

## 쌍발이모자반(*Sargassum patens*) 추출물의 항산화 및 항염효과

김숙희

건국대학교 미래지식교육원 학점은행제 K뷰티산업융합학전공학과 교수

### Antioxidant and Anti-inflammatory activity of *Sargassum patens* extract

Sook-hee Kim

Professor, K-Beauty industry fusion, Konkuk Continuing Education Center, Konkuk University

**요약** 본 연구에서는 쌍발이모자반 추출물의 항산화능 및 항염능을 확인하였다. 항산화능 실험에는 폴리페놀 농도 측정, 플라보노이드 농도 측정, DPPH 실험, ABTS 실험, NO 실험, FRAP 실험을 실시하였다. 폴리페놀의 경우  $18.99 \pm 0.69$  mg/g으로 나타났다. 플라보노이드의 경우  $11.89 \pm 1.16$  mg/g으로 나타났다. DPPH 실험에서는 19.78 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었으며, ABTS 실험에서는 63.64 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었으며, NO 실험에서는 7.966 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었다. FRAP에서는 쌍발이모자반 추출물의 1 mg이 ascorbic acid 2.089  $\mu$ g의 환원력을 보였다. 한편 세포실험에서는 세포 독성과 LPS로 유도된 염증에 대한 항염능을 알아보았다. 세포독성의 경우 모든 농도에서 80%이상의 세포 생존률을 보였으며, NO 생성 억제능의 경우 100  $\mu$ g/mL 농도에서  $30.64 \pm 0.23\%$ 의 염증 억제능을 보여 쌍발이모자반 추출물이 항염능을 가진 화장품 원료로서 사용가능함을 보였다.

**주제어** : 쌍발이모자반, 해조류, 항산화, 항염, 화장품

**Abstract** In this study, the antioxidant and anti-inflammatory properties of *Sargassum patens* extracts were identified. Antioxidant experiments included polyphenol concentration measurements, flavonoid concentration measurements, DPPH experiments, ABTS experiment NO experiments, and FRAP experiments. For polyphenols,  $18.99 \pm 0.69$  mg/g was shown. Flavonoids showed  $11.89 \pm 1.16$  mg/g. The DPPH experiment showed an antioxidant function of 19.78 mg ascorbic acid/g extract, the ABTS experiment showed an antioxidant function of 63.64 mg ascorbic acid/g extract, and the NO experiment showed an antioxidant function of 7.966 mg ascorbic acid/g extract. In FRAP, 1 mg of the moxibustion extract showed a reduction of 2.089  $\mu$ g of ascorbic acid. In the meantime, cell experiments showed cytotoxicity and anti-inflammatory functions against inflammation induced by LPS. In cytotoxicity experiments, *Sargassum patens* extracts showed a cell survival rate of more than 80% at all concentrations, and an inflammatory inhibition of  $30.64 \pm 0.23\%$  at a concentration of 100  $\mu$ g/mL. These results indicate that *Sargassum patens* extract is available as an anti-inflammatory cosmetic material.

**Key Words** : *Sargassum patens*, Algae, Antioxidant, Anti-inflammation, Cosmetics

\*Corresponding Author : Sook-hee Kim(shkim33@konkuk.ac.kr)

Received June 23, 2021  
Accepted July 20, 2021

Revised July 6, 2021  
Published July 28, 2021

## 1. 서론

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며 750여 종의 해조류가 서식을 한다[1]. 해조류는 크게 미세조류(microalgae)와 거대조류(macroalgae)로 나눌 수 있다. 미세조류는 단세포 생물이며, 거대조류는 다세포 생물이다. 그 중에서도 거대조류는 갈조류(brown algae), 녹조류(green algae), 홍조류(red algae)로 나누어진다. 색에서도 알 수 있듯, 이들은 각각 독특한 생리활성물질을 가지고 있으며, 이들은 지상식물의 생리활성물질과도 차이를 가진다[2]. 이러한 특성으로 인해 많은 주목을 받고 있으나 시료채취의 어려움, 추출 전 처리의 어려움 등으로 인해 연구가 미비한 실정이다. 하지만 동시에 해양생물자원은 차세대 바이오산업의 중요한 자원으로 관심이 증대되고 있다[3].

