

## Phenolic Content, DPPH Radical Scavenging, and Tyrosinase Inhibitory Activities of *Ecklonia cava* Extracted with the Ultrasonic Wave Method

So Jung Kim<sup>1</sup>, Donggiun Kim<sup>2</sup>, Jongbum Park<sup>2</sup> and Taek-Kyun Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Kyeongbuk Institute for Marine Bio-Industry, Wooljin 767-813, Korea

<sup>2</sup>Department of Biological Science, Silla University, Busan 617-736, Korea

<sup>3</sup>South Sea Environment Research Department, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Gejeo 656-830, Korea

Received June 19, 2013 / Revised July 10, 2013 / Accepted July 12, 2013

The applicability of the ultrasonic wave method to the extraction of useful components from seaweeds was investigated. Extracts from freeze-dried *Ecklonia cava* powder were prepared with hot water (65°C), water (24°C), 50% ethanol, and 100% ethanol, and ultrasonic extraction was also performed. The content of phenolic compounds and the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and tyrosinase inhibitory activity of the extracts were analyzed, and differences in the data obtained by the ultrasonic extraction and the traditional extraction methods were compared. The phenolic content in the *E. cava* extract by ultrasonic extraction (142.80 mg/g) was approximately 14 times higher than the phenolic content in the hot water extract (10.03 mg/g). The DPPH radical scavenging and the tyrosinase inhibitory activities of the ultrasonic extract were approximately 4 times and 14 times higher than the hot water extracts, respectively. The correlation between the phenolic content and the DPPH radical scavenging activity ( $R^2=99.47$ ) and between the phenolic content and the tyrosinase inhibitory activity ( $R^2=99.99$ ) was very high. These results indicate that ultrasonic extraction is more suitable than traditional extraction for the extraction of useful components from *E. cava*.

**Key words** : Ultrasonic extraction, *Ecklonia cava*, phenolics, DPPH assay, tyrosinase inhibitory activity

### 서 론

해양에는 지구상 모든 생물종의 약 80%가 서식하고 있고, 막대한 자원량이 보고되고 있어, 미래 육상생물자원을 대체할 중요한 식량자원으로 주목받고 있다[15]. 또한 해양의 환경은 고염, 고압 및 저산소 등 육상과 매우 다르기 때문에, 해양에 서식하고 있는 해양생물은 물질대사 결과 생성될 수 있는 세포 내 구성성분이 육상생물과 크게 다를 것으로 예견되고 있다[14, 23]. 따라서 해양생물로부터 기능성물질을 탐색하고, 이를 식품 및 식품첨가제로 이용하고자 하는 연구가 활발하게 수행되고 있으며, 시장성은 급속하게 증가하고 있는 추세이다[6].

전세계적으로 약 6,000 종의 해조류가 알려져 있으며[4], 약 150 여종의 해조류가 식품으로 이용되고 있다[20]. 해조류는 고대부터 식품, 사료 및 비료 뿐만 아니라 의약품의 원료로서 사용되어 왔으며, 최근에 해조류의 항산화 및 항박테리아 활

성이 알려지면서 식품과 화장품용 원료로 주목받고 있다[5]. 특히 감태(*Ecklonia cava*)는 페놀성 화합물인 phlorotannin의 함량이 높고, 항산화, 항암 및 항고혈압 등의 기능이 밝혀지면서 새로운 기능성소재로서의 가능성이 알려지고 있다[1, 10, 11].

식물로부터 유용성분을 획득하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있으며, 열수추출법, Soxhlet법, 고온 용매 추출법 및 기계적 압착법 등의 전통적인 방법이 주로 사용되고 있다[3, 13]. 전통적인 추출법은 수율이 낮고, 열에 의해 변성될 수 있으며, 추출용매의 소모량이 많아 비용이 높아진다는 단점을 가지고 있다[28]. 이에 따라 최근에는 초임계 유체법, 초고압 처리법, 막 분리법, 초음파 처리법 및 마이크로파 처리법 등이 이용되고 있으며, 이 중 초음파 추출법은 천연물 산업에서 효율적으로 활용되고 있다[17, 27]. 또한 초음파 추출법은 일반 실험실에서 흔히 볼 수 있는 초음파 세척기로도 충분히 사용이 가능하기 때문에, 해조류 추출을 위한 활용도가 높을 것으로 예측되고 있다[25].

