

## 해조류 에탄올 추출물의 항산화 및 Tyrosinase 억제 활성

이 나 영

군산대학교 식품생명공학과

### Antioxidant Effect and Tyrosinase Inhibition Activity of Seaweeds Ethanol Extracts

Na Young Lee

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Jeonbuk 573-701, Korea

**ABSTRACT** Seaweeds, laver, sea mustard, kelp, and fusiformis, were prepared and investigated for its antioxidant and tyrosinase inhibition activities. The extracts yield, color, total phenolic contents, antioxidative activity, and tyrosinase inhibition activity of the extract samples were measured. Hunter Lightness values of laver, sea mustard, kelp, and fusiformis extracts were 82.88, 78.53, 83.04, and 78.11, respectively. The contents of total phenolic compounds of the seaweed extracts powder, laver, sea mustard, kelp, and fusiformis were 43.23, 11.59, 10.09, and 46.59 mg/g of sample, respectively. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of the fusiformis extract was shown to be the highest value compared with other seaweed extracts. 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radical scavenging activities of laver, sea mustard, kelp, and fusiformis extracts were 258.00, 219.26, 95.77, and 1186.62  $\mu\text{mol}$  trolox equivalence per gram, respectively, at the 1,000 ppm level. TBARS value of oil emulsion, samples without extracts was higher than those of the samples prepared with laver and sea mustard extracts. The inhibition rates (%) of the mushroom tyrosinase of laver, sea mustard, kelp, and fusiformis extracts powder were 25.93, 26.32, 24.76 and 20.24% at 1,000 ppm, respectively. The results indicated that laver, sea mustard, kelp and fusiformis extracts possess biological activities such as antioxidant activity and tyrosinase inhibition effect.

**Key words:** seaweed extracts, antioxidant activity, tyrosinase inhibition activity

## 서 론

최근 소비자들이 건강에 대한 인식이 증가하면서 건강기능식품에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 건강기능식품 개발을 위해 건강 관련 기능성 물질 탐구, 기능성 원료 및 식품 개발에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있고, 기능성 소재 개발을 위해 천연물, 농수산물 및 약용식물로부터 생리활성 평가 및 물질 분리에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

해조류(seaweed)는 해양에서 서식하는 거대조류(macroalgae)로서 바다에 생육하는 다세포 원생생물을 지칭하며 육안으로 관찰할 수 있는 크기를 가진 점에서 단세포의 미세조류(microalgae)와 구별된다. 해조류 내의 구분은 광합성 색소에 따라 녹조류(green seaweed), 갈조류(brown seaweed), 홍조류(red seaweed)로 나뉘지며 각각이 지니는 서식환경 및 구성 성분에서도 차이를 보인다. 또한 세계적 해조류 생산은 주로 양식에 의해 이루어지고 있는데 대부분의 수요는 아시아 지역을 중심으로 이루어져 전체소비량

의 83~90%를 차지하고 있다. 우리나라는 중국, 필리핀, 일본에 이어 세계 4위의 해조류 생산국으로서 생산량은 2008년 기준 93만 톤이며, 이는 전체 어업생산량의 27.8% 및 양식생산량의 67.6%를 차지하고 있다(1).

우리나라의 해조류는 주로 김, 미역, 다시마, 톳 및 우무 등이 식용으로 이용되고 있으며, 가공형태로는 건제품, 염장품 및 조미품 등으로 제조되거나 식품의 부재료로 이용되기도 한다. 해조류의 영양성분은 열량이 낮고 식이섬유, 비타민, 무기질, 미네랄 등이 풍부하여 유용 식용자원중의 하나이다(2,3).

세계건강기능식품 시장규모는 점차 증가하는 추세이며 건강기능식품을 포함한 소위 국제 영양산업(nutrition industry) 시장은 규모가 증가하고 있다. 또한 국내의 경우도 건강기능식품 시장은 다양한 융·복합 기술의 발달에 따라 새롭고 다양한 건강기능식품 발굴이 늘어날 것으로 전망하고 있다(4).