그 중에서도 가장 주목받는 해조류는 갈조류이다. 갈조류의 세포벽은 주로 fucoidan, alginate, laminarin과 이들의 유도체로 이루어져 있으며 이들은 식품으로 섭취하였을 때 prebiotics로서 작용하여 장내 미생물 균총을 개선시키는 효과가 있다[4]. 이 중 D-glucopyranose로 이루어진 laminarin의 경우 장의 대사활동 촉진, 항산화 등의 효과가 보고되어 있으며[5,6], fucoidan의 경우도 항암작용, 항염작용 등 다양한 작용을 나타낸다[7,8]. 이러한 생리활성물질의 영향으로 홍조류와 녹조류에 비해 높은 항산화능을 나타낸다[9]. 본 연구에서는 갈조류 중 쌍발이모자반(*Sargassum patens*)에 대한 연구를 진행하였다.

이러한 생리활성물질은 주로 식품과 의약품에 대한 사용 위주로 연구되고 있으나 본 연구에서는 화장품, 그중에서도 기능성 화장품에 대한 연구를 실시하였다. 화장품 법에서 기능성 화장품으로 정의되는 피부 화장품 종류는 크게 미백용 화장품, 주름개선 화장품, 자외선 차단 화장품이 있다. 이에 이러한 특성을 지닌 천연물에 대한 관심이 높아지고 있으며 관련 연구 역시 증가하고 있다.

피부는 신체를 보호하는 역할을 가지는 기관으로 자외선이나 외부에서의 물리적 스트레스와 같이 물리적 스트레스 뿐만 아니라 오염 물질, 연기, 독성 화학물질, 여러 금속의 이온과 같은 화학적 스트레스, 병원성 박테리아와 바이러스와 같은 생물학적 스트레스에 항상 노출되어 있다. 이에 피부는 신체를 보호하기 위해 이들을 제거하려는 작용이 일어나게 되는데 이를 염증이

라고 한다. 이러한 염증에서 자유 라디칼 역시 생성된다[10]. 자유 라디칼의 경우 일반적인 물질대사에 의해서도 생성되지만 대부분은 세포 내의 항산화 반응에 의해 소거되며, 적당한 농도로 존재할 경우 면역반응과 세포 분화, 세포 주기 정지, 물질 합성 등 세포의 생장에 필수적인 반응을 일으킨다. 하지만 세포 내의 항산화 반응으로 대처가 불가능한 정도로 생성된 자유라디칼은 줄기세포의 감소, 자가 면역 질환, 암 발생, 세포 노화 등 부정적 영향을 준다[11]. 이들은 피부의 세포에도 영향을 주며 이들은 피부의 미적 평가에도 영향을 주기도 한다.

그 예로 활성산소는 피부의 노화를 일으키는 주 원인이다. 피부 노화는 피부 진피층의 콜라겐 합성이 감소하는 동시에 콜라겐의 붕괴 속도가 가속화 되어 생성된다. 이때 matrix metalloproteinase(MMP)라는 콜라겐 분해 효소가 작용하는데, MMP의 생성을 증가시키는 요인으로는 자외선 노출, 활성산소종, interleukin(IL)-1과 IL-6, 과산화지질 등이 있다[12]. 한편 활성산소는 콜라겐 합성을 촉진하는 transforming growth factor- $\beta$ 의 감소시켜 콜라겐 합성량을 감소시키기도 한다[13].

이러한 이유로 항산화능은 피부 노화에서 빼놓을 수 없는 요소로 생각된다. 한편 항산화능의 측정 방법은 DPPH나 ABTS, FRAP, TRAP, ORAC등의 라디칼의 특성을 띠는 물질을 넣어 소거되는 정도를 확인하는 방법과, polyphenol이나 flavonoid와 같은 항산화능을 띠는 물질의 양을 측정하는 방법이 있다. 이때 각 측정 방법에 사용되는 시약들은 항산화 물질에 대해 반응성이 모두 다르므로 여러 방법을 실시하여 종합적으로 판단한다[14]. 본 연구에서도 DPPH, ABTS, FRAP, NO 소거능, polyphenol 및 flavonoid의 함량을 측정하여 쌍발이모자반의 종합적 항산화능을 측정하였으며, RAW 264.7을 이용해 항염 효과를 측정하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 추출물

본 실험에 사용한 쌍발이모자반 추출물은 해양생명자원 통합정보시스템(Marine Bio Resource Information System, MBRIS)에서 분양받은 추출물을 사용하였다. 분양받은 분말은 항산화능 실험의 경우 70% ethanol

로, 세포실험의 경우 dimethyl sulfoxide (DMSO, sigma)로 녹인 뒤 원심분리를 통해 불용성 성분을 제거하고 실험에 사용하였다.

