

## 모자반추출물의 기능성 화장품소재 특성

심하은\* · 노대영\*\* · 김동욱†

인제대학교 제약공학과

50834 경남 김해시 인제로 197

\*KSRC 한국피부임상연구센터, 중앙연구부 임상평가팀

13558 경기도 성남시 성남대로 331

\*\*파이토에코 R&D 센터 인제대학교 창조관 404

50834 경남 김해시 인제로 197

(2023년 10월 14일 접수, 2024년 2월 7일 수정본 접수, 2024년 2월 7일 채택)

## Functional Cosmetic Effect of *Sargassum* Extracts

Ha Eun Sim\*, Dae-Young Noh\*\* and Donguk Kim†

Department of Pharmaceutical Engineering, Inje University, Gimhae, Gyeongnam, 50834 Korea

\*Central Research Department, Korean Skin Research Center, 331 Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13558 Korea

\*\*Phytoeco R&D Center, Changjo 404, Inje University, Gimhae, Gyeongnam, 50834 Korea

(Received 14 October 2023; Received in revised from 7 February 2024; Accepted 7 February 2024)

### 요 약

전세계적으로 천연화장품에 대한 관심과 수요가 크게 늘어나고 있다. 따라서 기존 화학합성 기능성화장품소재를 대체하기 위한 노력의 일환으로서 천연물에서 기능성화장품소재를 발굴하고자 하였다. 모자반은 우리나라의 해안 전 지역에서 쉽게 볼 수 있는 갈조류의 일종으로서 식용으로도 이용되는 만큼 안전성이 확보되어있는 해조류이다. 본 연구에서는 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*), 짝잎 모자반(*Sargassum hemiphyllum*), 쌍발이 모자반(*Sargassum patens*)의 3가지 종류의 모자반으로부터 열수를 이용하여 유효성분을 추출하였으며, 항산화효과, 미백효과, 주름개선효과, 자외선흡수효과 및 항염증효과를 측정하여 기능성 화장품 소재로서의 응용 가능성을 살펴보고자 하였다. 모자반추출물은 세포독성시험결과 안전성이 매우 우수하였고, DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화능 측정결과 우수한 항산화능을 보여주었으며 tyrosinase inhibition을 이용한 미백효과시험에서는 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*)의 미백효과가 상당히 우수하였다. 그러나 주름개선효과, 자외선흡수효과와 항염증효과는 비교적 낮았다. 결론적으로 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*)은 세포독성이 적었고, 항산화효과와 미백효과가 우수하여 미백 기능성화장품소재로서 응용가능성이 높음을 알 수 있었다.

**Abstract** – There is growing interest in natural cosmetic ingredients as natural cosmetics become popular. As a part of effort to look for natural cosmetic agent, seaweed *Sargassums* were tested for functional cosmetic agents. Effective materials were extracted from *Sargassum coreanum*, *Sargassum hemiphyllum*, and *Sargassum patens* by simple hot water extraction. Antioxidation, whitening, anti-wrinkle, UV absorption and anti-inflammation effects were studied for functional cosmetic agents. *Sargassum* extracts indicated excellent cell viability, strong anti-oxidation effect by DPPH radical scavenging activity and showed significant whitening effect from tyrosinase inhibition. However, effects of anti-wrinkle, UV absorption and anti-inflammation were negligible. In conclusion, *Sargassum coreanum* extracts showed good possibility for anti-oxidation and whitening cosmetic agent.

Key words: *Sargassum* Extracts, Cell viability, Anti-oxidation, Whitening, Anti-wrinkle

### 1. 서 론

화장품은 다양한 성분들이 포함되어 있는 액상제품으로서 기초 화장품의 경우 수상, 유상, 계면활성제 및 기타성분(색소, 향료, 방부제 등)으로 구성되어 있다. 화장품중에서도 특별한 기능을 포함하는 기능성화장품은 화장효과와 더불어 그 기능으로 인해 큰 인기를

† To whom correspondence should be addressed.

E-mail: pedkim@inje.ac.kr

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.