최근 해조류에 함유된 탄수화물이 장관운동을 원활히 하고 중금속 배출을 촉진시키며 고지혈증의 개선에 유효하다는 결과가 발표되면서 해조류를 이용한 건강기능식품 개발에 대한 관심이 높아지고 있다(5-7). 이와 더불어 해조류 수용성 식이섬유의 혈압강하, 콜레스테롤 저하 등의 효과가

보고되고 있으며(8,9), 해조류의 다당류인 푸코이단의 혈중 지질억제, 종양세포의 성장저해 활성이 보고되면서 기능성을 갖는 해조다당류의 추출, 분리에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다(10-12). 또한 해조류 추출물이 acetylcholinesterase 저해활성에 효과를 보여 치매치료제로서의 가능성이 보고되었다(3). 따라서 본 연구에서는 기능성 소재 개발을 위해 국내에서 주로 생산 및 소비되는 주요 해조류인 김, 미역, 다시마 및 톳을 이용하여 제조한 추출과우더의 항산화 활성, 지질산패억제 및 tyrosinase 저해활성을 확인하여 건강기능식품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 제조

실험에 사용된 김(*Porphyra tenera*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 다시마(*Laminaria japonica Areschoug*) 및 톳(*Hizikia fusiformis*)은 시중에서 구입하여 실험에 사용하였다. 구입한 시료는 추출을 위해 2×2 cm로 자른 후 70% 에탄올을 이용하여 실온에서 24시간 동안 추출을 진행하였으며, 추출 시 사용된 시료와 용매는 1:20(w/v) 비율로 추출하였다. 추출 종료 후 110 nm 여과지(No. 2, Advantec, Toyo Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 여과한 후 여액은 진공농축기(Eyela New Rotary Vacuum Evaporator, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축하였다. 농축된 시료는 진공동결건조기(Eyela FD1, Rikakikai Co.)를 이용하여 건조하였으며 건조된 시료의 수율을 측정하였다. 건조된 시료는 -20°C 냉동고에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 시약

분석에 사용되어진 시약인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical(DPPH), Folin Ciocalteu's phenol reagent, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid(Trolox), 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS), L-3,4-dihydroxyphenylalanine, mushroom tyrosinase, gallic acid 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 실험에 사용하였다.

### 색도 측정

실험에 사용한 추출 용액의 색도는 색차계(Color JS55, Color Technology System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 각 시료당 3회 반복하여 측정하였다. 추출물의 색도는 Hunter L\*, a\*, b\* 값으로 나타냈다.

### 총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Yu 등(13)의 방법을 이용한 Folin-Ciocalteu 비색법으로 측정하였다. 추출물(1%, 100 µL)에

Folin-Ciocalteu 시약 500 µL 및 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1.5 mL를 가한 후 23°C에서 2시간 정치한 후 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준검량곡선으로 환산하여 산출하였다.

### 라디칼 소거능

라디칼 소거능은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능에 대해 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 Blois 방법(14)에 준하여 측정하였다. 시료 추출물(1,000 ppm, 1 mL)에 0.2 mM DPPH 라디칼 용액을 첨가한 후 혼합하여 실온에서 30분 동안 반응시켰으며, 반응액은 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 다음 식에 의해 계산하여 백분율로 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능(%)=[1-시료 첨가구의 O.D./무처리구의 O.D.]×100

ABTS 라디칼 소거능은 Zhao 등(15)의 방법을 이용하여 측정하였다. ABTS 7 mM과 potassium persulphate 2.45 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS<sup>•+</sup> 양이온을 형성시킨 후 30°C에서 온도 평형을 실시한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여 값이 0.70(±0.02)이 되도록 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS<sup>•+</sup> 용액 2.9 mL에 추출물(1,000 ppm, 0.1 mL)을 첨가한 후 혼합하여 30°C에서 20분간 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능(%)은 검량곡선을 이용하여 Trolox(TE µmol/g) 함량으로 산출하였다.

