y. M., D. S. Kim, and Y. S. Choi (2004) Anticoagulant activities of brown seaweed extracts in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 1008-1013.
- Kumar, M., V. Gupta, P. Kumari, C. R. K. Reddy, and B. Jha (2011) Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds. *J. Food Comp. Anal.* 24: 270-278.
- Bhaskar, N. and K. Miyashita (2005) Lipid composition of *Padina tetratomica* (Dictyotales, Phaeophyta), a brown seaweed of the west coast of India. *Indian J. Fish.* 52: 263-268.
- Chandini, S. K., P. Ganesan, P. V. Suresh, and N. Bhaskar (2008) Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds-A review. *J. Food Sci. Technol.* 45: 1-13.

13. Yang, H. P. (2007) Antioxidant and antitumor activities of enzymatic extracts from *Sargassum coreanum*. Ph.D. Thesis. Jeju National University, Jeju, Korea.
14. Kang, B. K., K. B. W. R. Kim, M. J. Kim, S. W. Bark, W. M. Pak, N. K. Ahn, Y. U. Choi, N. Y. Bae, J. H. Park, and D. H. Ahn (2015) Anti-inflammatory effect of *Sargassum coreanum* ethanolic extract through suppression of NF- $\kappa$ B pathway in LPS-induced RAW264.7 cells and mouse. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* 43: 112-119.
15. Athukorala, Y., K. W. Lee, S. K. Kim, and Y. J. Jeon (2007) Anti-coagulant activity of marine green and brown algae collected from Jeju Island in Korea. *Bioresour. Technol.* 98: 1711-1716.
16. Athukorala, Y. and Y. J. Jeon (2005) Screening for angiotensin 1-converting enzyme inhibitory activity of *Ecklonia cava*. *J. Food Sci. Nutr.* 10: 134-139.
17. Ren, D., H. Noda, J. Amano, T. Mishino, and K. Nishizawa (1994) Study on antihypertensive and antihyperlipidemic effects of marine algae. *Fish. Sci.* 60: 83-88.
18. Ko, S. C., S. M. Kang, G. N. Ahn, H. P. Yang, K. N. Kim, and Y. J. Jeon (2010) Antioxidant activity of enzymatic extracts from *Sargassum coreanum*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 494-499.
19. Swain, T. and W. E. Hillis (1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.-The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10: 63-68.
20. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
21. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44: 307-315.
22. Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara, and T. Nakamura (1992) Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J. Agric. Food Chem.* 40: 945-948.
23. Cheon, S. U., J. S. Yoon, and H. O. Boo (2004) Allelopathic and antioxidant activities of extracts and residues from persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) leaves. *Korean J. Weed Sci.* 24: 21-29.
24. Oh, J. Y., U. Choi, Y. S. Kim, and D. H. Shin (2003) Isolation and identification of antioxidative components from bark of *Rhus javanica* Linne. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 726-732.
25. Azuma, K., M. Nakayama, M. Koshioka, K. Ippoushi, Y. Yamaguchi, K. Kohata, Y. Yamauchi, H. Ito, and H. Higashio (1999) Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3963-3966.
26. Kim, J. Y., J. A. Lee, and S. Y. Park (2007) Antibacterial activities of *Oenothera laciniata* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 255-259.
27. Kim, H. J., B.S. Jun, S. K. Kim, J. Y. Cha, and Y. S. Cho (2000) Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 1127-1132.
28. Choi, S. Y., S. Y. Kim, J. M. Hur, H. G. Choi, and N. J. Sung (2006) Antioxidant activity of solvent extracts from *Sargassum thunbergii*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 139-144.
29. Choi, Y. M., B. H. Chung, J. S. Lee, and Y. G. Cho (2006) The antioxidant activities of *Artemisia* spp. collections. *Korean J. Crop Sci.* 51: 209-214.
30. Kim, M. J., J. S. Choi, E. J. Song, S. Y. Lee, K. B. W. R. Kim, S. J. Lee, S. J. Kim, S. Y. Yoon, Y. J. Jeon, and D. H. Ahn (2009) Effects of heat and pH treatments on antioxidant properties of *Ishige okamurai* extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 50-56.
31. Kwon, J. W., H. K. Lee, H. J. Park, T. O. Kwon, H. R. Choi, and J. Y. Song (2011) Screening of biological activities to different ethanol extracts of *Rubus coreanus* Miq. *Korean J. Med. Crop Sci.* 19: 325-333.
32. Choi, C. H., E. S. Song, J. S. Kim, and M. H. Kang (2003) Antioxidative activities of *Castanea crenata* Flos. methanol extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1216-1220.
33. Cho, S. H., S. E. Kang, J. Y. Cho, A. R. Kim, S. M. Park, Y. K. Hong, and D. H. Ahn (2007) The antioxidant properties of brown seaweed (*Sargassum siliquastrum*) extracts. *J. Med. Food* 10: 479-85.
34. Seog, H. M., M. S. Seo, S. R. Kim, Y. K. Park, and Y. T. Lee (2002) Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 775-779.
35. Lee, H. R., B. R. Jung, J. Y. Park, I. W. Hwang, S. K. Kim, J. U. Choi, S. H. Lee, S. K. Chung (2008) Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J. Food Preserv.* 15: 445-449.
36. Lee, G. H. (2014) Studies on the antioxidative activity and antidiabetic efficacy of the extract of fermented *A. victorialis* var. *platyphyllum*. Ph.D. Thesis. Joongbu University, Korea.
37. Lee, S. J., E. J. Song, S. Y. Lee, K. B. W. R. Kim, S. J. Kim, S. Y. Yoon, C. J. Lee, and D. H. Ahn (2009) Antioxidant activity of leaf, stem and root extracts from *Orostachys japonicus* and their heat and pH stabilities. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1571-1579.
38. Lee, Y. L., G. W. Huang, Z. C. Liang, and J. L. Mau (2007) Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 823-833.
39. Kim, M. J., E. J. Song, S. Y. Lee, K. B. W. R. Kim, S. J. Kim, S. J. Lee, S. Y. Yoon, A. R. Kim, Y. J. Jeon, J. G. Park, J. I. Choi, J. W. Lee, M. W. Byun, and D. H. Ahn (2008) Effects of  $\gamma$ -irradiation on antioxidant and physicochemical properties of *Ishige okamurai* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 1485-1490.
40. Martínez-Tomé, M., M. A. Murcia, N. Frega, S. Ruggieri, A. M. Jiménez, F. Roses, and P. Parras (2004) Evaluation of antioxidant capacity of cereal brans. *J. Agric. Food Chem.* 52: 4690-4699.