우리는 이전 연구에서[11] 우리나라 거제도 및 제주도에서 30여종의 해조류를 채집하고, 50% 에탄올 추출물의 페놀성 화합물 함량 및 생물학적 활성 분석을 수행한 바 있다. 분석된 30 종의 해조류 중 감태 추출물의 페놀성 화합물 함량, 항산화 활성 및 tyrosinase 저해 활성이 가장 높았으며, 특히 tyrosinase 저해 활성은 합성항산화제인 butylated hydrox-

#### \*Corresponding author

Tel : +82-55-639-8530, Fax : +82-55-639-8509

E-mail : tklee@kiost.ac

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.

ytoluene보다 더 높아 천연 항산화 물질로서의 개발가능성을 제기하였다[11]. 이 연구에서는 초음파를 사용하여 감태로부터 추출물을 얻고, 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거활성 및 tyrosinase 저해 활성을 분석하고, 이를 일반적인 물 추출물 및 에탄올 추출물과 비교하여, 해조류 유래 기능성 물질 추출에서의 초음파 추출법 활용가능성을 분석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 추출

실험재료인 감태(*Ecklonia cava*)는 울릉도에서 스킨스쿠버를 이용하여 채집하였고, 한국 동해 연안 해조류 도감(국립수산과학원)을 참고로 하여 동정하였다. 채집된 감태는 흐르는 물로 여러 번 씻어 염분을 제거한 뒤 동결건조기(일신랩, PVTYFD 10A, Korea)를 이용하여 건조(<math>-40^{\circ}\text{C}</math>, 2~3일)하였다. 건조된 시료는 분쇄기(Lab. Blender, 51BL30, USA)를 이용하여 분말화한 후, 초음파 추출과 용매 추출에 사용하였다.

초음파 저온 추출은 초음파 분산기(Sonics VC750, USA)를 사용하여 수행하였다. 동결건조된 감태 600 g에 10배(w/v)의 정제수를 첨가하고,  $40^{\circ}\text{C}$ 에서 12시간 추출한 후, 40 kHz에서 30분간 초음파 추출을 병행하는 방법을 사용하였다. 추출용액을 원심분리(5,000 rpm, 5 min)한 후 상등액을 분리하였다. 물 및 에탄올 추출을 위해서 감태분말(5 g)에  $65^{\circ}\text{C}$  및  $24^{\circ}\text{C}$  물과 50% 및 100% 에탄올을 40배(w/v) 첨가하고, 12 시간 동안 150 rpm에서 교반시킨 후, 원심분리기(Sorvall, USA)를 이용하여 상등액을 분리하였다(5,000 rpm, 5 min). 분리된 추출액은 vacuum evaporator에서 건조하였고, 일정한 양을 각각의 추출용매에 녹여 페놀성 화합물 함량과 항산화 및 tyrosinase 저해 활성 분석에 사용하였다.

### 페놀성 화합물 정량

초음파 및 일반 추출법에 의해 추출된 각 추출물의 페놀성 화합물의 함량을 분석하였다. 시료 0.5 ml와 EtOH 0.5 ml 첨가한 후 Folin-Ciocalteu 시약 0.5 ml, 1 ml의 7.5%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 를 첨가하고, 증류수로 최종 10 ml를 맞추었다.  $60^{\circ}\text{C}$  배양기에서 20분간 발색시킨 후 765 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로서는 50% 에탄올을 사용하였고, gallic acid를 사용하여 구한 검량 곡선으로부터 시료 중의 페놀성 화합물 함량을 계산하였다.

### DPPH 라디칼 소거활성

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 측정은 Lu와 Foo의 방법[19]에 따라 실시하였다. 시료 0.2 ml에 0.1 ml의 DPPH (16 mg/100 ml EtOH) 용액을 첨가하고 10분간 상온에서 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 유리 래디칼 소거 활성을 백분율(%)

로 나타내었다. 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

( $A_0$ =대조군 흡광도  $A_1$ =실험군 흡광도).

실험은 3번 반복 수행하였으며, 결과는 평균값±SD로 표시하였다.

### Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해 활성은 김 등의 방법[10]에 따라 실시하였다. Tyrosinase (100 unit/ml), 60 mM potassium phosphate buffer (pH 6.8)와 0.4 ml의 10 mM DOPA (dihydroxyphenylalanine)를 혼합하였다. 혼합용액에 0.2 ml의 감태 추출물을 첨가한 후 475 nm에서 흡광도를 측정하였다. 저해활성은 다음 방정식으로 계산하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

( $A_0$ =대조군 흡광도,  $A_1$ =실험군 흡광도).