### 지질산패도(2-thiobarbituric acid reactive substances value, TBARS) 측정

TBARS는 Ahn 등(16)의 방법에 준하여 측정하였다. 증류수에 대두유 1% 및 triton X-100을 첨가하여 균질화 과정을 거쳐 oil 에멀전을 제조하였다. 에멀전에 시료를 첨가한 후 50°C에서 3일 동안 저장하면서 시료의 지질산패도를 분석하였다. 오일 에멀전에 시료를 첨가한 샘플을 균질시키고, 균질된 시료에 2-thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 용액(20 mM TBA in 15% TCA)을 첨가하여 혼합한 후 90°C 수조에서 15분간 반응 후 얼음물에서 10분간 냉각하였다. 반응용액을 2,000×g에서 15분간 원심 분리 한 후 상등액은 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### Tyrosinase 억제 활성

Tyrosinase 저해활성은 Jo 등(17)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료(1,000 ppm, 0.2 mL)에 10 mM L-3,4-dihydroxyphenylalanine(L-DOPA), 50 mM potassium phosphate buffer(pH 6.5), mushroom tyrosinase(172 unit/mL, Sigma-Aldrich Co.)를 첨가 혼합하여 25°C에서 15분간 반응시킨 후 얼음물에서 15분간 정치시켰다. 반응에서 생성된 dopachrome은 분광광도계를 이용하여 475 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 저해활성은 시

료용액 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율로 나타내었다.

**통계분석**

통계처리는 SAS(statistical analysis system) 통계 package(version 7.0, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균 및 표준오차를 구하였으며, ANOVA 분석 후 다중비교법(Duncan's multiple range test)으로  $P<0.05$ 에서 유의차 검정을 실시하였다. 각 분석항목 간의 유의적 상관관계를 분석하기 위하여 총 페놀 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성, tyrosinase 억제활성 값의 분석은  $P<0.0001$  확률 수준에서 피어슨 상관 관계분석을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**추출수율 및 색도 분석**

우리나라에서 주로 소비되는 해조류인 김, 미역, 다시마 및 툇을 이용하여 추출물을 제조하였고 추출물의 항산화활성, 지질산패억제능 및 tyrosinase 억제활성을 확인하였다. 70% 에탄올을 이용하여 추출한 김, 미역, 다시마 및 툇 추출물의 수율은 3.00, 5.38, 11.73 및 0.72%를 나타내는 것으로 확인하였다.

식품의 색은 음식 선택 시 고려되는 중요한 특성중의 하나이며, 식품의 선택기준이 된다(18). 다양한 생리활성을 갖는 추출물을 이용하여 가공식품을 제조할 경우 추출물의 색도는 제품의 색도에 영향을 미칠 수 있다. 해조류를 이용하여 추출한 추출물의 색도를 분석하였으며 그 결과는 Table 1과 같다. 김, 미역, 다시마 및 툇 추출물의 명도는 82.88, 78.53, 83.04 및 78.11로 다시마 추출물의 명도가 가장 밝은 것으로 나타났으나 김 추출물과 유의적 차이는 나타나지 않았다. Kim 등(19)은 해조류 분말 제조 시 건조 과정 중의 온도는 해조 분말의 갈변 현상을 일으켜 분말의 색도에 영향을 미친다고 보고하였다. Kim 등(20)은 다시마 추출액을 이용한 발효 음료 개발을 위해 tea fungus로부터 분리한 *Gluconacetobacter* 속을 접종하여 발효한 다시마 발효액의 색도 분석 결과 명도는 92.17~99.17로 투명도가 매우 높았고 적색도는 유의적으로 green쪽에 더 가까웠다고 보고하였다. 또한 Jeon과 Choi(21)는 해조류를 첨가한 돈육 패티의 L\* 값은 해조분말 첨가에 따라 감소하였으며 툇 첨가 패티에서 가장

**Table 1.** Color changes in Hunter color value of sea algae extracts

Sample	L*	a*	b*
Laver	82.88±1.04 <sup>a</sup>	-3.34±0.18 <sup>a</sup>	11.91±0.45 <sup>c</sup>
Sea mustard	78.53±1.77 <sup>b</sup>	-11.95±0.06 <sup>b</sup>	26.77±0.83 <sup>a</sup>
Kelp	83.04±2.34 <sup>a</sup>	-3.14±0.26 <sup>a</sup>	7.99±0.72 <sup>d</sup>
Fusiformis	78.11±1.31 <sup>b</sup>	-3.31±0.20 <sup>a</sup>	19.80±0.60 <sup>b</sup>

<sup>a-d</sup>Different letters within the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).

**Table 2.** Total phenolic compounds of sea algae extracts powders

Sample	Total phenolic compound (mg/g)
Laver	42.23±0.98 <sup>b</sup>
Sea mustard	11.59±0.12 <sup>c</sup>
Kelp	10.09±0.06 <sup>c</sup>
Fusiformis	46.59±1.95 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Different letters within the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).