## 2.2 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Pekal & Pyrzyńska 의 방법을 따라 실시하였다[15]. 쌍발이모자반 추출물 1.0 mL와 Folin-Ciocalteu 시약 0.1 mL, 증류수 0.9 mL 혼합 후 5 분간 반응시켰다. 그 후 CaCO<sub>3</sub> (7%, w/v) 1.0 mL와 증류수 0.4 mL를 주입하였다. 30 분 후 765 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

폴리페놀 농도는 gallic acid를 기준으로 standard curve를 작성하여 측정하였다.

## 2.3 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Pekal & Pyrzyńska 의 방법을 따라 실시하였다[15]. 쌍발이모자반 추출물 1.0 mL와 NaNO<sub>2</sub> (5%, w/v) 0.3 mL를 혼합 후 5 분간 반응시켰다. 그 후 AlCl<sub>3</sub> (2%, w/v) 0.5 mL를 주입하였다. 6 분 후 1 M NaOH 0.5 mL를 주입하여 중화시켰다. 10 분 후 510 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

플라보노이드 농도는 quercetin을 기준으로 standard curve를 작성하여 측정하였다.

## 2.4 DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 소거능 측정은 Blois 의 방법을 따라 실시하였다[16]. DPPH 용액은 70% ethanol에 1%(w/v)으로 녹인 뒤 517nm에서의 흡광도를 측정하여 흡광도가 1.00이 되도록 희석하여 사용하였다. 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mg/mL 등 다양한 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물 1.0mL와 DPPH용액 1.0mL를 혼합 후 30 분간 반응시켰다. 그 후 517 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

실험결과는 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub>을 측정 후 비교하여 항산화능을 측정하였다.

## 2.5 ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 소거능 측정은 Re 의 방법을 따라 실시하였다[17]. ABTS 용액은 증류수에 7mM으로 녹인 ABTS 용액에 2.45mM 농도가 되도록 potassium persulfate 녹여 12 시간 뒤 734 nm에서의 흡광도를 측정하여 흡

광도가 0.7이 되도록 희석하여 사용하였다. 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625 mg/mL 등 다양한 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물 1.0 mL와 ABTS 용액 1.0 mL를 혼합 후 30 분간 반응시켰다. 그 후 734 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

실험결과는 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub>을 측정 후 비교하여 항산화능을 측정하였다.

## 2.6 NO 라디칼 소거능 측정

NO assay에서 실험방법은 Jagetia & Baliga의 방법을 변형하여 사용하였다[18]. Griess reagent는 1% sulfanilamide를 5% phosphoric acid에 녹인 것과 0.1% naphthylethylenediamine dihydrochloride 수용액을 1 : 1 비율로 혼합한 것을 사용하였다. NO 반응 생성 물질로는 0.1M sodium nitrite 용액을 사용하였으며, 이를 희석하여 흡광도가 1.0이 되도록 조정하여 사용하였다.

Sodium nitrite 용액 0.9 mL와 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mg/mL 등 다양한 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물 0.1 mL를 혼합 후 30분간 실온에서 반응시켰다. 반응이 끝난 용액 중 상층액 0.1 mL와 griess reagent 0.1 mL를 혼합하여 15분간 반응시켰다. 그 후 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

실험결과는 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub>을 측정 후 비교하여 항산화능을 측정하였다.

## 2.7 FRAP 측정

실험에는 0.5 mg/mL 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물을 사용하였다. 쌍발이모자반 추출물 2.5 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL를 혼합한 뒤 10% potassium ferricyanide 2.5 mL를 첨가하였다. 그 후 waterbath를 이용하여 50°C에서 20분 동안 반응시켰다. 반응한 시료는 10% trichloroacetic acid (TCA) 2.5 ml를 넣어 반응을 종료시켰다. TCA로 인해 생성된 부유물을 제거하기 위해 4,000 rpm에서 10분간 원심분리를 실시하였다. 상등액 0.5 mL는 0.1% ferric chloride 용액 2.5 mL와 혼합한 뒤 발색을 측정하기 위해 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 평가하였다.