실험은 3번 반복 수행하였으며, 결과는 평균값±SD로 표시하였다.

### 통계분석

통계분석은 SPSS 통계 소프트웨어를 사용하여 수행하였다. 데이터의 normality와 homogeneity는 ANOVA로 확인하였고, 실험구 간의 차이는 one-way ANOVA와 Duncan's multiple range test로 평가하였다.

## 결 과

### 페놀성 화합물 함량

동결건조한 감태 분말로부터 초음파, 물( $65^{\circ}\text{C}$  및  $24^{\circ}\text{C}$ ) 및 에탄올(50% 및 100%) 추출법을 이용하여 추출물을 제조하고, 추출물의 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 및 tyrosinase 저해 활성을 비교 분석하였다. 페놀성 화합물 함량은 gallic acid의 표준적정 곡선에 기초하여 감태 건조량 g 당 mg으로 표시하였다. 열수( $65^{\circ}\text{C}$ ), 물( $24^{\circ}\text{C}$ ), 50% 에탄올 및 100% 에탄올을 용매로 추출한 감태 분말의 페놀성 화합물의 함량은 각각 10.03, 6.89, 4.23 및 3.01 mg/g이었으나, 초음파 기기를 이용한 감태 추출물에서는 142.80 mg/g의 페놀성 화합물이 추출되었다(Fig. 1). 즉, 초음파 추출이 열수추출에 비해 약 14배 이상의 페놀성 화합물의 함량 증진 효과를 나타내었다( $p < 0.05$ ).

### DPPH 라디칼 소거활성

감태 추출물의 항산화 활성 분석을 위하여 DPPH 라디칼 소거활성법을 적용하였다. 분석결과(Fig. 2) 초음파 추출법에 의한 감태 추출물의 항산화 활성(84.73%)은 열수 추출법에 의한 항산화 활성(22.17%)보다 약 4배 정도 높게 나타났다

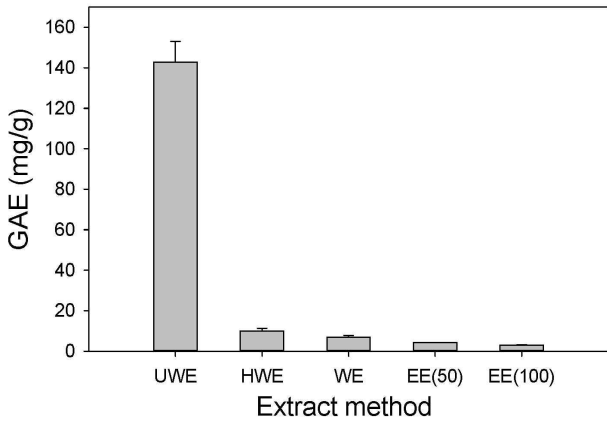


Fig. 1. Total phenolic contents of *E. cava* extracts by various extraction methods. Results are mean±SD of three parallel measurements. UWE, ultrasonic wave extract; HWE, hot-water extract; WE, water extract; EE(50), 50% ethanol extract; EE(100), 100% ethanol extract.

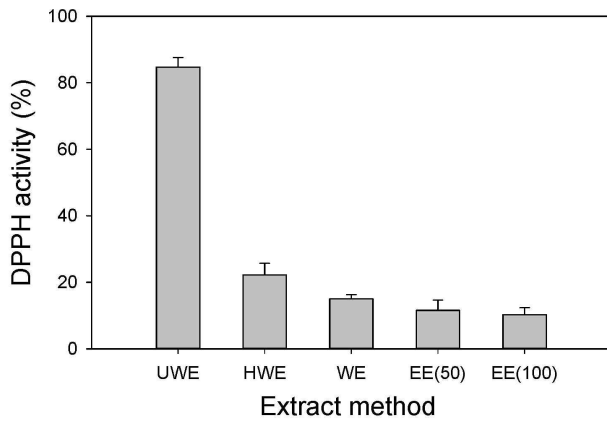


Fig. 2. DPPH radical-scavenging activities of *E. cava* extracts by various extraction methods. Results are mean±SD of three parallel measurements. UWE, ultrasonic wave extract; HWE, hot-water extract; WE, water extract; EE(50), 50% ethanol extract; EE(100), 100% ethanol extract.