낮고 파래와 미역 첨가 패티 순으로 낮았다고 보고하였다.

**총 페놀 함량 분석**

해조류 추출물의 총 페놀 함량을 분석하였으며 그 결과는 Table 2와 같다. 김, 미역, 다시마 및 툇의 총 페놀 함량은 각각 42.23, 11.59, 10.09 및 46.59 mg/g으로 나타났으며 툇 추출물이 가장 높은 총 페놀 함량을 나타내는 것으로 확인되었다. Kim 등(19)은 다시마 및 미역 추출물의 폴리페놀을 측정할 결과 각각 3.91 및 3.55 mg/g을 나타냈다고 보고하였다. 또한 Kim 등(22)은 구멍쇠 미역과 팽생이 모자반의 총 페놀 함량이 각각 10.84 mg/g과 7.22 mg/g으로 높았으며 전자공여능과 hydroxy radical 소거능도 71.40%와 83.98%를 나타냈다고 보고하였다. Ahn 등(2)은 35종 해조류 추출물의 성분분석 결과 총 flavonoid, 총 polyphenol, 총당 및 환원당 함량은 해조류 종류에 따라 다양하였으며 갈조류는 총 flavonoid, 총 polyphenol 함량이 상대적으로 높으며, 홍조류와 녹조류는 상대적으로 총당 함량이 높은 결과를 나타냈다고 보고하였다.

**해조류 추출물의 항산화 활성**

해조류 추출물의 라디칼 소거능을 분석하였으며 라디칼 소거능의 경우 DPPH 및 ABTS 라디칼 함량을 분석하였다 (Table 3). DPPH 라디칼의 경우 툇 추출물이 82.43%로 가장 높은 라디칼 소거능을 나타냈으며 김 추출물의 경우 26.76%의 라디칼 소거능을 확인하였다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타냈다. 툇 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 Trolox 함량 기준으로 1,186.62 μM/g의 라디칼 소거능이 나타나는 것으로 확인하였다. Jeon 등(3)은 김 및 툇 에탄올 추출물을 제조한 후

**Table 3.** DPPH and ABTS radical scavenging activity of sea algae extracts powders

Sample	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (Trolox μM/g)
Laver	26.76±1.02 <sup>b</sup>	258.00±11.10 <sup>b</sup>
Sea mustard	1.84±1.31 <sup>c</sup>	219.26±13.75 <sup>b</sup>
Kelp	4.87±0.56 <sup>c</sup>	95.77±11.68 <sup>c</sup>
Fusiformis	82.43±0.45 <sup>a</sup>	1,186.62±31.03 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Different letters within the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).

**Table 4.** Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value of sea algae extracts powders

Sample	TBA values		
	1 day	2 days	3 days
Control	0.02±0.01 <sup>d</sup>	0.17±0.03 <sup>b</sup>	0.16±0.02 <sup>a</sup>
Laver	0.01±0.01 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>d</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>
Sea mustard	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>
Kelp	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.84±0.67 <sup>a</sup>
Fusiformis	0.07±0.01 <sup>b</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.27±0.03 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Different letters within the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).

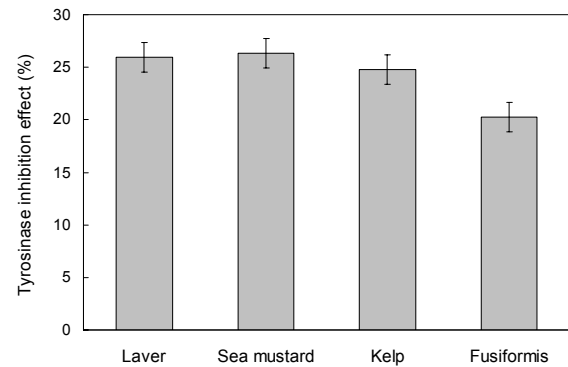
이의 DPPH 라디칼 소거능을 확인한 결과 김 및 톳의 경우 각각 47.4 및 13.3%의 라디칼 소거능을 나타낸다고 보고하였다. Kim 등(19)은 미역과 다시마의 물추출 파우더의 DPPH 라디칼 소거능을 확인한 결과 10% 추출물의 경우 11.20%의 라디칼 소거능을 확인하였으며 대조구로 BHA(1 mg/mL)는 34.32%의 라디칼 소거활성을 나타냈다고 보고하였다. 이는 본 연구에 사용된 추출물과 비교했을 때 대조구로 사용된 BHA보다 톳추출물이 보다 높은 라디칼 소거능을 나타내는 것으로 확인하였다.