FRAP은 ascorbic acid를 기준으로 standard curve를 작성하여 측정하였다.

## 2.8 세포 독성 측정

세포 독성 실험에는 RAW 264.7 cell을 사용하였다. 세포의 배양에는 DMEM broth (GE healthcare, USA)와 fatal bovine serum (Sigma, USA), antibiotics (100X) (Sigma, USA)를 445:50:5 비율로 혼합하여 사용하였으며, 추출물은 DMSO에 용해시켜 처리하였다.

세포 독성을 측정하기 위하여 MTT assay를 실시하였다. RAW 264.7 세포를 DMEM으로 희석하여 0.2 mL씩 96 well plate에 분주하였을 때  $1 \times 10^4$  cell/well 농도가 되도록 세포 배양액을 제조하고, 이를 분주하여 24 시간 배양하였다. 배양이 끝난 후 100, 50, 25, 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  등 다양한 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물을 처리하여 48 시간 동안 배양하였다. 배양 완료 후 상층액은 제거한 뒤 MTT 용액(5 mg/mL)를 가해주고 다시 37°C, 5% CO<sub>2</sub>의 배양기에서 결정화를 진행시켰다. 각 well에 생성된 결정은 DMSO로 녹여 540 nm 흡광도를 측정하였다.

## 2.9 NO 생성 억제능 측정

NO 생성 억제능 실험에는 RAW 264.7 cell을 사용하였다. 세포의 배양에는 DMEM broth(GE healthcare, USA)와 fatal bovine serum(Sigma, USA), antibiotics (100X) (Sigma, USA)를 445:50:5 비율로 혼합하여 사용하였으며, 추출물과 LPS (lipopolysaccharide, Sigma, USA)은 DMSO에 용해시켜 처리하였다.

NO 생성 억제능 측정에는 griess reagent를 사용하였다. RAW 264.7 cell을 96 well plate에  $1 \times 10^4$  cell/well 농도로 분주하여 24 시간 배양하였다. 배양이 끝난 후 100, 50, 25, 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  등 다양한 농도로 희석한 쌍발이모자반 추출물과 LPS 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도로 처리하여 48 시간 동안 배양하였다. 배양 완료 후 상층액 100  $\mu\text{L}$ 와 griess reagent 100 $\mu\text{L}$ 를 반응시켜 쌍발이모자반 추출물의 NO 생성 억제능을 측정하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

쌍발이모자반 추출물의 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량을 계산한 결과는 Table 1과 같다. 폴리페놀의 경우  $18.99 \pm 0.69$  mg/g으로 나타났다. 한편 플라보노

이드의 경우  $11.89 \pm 1.16$  mg/g으로 나타났다.

해조류 추출물의 폴리페놀을 측정된 연구에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 보인 모자반속 해조류는 파배기 모자반이었다. 파배기모자반은 47.48 mg/g로 나타났으며, 쌍발이모자반의 폴리페놀은 파배기모자반의 40.0%에 해당한다[19]. 한편 김, 미역, 다시마, 툫, 파래의 플라보노이드를 측정된 논문에서 가장 높은 플라보노이드 함량을 보인 해조류는 미역이었다. 미역은 11.33 mg/g로 나타났으며, 쌍발이모자반의 폴리페놀은 미역의 1.05배에 해당한다[20].

Table 1. Total polyphenol and flavonoid concentration of Sargassum patens extract

	Concentrate (mg/g)
Polyphenol	18.99±0.69
Flavonoid	11.89±1.16

### 3.2 DPPH 라디칼 소거능

쌍발이모자반 추출물의 항산화능 측정을 위해 DPPH 라디칼 소거능을 계산한 결과는 Fig. 1과 같다. 항산화능 측정 전 ascorbic acid의 항산화 수치를 측정하였다. 각 농도는 200, 100, 50, 25, 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도 범위로 반응시켜 EC<sub>50</sub> 수치를 얻어내었다. 이를 통해 얻어진 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub> 수치는 59.37  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 였다.