( $p < 0.05$ ).

Tyrosinase 저해 활성

해조류 추출물의 미백활성을 측정하기 위하여 tyrosinase 저해 활성 측정법을 사용하였다. 분석 결과 초음파 추출법과 열수 추출법에 의한 감태 추출물의 tyrosinase 저해 활성은 각각 25.95% 및 1.87%로 분석되어(Fig. 3), 초음파 추출법에 의한 감태 추출물에서 열수 추출법에 의한 추출물보다 tyrosinase 저해 활성이 약 14배 정도 높았다( $p < 0.05$ ).

상관관계 분석

초음파를 비롯한 다양한 추출법에 의한 감태 추출물의 페놀성 화합물과 항산화 활성 및 tyrosinase 저해 활성간의 상관관

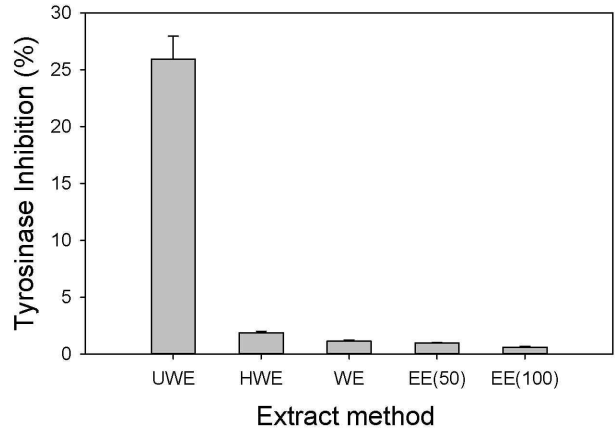


Fig. 3. Tyrosinase inhibitory activities of *E. cava* extracts by various extraction methods. Results are mean±SD of three parallel measurements. UWE, ultrasonic wave extract; HWE, hot-water extract; WE, water extract; EE(50), 50% ethanol extract; EE(100), 100% ethanol extract.

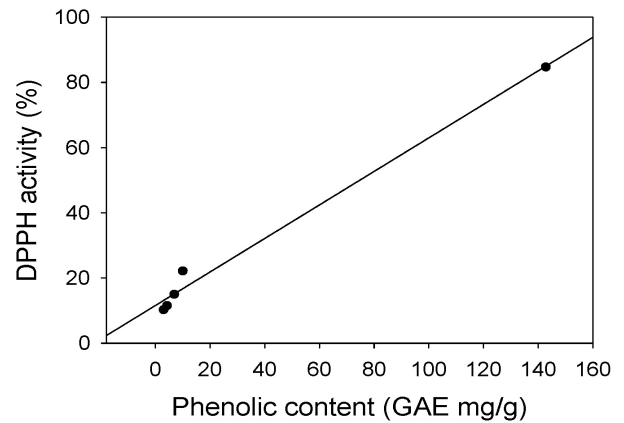


Fig. 4. Correlation between phenolic content and DPPH radical scavenging activity of *E. cava* extracts by various extraction methods.

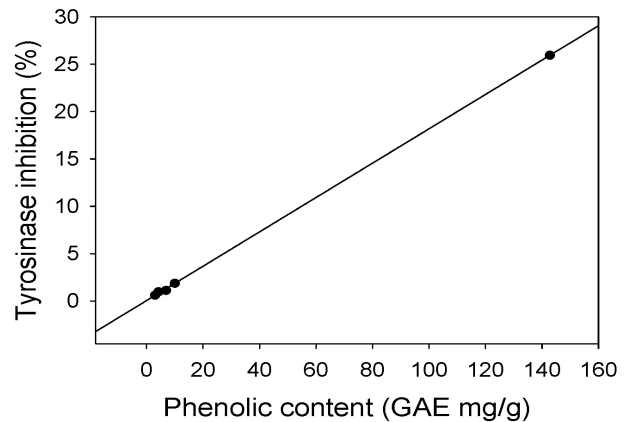


Fig. 5. Correlation between phenolic content and tyrosinase inhibitory activity of *E. cava* extracts by various extraction methods.