#### 해조류 추출물의 지질산화 억제능 분석

해조류 추출물을 첨가하여 제조된 오일 에멀전의 지질산화 억제능을 확인하였다(Table 4). 1% 오일 에멀전을 제조한 후 해조류 추출물을 1,000 ppm을 첨가하여 50°C에서 저장하면서 지질산화 억제를 확인하였다. 김 및 다시마 추출물이 저장기간에 따라 3일차에도 지질산화를 억제하는 능력이 우수한 것으로 확인되었다. 다시마 추출물의 경우 라디칼 소거능에서는 비교적 낮은 활성을 나타냈으나 지질산화 억제능은 가장 우수한 것으로 확인되었다. Park 등(23)은 다시마 분말을 첨가한 매각과의 TBA값이 전반적으로 대조군에 비해 낮은 값을 나타내 지방 산화를 지연시켰다고 보고하였다. Kim 등(19)은 지질과산화 억제효과는 미역, 다시마의 농도 증가에 비례하여 유의적으로 활성이 증가되었으며 10 mg/mL 농도에서 미역 추출물의 분무 및 동결 건조물은 61.14 및 50.24%의 저해활성을 나타내며 해조 추출분말의 지질산화 억제활성은 라디칼 소거활성에 비해 높은 활성도를 나타냈다고 보고하였다.

#### 해조류 추출물의 tyrosinase 억제활성

해조류 추출물의 tyrosinase 억제활성을 확인하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. 김, 미역, 다시마 및 톳 추출물의 미백활성은 각각 25.93, 26.32, 24.76 및 20.24%의 활성을 나타냈으며 유의적인 차이는 나타내지 않는 것으로 확인하였다. Choi 등(24) 등은 제주도 및 남해 연안에서 해조류를 채취한 후 메탄올로 추출한 추출물의 tyrosinase 억제활성을 분석한 결과 잎파래, 톳, 미생이 및 참불가시리 등이 미약한 활성을 보였으며, 이외의 해조류들은 큰 활성을 보여주지 못했다고 보고하였다. Kim 등(25)은 페미역으로부터 조다

**Fig. 1.** Tyrosinase inhibition effect of sea algae extracts powders.

당을 추출한 후 tyrosinase 억제 활성을 분석한 결과 1, 5, 10 mg/mL 농도 증가에 따라 0.42, 5.11, 8.06%의 억제활성을 확인하였다고 보고하였다. 또한 해조류를 이용한 기능성에 관한 연구로서 다시마 발효액은 xanthine oxidase를 농도에 따라 유의적으로 억제했다고 보고하였다(26). Lee 등(27)은 가축나뭇물추출물의 tyrosinase 저해활성을 측정한 결과 일부위가 9.31~16.33%로 가장 높게 나타났으며 대조군으로 ascorbic acid(0.1 mg/mL)는 96.46%의 tyrosinase 저해활성을 나타내는 것으로 확인하였다.

해조류 추출물의 총 페놀 화합물, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 미백활성에 대한 상관분석을  $P<0.0001$  수준에서 분석하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 해조류 추출물의 총 페놀 함량은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능의 결과 값과  $P<0.0001$  수준에서 유의적으로 상관관계를 나타내는 것으로 확인되었다. 그러나 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능의 경우 tyrosinase 억제활성과 유의적으로 유사하지 않는 결과를 나타내었다. Kwak 등(28)은 해조류의 총폴라보이드 함량은 항산화 활성과 유의한 상관관계가 없었으나 총 폴리페놀 함량은 지질과산화율, DPPH 라디칼 소거율, MDA-BSA conjugation 억제율과 유의한 양의 상관관계를 나타냈다고 보고하였다. Lee 등(29)은 보리 추출물의 항산화 및 생리활성을 분석하여 분석치들 간의 상관관계를 분석한 결과 추출물의 총 페놀 함량과 ABTS 라디칼 소거능의 경우 양의 상관관계( $r=0.905$ ,  $P<0.0001$ )를 나타냈으며, tyrosinase 억제활성 및 ABTS 라디칼 소거능의 경우도 유의적인 상관성을 나타냈다고 보고하였다( $r=0.82$ ,  $P<0.0001$ ). 본 연구결과