한편 쌍발이모자반 추출물의 경우 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mg/mL로 희석하여 실험을 진행하였다. 실험 결과 4 mg/mL 농도에서  $66.97 \pm 2.82\%$ , 2 mg/mL 농도에서  $32.68 \pm 2.58\%$ , 1 mg/mL 농도에서  $14.96 \pm 2.13\%$ , 0.5 mg/mL 농도에서  $6.90 \pm 1.14\%$ , 0.25 mg/mL 농도에서  $4.26 \pm 0.86\%$ 의 DPPH 라디칼 소거능이 나타났다. 한편 이를 바탕으로 EC<sub>50</sub>을 계산하였으며, 3.001 mg/mL란 결과를 얻었다[21]. 결과적으로 19.78 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 보였다.

김, 미역, 다시마, 툫, 파래의 항산화능을 측정된 연구와 비교 시 가장 높은 항산화능을 보인 해조류는 파래였다. 선행연구에서 1 mg/mL에서 실험한 결과에서 파래가 가장 높은 항산화능을 나타내었으며 35.95%의 라디칼 소거능을 나타내었다. 한편 본 연구에서는 14.96%로 파래보다는 낮았으나 같이 실험한 김, 미역, 다시마, 툫보다 높은 항산화능을 보였다[20].

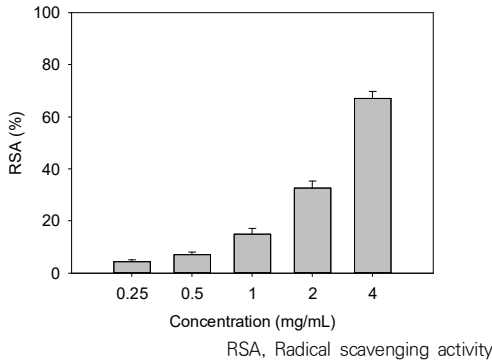


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of *Sargassum patens* extract

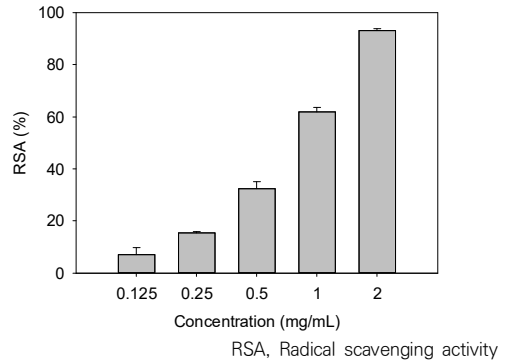


Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of *Sargassum patens* extract

### 3.3 ABTS 라디칼 소거능

쌍발이모자반 추출물의 항산화능 측정을 위해 ABTS 라디칼 소거능을 계산한 결과는 Fig. 2와 같다. 항산화능 측정 전 ascorbic acid의 항산화 수치를 측정하였다. 각 농도는 200, 100, 50, 25, 12.5 µg/mL 농도 범위로 반응시켜 EC<sub>50</sub> 수치를 얻어내었다. 이를 통해 얻어진 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub> 수치는 50.91 µg/mL였다.

한편 쌍발이모자반 추출물의 경우 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 mg/mL로 희석하여 실험을 진행하였다. 실험 결과 2 mg/mL 농도에서 93.11±0.80%, 1 mg/mL 농도에서 61.97±1.67%, 0.5 mg/mL 농도에서 32.46±2.58%, 0.25mg/mL 농도에서 15.41±0.40%, 0.125 mg/mL 농도에서 6.89±2.90%의 ABTS 라디칼 소거능이 나타났다. 한편 이를 바탕으로 EC<sub>50</sub>을 계산하였으며, 0.800 mg/mL란 결과를 얻었다[21]. 결과적으로 63.64 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 보였다.

지중해에서 서식하는 갈조류의 항산화능을 측정한 연구와 비교시 가장 높은 항산화능을 보인 해조류는 개미역쇠였다. 선행연구에서 1 mg/mL에서 실험한 결과에서 파래가 가장 높은 항산화능을 나타내었으며 45.5%의 라디칼 소거능을 나타내었다. 한편 본 연구에서는 61.97%로 개미역쇠의 1.36배 높은 항산화능을 나타내었다[22].

### 3.4 NO 라디칼 소거능

쌍발이모자반 추출물의 항산화능 측정을 위해 NO 라디칼 소거능을 계산하였다. 항산화능 측정 전 ascorbic acid의 항산화 수치를 계산한 결과는 Table 2와 같다. 각 농도는 100, 50, 25, 12.5 6.25 µg/mL 농도 범위로 반응시켜 EC<sub>50</sub> 수치를 얻어내었다. 이를 통해 얻어진 ascorbic acid의 EC<sub>50</sub> 수치는 20.25 µg/mL였다[21].