계를 분석하였다(Fig. 1, 2). 다양한 추출방법에 따른 감태 추출물의 페놀성 화합물 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성간의 상관관계 값은  $R^2=99.47$  ( $Y=0.5139X+11.5872$ ), 페놀성 화합물과 tyrosinase 저해 활성간의 상관관계 값은  $R^2=99.99$  ( $Y=0.1813+0.0506$ )으로 상관관계가 매우 높게 나타났다(Fig. 4, 5). 이러한 결과는 감태 추출물의 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성 및 미백효과 활성간에 강한 연관관계가 있음을 보여주는 것이며, 페놀성 화합물이 감태의 항산화 활성 및 미백활성에 중요한 역할을 담당하고 있음을 나타낸다.

## 고 찰

초음파는 20 kHz 이상의 높은 주파수의 음파로서, 초음파가 용매를 통과함에 따라 발생하는 공동현상(cavitation)으로 인하여 매우 높은 에너지가 발생하게 된다. 높은 에너지의 충격으로 인하여 고압이 발생하게 되고, 발생된 높은 압력은 세포벽 및 세포 내부구조를 쉽게 파괴시킨다. 또한 초음파의 기계적 효과로 인하여 용매가 세포로 침투하게 되어, 초음파 추출은 식물의 추출 효율을 증가시킨다[21, 22]. 초음파 추출은 전통적인 추출법에 비해 열로 인한 유용성분의 파괴 및 가용성분 위주의 추출 등을 방지할 뿐만 아니라 추출 시간을 단축하고, 높은 추출 수율과 생리활성 효과를 기대할 수 있는 추출 방법이다[7, 22]. 초음파를 이용한 추출효율 증진보고에 의하면, 아마란스유와 키틴의 추출시간 단축[2, 16], 향기성분의 추출효율 증진[26], 색소 추출량 증가[12], 항암활성[22] 및 생체방어기능 증진[8] 등 다양한 연구가 수행되고 있다.

이 연구에서는 전통적인 열수 및 에탄올을 이용한 추출법 외에 해조류 추출을 위한 초음파 추출법의 적용성을 검토하였다. 열수추출(65°C), 물추출(24°C), 50% 에탄올 추출 및 100% 에탄올 추출 뿐만 아니라 초음파 추출을 수행하여 추출물의 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 및 tyrosinase 저해 활성을 분석하고, 초음파 추출과 전통적인 추출법의 차이를 비교하였다. 감태추출물의 항산화 활성 및 미백활성을 분석하기 위하여 DPPH 라디칼 소거활성 및 tyrosinase 저해 활성법을 적용하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 항산화제가 안정한 자유라디칼인 DPPH와 반응하면 DPPH를 DPPHH로 환원시키고, 흡광도를 감소시키는 원리를 이용하는, 가장 널리 사용되는 항산화활성 측정법이다[20]. Tyrosinase 저해 활성은 항산화제 존재하에서 L-lysine 또는 L-DOPA로부터 형성된 dopachrome을 475 nm에서 측정하는 방법이다[7].

초음파 추출에 의한 감태 추출물의 페놀성 화합물의 함량은 열수 추출물의 약 14배 이상 높았고(Fig. 1), DPPH 라디칼 소거 활성은 약 4배(Fig. 2), tyrosinase 저해 활성은 약 14배 이상(Fig. 3) 높은 것으로 나타났다. 특히 열수 추출물에 비해 초음파 추출물의 페놀성 화합물 함량이 크게 증가된 결과는 carbohydase, protease 및 메탄올을 이용한 감태 및 추출물에서

각각 평균 18.98 mg/g, 1953 mg/g 및 35.45 mg/g의 페놀성 화합물 함량을 보고한 연구[18]와 비교하였을 때, 추출물의 페놀성 화합물 함량(142.80 mg/g)이 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 거제 및 제주에서 채집한 30종의 해조류의 페놀성 화합물을 분석하였을 때 감태의 50% 에탄올 추출물에서 가장 높은 페놀성 화합물 함량(2.27 mg/g)이 보고된 바 있는데[11], 이 연구에서의 50% 에탄올 추출물의 페놀성 화합물 함량은 4.23 mg/g로 크게 차이하지 않음에도 불구하고, 초음파 추출법을 사용하였을 때는 페놀성 화합물의 함량이 크게 증가하였다(Fig. 1). 상관관계 분석 결과, 초음파 추출법에 의한 추출물에서의 페놀성 화합물 함량과 DPPH 라디칼 소거활성 및 페놀성 화합물 함량과 tyrosinase 저해 활성간의 상관관계가  $R^2=90$  이상인 것으로 나타났다(Fig. 4, 5). 이러한 결과는 전통적인 용매 추출법보다 초음파 추출법이 감태의 유용성분 추출에 더 적합함을 의미하며, 초음파 추출법에 의한 감태 추출물은 천연 항산화제 및 항장산업의 원료로 활용가능성이 매우 크다는 것을 의미한다.