**Table 5.** Correlation coefficients between assays<sup>1)</sup>

	DPPH	ABTS	TPC	TYRO
DPPH	1	0.979*	0.952*	-0.572**
ABTS		1	0.875*	-0.595
TPC			1	-0.447
TYRO				1

<sup>1)</sup>DPPH, DPPH radical scavenging activity; ABTS, ABTS radical scavenging activity; TPC, total phenolic compound; TYRO, tyrosinase inhibition activity.

\* $P<0.0001$ , \*\* $P=1$ .

해조류 추출물의 항산화 활성 및 tyrosinase 억제 활성은 톳 추출물이 가장 우수하며, 지질산화 억제 활성의 경우 김 및 다시마 추출물이 높은 활성을 나타내는 것으로 확인되었다. 또한 해조류 추출물의 tyrosinase 억제 활성의 경우 20.24~26.32%의 억제활성을 나타냈으나 유의적으로 차이를 나타내지 않았다.

요 약

우리나라에서 소비량인 높은 대표적인 해조류인 김, 미역, 다시마 및 톳을 이용하여 추출물을 제조하여 추출물의 추출 수율, 색도, 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능을 분석하였고, 추출물의 지질산화 억제능 및 tyrosinase 억제활성을 분석하였다. 용매를 이용하여 김, 미역, 다시마 및 톳의 추출물 수율은 3.00, 5.38, 11.73 및 0.72%를 나타내었고, 색도 분석 결과 김, 미역, 다시마 및 톳 추출물의 명도는 82.88, 78.53, 83.04 및 78.11로 다시마 추출물의 명도가 가장 밝은 것으로 나타났으나 김 추출물의 명도와 유의적 차이는 나타나지 않았다. 총 페놀 함량은 김, 미역, 다시마 및 톳 추출물이 각각 42.23, 11.59, 10.09 및 46.59 mg/g으로 나타났다. DPPH 라디칼의 경우 톳 추출물이 82.43%로 가장 높은 라디칼 소거능을 나타냈으며 김 추출물의 경우 26.76%의 라디칼 소거능을 확인하였다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 DPPH 라디칼 소거능 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 해조류 추출물의 tyrosinase inhibition effect 결과는 김, 미역, 다시마 및 톳 추출물의 tyrosinase inhibition이 각각 25.93, 26.32, 24.76 및 20.24%의 활성을 나타냈으며 유의적인 차이는 나타나지 않는 것으로 확인하였다. 해조류 추출물의 총 페놀 화합물, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 미백활성에 대한 상관분석 결과 해조류 추출물의 총 페놀 함량은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능의 결과 값과  $P < 0.001$  수준에서 유의적으로 상관관계를 나타내는 것으로 확인되었다.

감사의 글

이 논문은 2011학년도 군산대학교 신입교수 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

REFERENCES

1. Lee SY, Ahn JW, Hwang HJ, Lee SB. 2011. Seaweed biomass resources in Korea. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal* 26: 267-276.
2. Ahn SM, Hong YK, Kwon GS, Sohn HY. 2010. Evaluation on *in-vitro* anticoagulation activity of 35 different seaweed extracts. *J Life Sci* 20: 1640-1647.
3. Jeon YE, Yin XF, Lim SS, Chung CK, Kang IJ. 2012. Antioxidant activities and acetylcholinesterase inhibitory ac-