한편 쌍발이모자반 추출물의 경우 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mg/mL로 희석하여 실험을 진행하였다. 실험 결과 4 mg/mL 농도에서 81.22±1.47%, 2 mg/mL 농도에서 38.38±1.58%, 1 mg/mL 농도에서 15.27±1.63%, 0.5 mg/mL 농도에서 5.23±1.22%, 0.25 mg/mL 농도에서 2.45±1.13%의 NO 생성 억제율이 나타났다. 한편 이를 바탕으로 EC<sub>50</sub>을 계산하였으며, 2.542 mg/mL란 결과를 얻었다.

Table 2. NO radical scavenging activity of *Sargassum patens* extract

Concentrate (mg/mL)	RSA (%)
0.25	2.45±1.13
0.5	5.23±1.22
1	15.27±1.63
2	38.38±1.58
4	81.22±1.47

RSA, Radical scavenging activity

### 3.5 FRAP

쌍발이모자반 추출물의 FRAP과 ascorbic acid의 FRAP을 측정하여 이 둘을 비교하였다. 쌍발이모자반

추출물의 경우 FRAP 측정 결과  $0.101 \pm 0.021$  으로 나타났다으며 한편 ascorbic acid의 경우  $0.422 \pm 0.008$ 로 나타났다. 이를 바탕으로 썬발이모자반 추출물의 1 mg의 FRAP은 ascorbic acid 2.089  $\mu\text{g}$ 에 해당된다는 것을 알아내었다.

### 3.6 세포 독성

썬발이모자반 추출물의 세포 독성 측정을 위해 MTT assay를 이용한 세포독성을 계산한 결과는 Table 3과 같다. 썬발이모자반 추출물은 최종농도가 100, 50, 25, 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 가 되도록 희석하여 실험을 진행하였다.

실험 결과 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $88.38 \pm 1.17\%$ , 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $94.45 \pm 0.81\%$ , 25  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $97.82 \pm 1.04\%$ , 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $99.27 \pm 1.32\%$ 의 세포 생존률이 나타났다.

ISO 10993-5의 기준에서 80% 이상의 세포 생존율을 나타낸 경우 독성이 없으므로 판단되며, 이러한 기준으로는 모든 실험 농도에서 세포독성이 나타나지 않은 것으로 나타났다.

Table 3. Cell survival rate of RAW 264.7 with Sargassum patens extract

Concentrate ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Cell survival rate (%)
Cont.	$100.00 \pm 0.76$
12.5	$99.27 \pm 1.32$
25	$97.82 \pm 1.04$
50	$94.45 \pm 0.81$
100	$88.38 \pm 1.17$

### 3.7 NO 생성 억제능

썬발이모자반 추출물의 염증 억제능 측정을 위해 griess reagent를 이용한 NO 생성량 측정을 계산한 결과는 Table 4와 같다. 썬발이모자반 추출물은 최종농도가 100, 50, 25, 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 가 되도록 희석하여 실험을 진행하였다.

실험 결과 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $30.64 \pm 0.23\%$ , 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $16.64 \pm 0.41\%$ , 25  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $6.46 \pm 0.47\%$ , 12.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $3.36 \pm 0.42\%$ 의 NO 생성 억제율이 나타났다. 즉 농도에 비례하여 항염능이 증가하는 것을 보였다.

Fucoidan은 갈조류의 세포벽에 존재하는 sulphated

polysaccharide로 갈조류의 대표적인 항염 물질이다. Fucoidan은 세포 실험을 통해 염증성 사이토카인인 TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6등의 생성을 억제하는 것이 보고되었으며[24], 동물실험에서도 백혈구의 이동을 막아 과도한 염증반응이 일어나는 것을 방지한다고 보고되었다 [25].