## 감사의 글

본 연구는 한국해양과학기술원(과제번호: PE99161) 및 해양수산부(과제번호: PM57270)의 연구사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

1. Cha, S. H., Ahn, G. N., Heo, S. J., Kim, K. N., Lee, K. W., Song, C. B., Cho, S. K. and Jeon, Y. J. 2006. Screening of extracts from marine green and brown algae in Jeju for potential marine angiotensin-1 converting enzyme (ACE) inhibitory activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **35**, 307-317.
2. Chung, K. W., Kim, W. I., Hong, I. K. and Park, K. A. 2000. Ultrasonic energy effects on squalene extraction from amaranth seed. *Appl Chem* **4**, 149-152.
3. Cushnie, T. T. P. and Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents* **26**, 343-356.
4. Devi, G. K., Manivannan, K., Thirumaran, G., Rajathi, F. A. A. and Anantharaman, P. 2011. *In vitro* antioxidant activities of selected seaweeds from Southeast coast of India. *Asian Pac J Trop Med* **4**, 205-211.
5. Fujimura, T., Tsukahara, K., Moriwaki, S., Kitahara, T., Sano, T. and Takema, Y. 2002. Treatment of human skin with an extract of *Fucus vesiculosus* changes its thickness and mechanical properties. *J Cosmet Sci* **53**, 1-9.
6. Ibañez, E., Herrero, M., Mendiola, J. A. and Castro-Puyana, M. 2012. Extraction and characterization of bioactive compounds with health benefits from marine resources: Macro and micro algae, cyanobacteria, and invertebrates. pp. 55-98. In: M. Hayes (ed.), *Marine bioactive compounds: sources, characterization and applications*. Springer Science+Business