4. Lee HY. 2013. Approval of functional ingredient of health/functional foods in Korea. *Food Industry and Nutrition* 18(1): 1-7.
5. Kim SA, Kim J, Woo MK, Kwak CS, Lee MS. 2005. Antimutagenic and cytotoxic effects of ethanol extracts from five kinds of seaweeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 451-459.
6. Ebihara K, Kiriyama S. 1990. Physico-chemical property and physiological function of dietary fiber. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 37: 916-933.
7. Kim HS, Kim GJ. 1998. Effects of the feeding *Hijikia fusiforme* (Harvey) Okamura on lipid composition of serum in dietary hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 718-723.
8. Jung BM, Ahn CB, Kang SJ, Park JH, Chung DH. 2001. Effects on *Hijikia fusiforme* extracts on lipid metabolism and liver antioxidative enzyme activities in triton-induced hyperlipidemic rats. *J Koran Soc Food Sci Nutr* 30: 1184-1189.
9. Kim YY, Lee KW, Kim GB, Cho YJ. 2000. Studies on physiochemical and biological properties of depolymerized alginate from sea tangle, *Laminaria japonicus* by heating hydrolysis. *J Korea Fish Soc* 33: 393-398.
10. Lee JS, Lee MH, Koo JG. 2010. Effects of porphyrin and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis*, on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *Korean J Food & Nutr* 23: 562-569.
11. Yamamoto L, Nagumo T, Takahashi M, Fujihara M, Suzuki Y, Iizima N. 1981. Antitumor effect of seaweeds. III. Antitumor effect of an extract from *Sargassum kjellmanianum*. *Jap J Exp Med* 51: 187-189.
12. Cho KJ, Lee YS, Ryu BH. 1990. Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward sarcoma-180. *Bull Korean Fish Soc* 23: 345-352.
13. Yu L, Haley S, Perret J, Harris M. 2004. Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties. *Food Chem* 86: 11-16.
14. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
15. Zhao H, Dong J, Lu J, Chin J, Li Y, Shan L, Lin Y, Fan W, Gu G. 2006. Effects of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *J Agric Food Chem* 54: 7277-7286.
16. Ahn DU, Sell JL, Jeffery M, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1997. Dietary vitamin E affects lipid oxidation and total volatiles of irradiated raw turkey meat. *J Food Sci* 62: 954-958.
17. Jo C, Son JH, Shin MG, Byun MW. 2003. Irradiation effects on color and functional properties of persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf extract and licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) root extract during storage. *Radiat Phys Chem* 67: 143-148.
18. Hallagan JB, Allen DC, Borzelleca JF. 1995. The safety and regulatory status of food, drug and cosmetics colour additives exempt from certification. *Food Chem Toxic* 33: 515-528.
19. 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.
20. Kim MR, Choir MA, Jeong JS. 2008. Development of fer-

- mented beverage using the sea tangle extracts, and quality characteristics thereof. *Korean J Food Preserv* 15: 21-29.
21. Jeon MR, Choi SH. 2012. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 77-83.
  22. Kim BM, Jun JY, Park YB, Jeong IH. 2006. Antioxidative activity of methanolic extracts from seaweeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1097-1101.
  23. Park BH, Cho HS, Kim KY, Kim SS, Kim HA. 2008. The oxidative stability of solvent extracts of *Sea tangle* powder (STP) and *Maejakgwa* made with STP. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 452-459.
  24. Choi BW, Lee BH, Kang KJ, Lee ES, Lee NH. 1998. Screening of the tyrosinase inhibitors from marine algae and medicinal plants. *Kor J Pharmacogn* 29: 237-242.
  25. Kim DM, Kim KH, Sung NY, Jung PM, Kim JS, Kim JK, Kim JH, Choi JI, Song BS, Lee JW, Kim JK, Yook HS. 2011. Effects of gamma irradiation on the extraction yield and whitening activity of polysaccharides from *Undaria pinnatifida* Sporophyll. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 712-716.
  26. Lee BJ, Kim JS, Kang YM, Lim JH, Kim YM, Lee MS, Jeong MH, Ahn CB, Je JY. 2010. Antioxidant activity and  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) content in sea tangle fermented by *Lactobacillus brevis* BJ20 isolated from traditional fermented foods. *Food Chem* 122: 271-276.
  27. Lee YS, Choi JB, Joo EY, Kim NW. 2007. Antioxidative activities and tyrosinase inhibition of water extracts from *Ailanthus altissima*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1113-1119.
  28. Kwak CS, Kim SA, Lee MS. 2005. The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and total polyphenol content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1143-1150.
  29. Lee NY, Kim YK, Choi ID, Cho SK, Hyun JN, Choi JS, Park KH, Kim KJ, Lee MJ. 2010. Biological activity of barley (*Hordeum vulgare* L.) and barley by-product extracts. *Food Sci Biotechnol* 19: 785-791.