Table 4. NO production rate of RAW 264.7 with Sargassum patens extract

Concentrate ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	NO production rate (%)
Cont. w/o LPS	$11.49 \pm 0.46$
Cont. w LPS	$100.00 \pm 0.82$
12.5	$96.64 \pm 0.42$
25	$93.54 \pm 0.47$
50	$83.36 \pm 0.41$
100	$69.36 \pm 0.23$

## 4. 결론

썬발이모자반 추출물의 항산화능 및 항염능을 확인하기 위하여 항산화능 실험과 세포를 이용한 항염능 실험을 실시하였다. 항산화능 실험에는 폴리페놀 농도 측정, 플라보노이드 농도 측정, DPPH 실험, ABTS 실험 NO 실험, FRAP 실험을 실시하였다. 폴리페놀의 경우  $18.99 \pm 0.69$  mg/g으로 나타났다. 플라보노이드의 경우  $11.89 \pm 1.16$  mg/g으로 나타났다. DPPH 실험에서는 19.78 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었으며, ABTS 실험에서는 63.64 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었으며, NO 실험에서는 7.966 mg ascorbic acid / g extract의 항산화능을 나타내었다. FRAP에서는 썬발이모자반 추출물의 1 mg이 ascorbic acid 2.089  $\mu\text{g}$ 의 환원력을 보였다.

RAW 264.7 세포를 이용하여 썬발이모자반의 세포 독성과 염증 억제 효과를 알아보았다. 세포독성의 경우 실험한 농도 범위에서 낮은 세포독성을 보였다. 한편, 농도 의존적으로 염증 반응에 의한 NO의 생성을 감소시켜 항염 효과가 있음을 확인하였고, 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도에서  $30.64 \pm 0.23\%$ 의 염증 억제능을 보였다. 이를 바탕으로 썬발이모자반 추출물이 화장품 원료로서 사용가능함을 확인 할 수 있었으며, 동시에 염증을 억제시켜 피부 노화에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

## REFERENCES

- [1] J. H. Lee & B. A. Kim. (2019). A Study on Seaweed Sea Staghorn (*Codium fragile*) Ethanol Extract for Antioxidant. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 5(4), 467-472.  
DOI : 10.17703/JCCT.2019.5.4.467
- [2] T. Suganya, M. Varman, H. H. Masiuki & S. Renganathan. (2016). Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: a biorefinery approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 909-941.  
DOI : 10.1016/j.rser.2015.11.026
- [3] J. H. Jung. (2017). Anti-cancer Effect of Marine Resources Against Human Colorectal Cancer Cells. *Journal of food hygiene and safety*, 32(1), 70-74.  
DOI : 10.13103/JFHS.2017.32.1.70
- [4] L. O'Sullivan, B. Murphy, P. McLoughlin, P. Duggan, P. G. Lawlor, H. Hughes & G. F. Gardiner. (2010). Prebiotics from marine macroalgae for human and animal health applications. *Marine drugs*, 8(7), 2038-2064.  
DOI : 10.3390/md8072038
- [5] C. Deville, M. Gharbi, G. Dandrifosse & O. Peulen. (2007). Study on the effects of laminarin, a polysaccharide from seaweed, on gut characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9), 1717-1725.  
DOI : 10.1002/jsfa.2901
- [6] J. I. Choi, H. J. Kim & J. W. Lee. (2011). Structural feature and antioxidant activity of low molecular weight laminarin degraded by gamma irradiation. *Food chemistry*, 129(2), 520-523.  
DOI : 10.1016/j.foodchem.2011.03.078
- [7] A. M. Gamal-Eldeen, E. F. Ahmed & M. A. Abo-Zeid. (2009). In vitro cancer chemopreventive properties of polysaccharide extract from the brown alga, *Sargassum latifolium*. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1378-1384.  
DOI : 10.1016/j.fct.2009.03.016
- [8] S. Ananthi, H. R. B. Raghavendran, A. G. Sunil, V. Gayathri, G. Ramakrishnan & H. R. Vasanthi. (2010). In vitro antioxidant and in vivo anti-inflammatory potential of crude polysaccharide from *Turbinaria ornata* (Marine Brown Alga). *Food and chemical toxicology*, 48(1), 187-192.  
DOI : 10.1016/j.fct.2009.09.036
- [9] T. T. Dang, M. C. Bowyer, I. A. Van Altena & C. J. Scarlett. (2018). Comparison of chemical profile and antioxidant properties of the brown algae. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(1), 174-181.  
DOI : 10.1111/ijfs.13571
- [10] A. Ratz-Lyko, J. Arct & K. Pytkowska. (2012). Methods for evaluation of cosmetic antioxidant capacity. *Skin Research and Technology*, 18(4), 421-430.  
DOI : 10.1111/j.1600-0846.2011.00588.x
- [11] M. Schieber & N. S. Chandel. (2014). ROS function in redox signaling and oxidative stress. *Current biology*, 24(10), R453-R462.  
DOI : 10.1016/j.cub.2014.03.034
- [12] H. Masaki. (2010). Role of antioxidants in the skin: anti-aging effects. *Journal of dermatological science*, 58(2), 85-90.  
DOI : 10.1016/j.jdermsci.2010.03.003
- [13] J. W. Shin, S. H. Kwon, J. Y. Choi, J. I. Na, C. H. Huh, H. R. Choi & K. C. Park. (2019). Molecular mechanisms of dermal aging and antiaging approaches. *International journal of molecular sciences*, 20(9), 2126.  
DOI : 10.3390/ijms20092126
- [14] I. G. Munteanu & C. Apetrei. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380.  
DOI : 10.3390/ijms22073380
- [15] A. Pekal & K. Pyrzynska. (2014). Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, 7(9), 1776-1782.  
DOI : 10.1007/s12161-014-9814-x
- [16] M. S. Blois, (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- [17] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang & C. Rice-Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.  
DOI : 10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- [18] G. C. Jagetia & M. S. Baliga. (2004). The evaluation of nitric oxide scavenging activity of certain Indian medicinal plants in vitro: a preliminary study. *Journal of Medicinal Food*, 7(3), 343-348.  
DOI : 10.4014/kjmb.1409.09006