## Media.

7. Kim, D. H., Kim, H. J. and Chung, B. W. 2006. Extraction of anti-oxidative substance from *Haematococcus pluvialis* using ultrasonification. *J Eng Res* **37**, 79-86.
8. Kim, J. H., Kim, D. H., You, J. H., Kim, C. H., Kwon, M. C., Seong, N. S., Lee, S. E. and Lee, H. Y. 2005. Immune-regulatory activities of various fractions from *Elphedra Sinica* Stapf, *Rubus Coreanus* Miq. and *Angelica gigas* Nakai extracts with ultrasonification. *Korean J Med Crop Sci* **13**, 161-170.
9. Kim, J. K., Cha, W. S., Park, J. H. and Oh, S. L. 1997. Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korea green tea. *Korean J Food Sci Technol* **29**, 173-177.
10. Kim, K. N., Lee, K. W., Song, C. B. and Jeon, Y. J. 2006. Cytotoxic activities of green and brown seaweeds collected from Jeju island against four tumor cell lines. *J Food Sci Nutr* **11**, 17-24.
11. Kim, S., Woo, S., Yun, H., Yum, S., Choi, E., Do, J.-R., Jo, J.-H., Kim, D., Lee, S. and Lee, T.-K. 2005. Total Phenolic Contents and Biological Activities of Korean Seaweed Extracts. *Food Sci Biotechnol* **14**, 798-802.
12. Kim, Y. S. and Choi, J. M. 2007. Effect of ultrasonic treatment on colorants extraction dyeability of safflower. *J Korean Home Econ Assoc* **45**, 13-20.
13. Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V. and Lee, D. U. 2004. Application and potential of ultrasonics in food processing. *Trends Food Sci Technol* **15**, 261-266.
14. Kumar, C. S., Ganesan, P., Suresh, P. V. and Bhaskar, N. 2008. Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds-a review. *J Food Sci Technol* **45**, 1-13.
15. Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C. R. K. and Jha, B. 2011. Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds. *J Food Comp Anal* **24**, 270-278.
16. Kwon, K. N., Choi, H. S. and Cha, B. S. 2009. Effects of microwave and ultrasonication on chitin extraction time. *Korean J Food Nutr* **22**, 8-13.
17. Lee, K. J. and Row, K. H. 2006. Enhanced extraction of iso-flavones from Korean soybean by ultrasonic wave. *Korean J Chem Eng* **23**, 779-783.
18. Lee, S. H., Kim, K. N., Cha, S. H., Ahn, G. N. and Jeon, Y. J. 2006. Comparison of antioxidant activities of enzymatic and methanolic extracts from *Ecklonia cava* stem and leave. *J Korean Sci Food Sci Nutr* **35**, 1139-1146.
19. Lu, Y. and Foo, L. Y. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols apple pomace. *Food Chem* **68**, 81-85.
20. Meenakshi, S., Umayaparvathi, S., Arumugam, M. and Balasubramanian, T. 2012. In vitro antioxidant properties and FTIR analysis of two seaweeds of Gulf of Mannar. *Asian Pac J Trop Med* **5**, S66-S70.
21. Paniwnyk, L., Beaufooy, E., Lorimer, J. P. and Mason, T. J. 2001. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. *Ultrason Sonochem* **8**, 299-301.
22. Park, J. H., Lee, H. S., Mun, H. C., Kim, D. H., Seong, N. S., Jung, H. G., Bang, J. K. and Lee, H. Y. 2004. Improvement of Anticancer Activation of Ultrasonificated Extracts from *Acanthopanax senticosus* Harms, *Ephedra sinica* Stapf, *Rubus coreanus* Miq. and *Artemisia capillaris* Thunb. *Korean J Med Crop Sci* **12**, 273-278.
23. Scheuer, P. J. 1990. Bioorganic marine chemistry. pp. 123. *Springer Verlag*.
24. Singh, N. and Rajini, P. S. 2004. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. *Food Chem* **85**, 611-616.
25. Woo, J. H., Shin, S. L., Chang, W. D. and Lee, C. H. 2009. Comparison of antioxidant effects by different extraction methods in flowers of *Aster scaber*, *Aster maackii*, *Coreopsis lanceolata* and *Coreopsis tinctoria*. *Korean J Plant Res* **22**, 381-388.
26. Xia, T., Shi, S. and Wan, X. 2006. Impact of ultrasonic assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *J Food Eng* **74**, 557-560.
27. Ye, H., Wang, K., Zhou, C., Liu, J. and Zeng, X. 2008. Purification, antitumor and antioxidant activities *in vitro* of polysaccharides from the brown seaweed *Sargassum pallidum*. *Food Chem* **111**, 428-432.
28. Yu, S. H., Chong, M. S., Kim, H. J. and Lee, K. N. 2007. Studies on the extraction method and polysaccharide of tricholoma matsutake using the supersonic wave and microwave. *Korean J Orient Physiol Pathol* **21**, 1431-1436.

초록 : 초음파 추출법에 의한 감태 추출물의 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 및 tyrosinase 저해 활성 분석

김소정<sup>1</sup> · 김동균<sup>2</sup> · 박종범<sup>2</sup> · 이택건<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup>경북해양바이오산업연구원, <sup>2</sup>신라대학교 생명과학과, <sup>3</sup>한국해양과학기술원 남해특성연구부)

해조류 유래 유용성분 추출을 위한 초음파 추출법의 적용성을 검토하였다. 동결건조한 감태 분말로부터 열수 (65°C), 물(24°C), 50% 에탄올 및 100% 에탄올 뿐만 아니라 초음파 추출을 수행하여, 추출물을 제조하였다. 추출물의 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 및 tyrosinase 저해 활성을 분석하고, 초음파 추출과 전통적인 추출법의 차이를 비교하였다. 초음파 추출에 의한 감태 추출물의 페놀성 화합물의 함량(142.80 mg/g)은 열수 추출물의 페놀성 화합물 함량(10.03 mg/g)의 약 14배 이상 높았다. 열수 추출물에 비해 초음파 추출물의 DPPH 라디칼 소거 활성은 약 4배, tyrosinase 저해 활성은 약 14배 이상 높은 것으로 나타났다. 특히 초음파 추출법에 의한 추출물에서의 페놀성 화합물 함량과 DPPH 라디칼 소거활성 및 페놀성 화합물 함량과 tyrosinase 저해 활성 간의 상관관계가 매우 높은 것(각각 R<sup>2</sup>=99.47 및 99.99)으로 나타났다. 이상의 결과는 전통적인 용매 추출법보다 초음파 추출법이 감태의 유용성분 추출에 더 적합함을 의미한다.