- [19] H. J. Son, M. Y. Um, I. H. Kim, S. M. Cho, D. S. Han & C. H. Lee. (2016). In Vitro Screening for Anti-Dementia Activities of Seaweed Extracts. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(7), 966-972.  
DOI : 10.3746/jkfn.2016.45.7.966
- [20] C. S. Kwak, S. A. Kim & M. S. Lee. (2005). The Correlation of Antioxidative Effects of 5 Korean Common Edible Seaweeds and Total Polyphenol Content. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34(8), 1143-1150.  
DOI : 10.3746/jkfn.2005.34.8.1143
- [21] B. Alexander, D. J. Browse, S. J. Reading & I. S. Benjamin. (1999). A simple and accurate mathematical method for calculation of the EC50. *Journal of pharmacological and toxicological methods*, 41(2-3), 55-58.  
DOI : 10.1016/S1056-8719(98)00038-0
- [22] Z. Demirel, F. F. Yilmaz-Koz, U. N. Karabay-Yavasoglu, G. Ozdemir & A. Sukatar. (2009). Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(6), 619-628.  
DOI : 10.2298/JSC0906619D
- [23] Z. Demirel, F. F. Yilmaz-Koz, U. N. Karabay-Yavasoglu, G. Ozdemir & A. Sukatar. (2009). Antimicrobial and antioxidant activity of brown algae from the Aegean Sea. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(6), 619-628.  
DOI : 10.2298/JSC0906619D
- [24] E. Apostolova, P. Lukova, A. Baldzhieva, P. Katsarov, M. Nikolova, I. Iliev & V. Kokova. (2020). Immunomodulatory and Anti-Inflammatory Effects of Fucoidan: A Review. *Polymers*, 12(10), 2338.  
DOI : 10.3390/polym12102338
- [25] A. Cumashi, N. A. Ushakova, M. E. Preobrazhenskaya, A. D'Incecco, A. Piccoli, L. Totani & N. E. Nifantiev. (2007). A comparative study of the anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic, and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds. *Glycobiology*, 17(5), 541-552.  
DOI : 10.1093/glycob/cwm014

## 김 숙 희 (Sook-hee Kim)

[정회원]



- 1998년 3월 : 일본 국립나라여자 대학교 인간문화연구과(학술박사)
- 1999년 8월~2001년 8월 : 일본 리츠메이칸대학교 공학부 Jsp post-doc
- 2002년 9월~2003년 8월 : 건국대학교 디자인문화대학 연구원
- 2008년 3월~현재 : 건국대학교 미래지식교육원 학점은행제 K뷰티산업융합학전공 교수
- 관심분야 : 피부미용, 화장품 공학, 뷰티테라피, 기능성 화장품 신소재
- E-mail : shkim33@konkuk.ac.kr