끌고 있다. 기능성화장품의 인정범위는 국가마다 다르나 우리나라의 경우 화장품법에는 다음과 같이 정의되어있다[1]. 피부의 미백에 도움을 주는 제품, 피부의 주름개선에 도움을 주는 제품, 피부를 곱게 태워주거나 자외선으로부터 피부를 보호하는 데에 도움을 주는 제품, 모발의 색상 변화·제거 또는 영양공급에 도움을 주는 제품, 피부나 모발의 기능 약화로 인한 건조함, 갈라짐, 빠짐, 각질화 등을 방지하거나 개선하는 데에 도움을 주는 제품.

화장품분야에서 뚜렷한 또 하나의 중요 트렌드는 화학합성성분들을 가급적 적게 사용하고 천연성분들을 주로 배합하는 천연화장품 또는 유기농화장품의 인기이다. 천연화장품을 구성하기 위해서는 식물, 해조류 등을 포함하는 천연물질이 화장품성분의 95% 이상을 함유하여야 한다[2]. 본 연구에서는 천연 기능성화장품 소재를 탐색하기 위한 연구의 일환으로서 모자반추출물의 이용가능성을 평가하고자 하였다.

모자반(sargassum)은 모자반속(Sargassum) 갈조류의 총칭으로 전체 약 250속이 지구상에 존재하며 우리나라에는 약 20속이 존재하는 것으로 알려져있다. 여러해살이이며 한국의 연안에서 해중립을 이루는 대표적인 종류이다. 몸은 외견상 뿌리·줄기·잎의 구분이 뚜렷하고, 뿌리는 1개의 중심 가지를 내어 1-3 m 이상 크게 자란다. 그리고 모자반은 식용으로도 널리 이용되고 있다[3].

모자반에 대해서는 항산화 및 항암, 항염증 등의 생리활성이 보고되어 있으나 기능성 화장품 소재로서의 연구는 미미한 상황이다[4,5]. 따라서 본 연구에서는 큰잎 모자반(Sargassum coreanum), 짝잎 모자반(Sargassum hemiphyllum), 쌍발이 모자반(Sargassum patens)의 3가지 종류의 모자반으로부터 유효성분을 추출하여, 기능성 화장품 소재로서 응용 가능성을 살펴보고자 하였다.

이를 위해 모자반추출물의 총 폴리페놀, 플라보노이드함량을 측정하였으며, 세포독성시험(cell viability test), 항산화효과시험(DPPH radical scavenging activity), 미백효과시험(tyrosine inhibition assay), 주름개선효과시험(collagenase inhibition assay, elastase inhibition assay), 자외선차단효과시험(UV absorption) 및 항염증효과시험(hyaluronidase inhibition assay)을 실시하였다.

## 2. 실험

### 2-1. 사용 재료

모자반은 큰잎 모자반(Sargassum coreanum, SC), 짝잎 모자반(Sargassum hemiphyllum, SH), 쌍발이 모자반(Sargassum patens, SP)의 3가지 종류를 구입하였으며 모자반 추출물은 다음과 같이 준비하였다. 100 g의 건조 모자반은 75 °C에서 12시간동안 1 L의 증류수를 이용하여 소니케이터에서 추출되었다. 이후 추출물은 4 °C에서 3,000 rpm의 조건으로 5분간 원심분리되었고 상등액은 필터 페이퍼로 필터링되었다.

### 2-2. Polyphenol과 flavonoid 함량측정

총 폴리페놀의 함량은 Foline-Denis reagent를 사용하여 측정되었다[6]. 200 µL의 추출물이 200 µL의 Foline-Denis reagent, 400 µL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 200 µL 증류수와 혼합되었고, 30분후 25°C의 조건에서 725 nm의 파장으로 혼합물의 흡광도를 측정하였다. 검량선은 tannic acid를 이용하여 작성하였다. Flavonoid의 함량은 다음과 같이 측정하였다. 200 µL의 추출물이 200 µL의 0.5 M NaNO<sub>3</sub>, 200 µL

0.3 M AlCl<sub>3</sub>와 혼합되었고 5분후 400 µL의 1 M NaOH가 첨가되었다. 흡광도는 510 nm에서 측정되었으며 검량선은 Rutin을 이용하여 준비하였다.

### 2-3. 세포독성시험(cell viability test)

세포독성시험은 EZ-Cytox kit를 이용하였다. Mouse melanoma B16F10 세포를 5 × 10<sup>4</sup> cells/well의 농도로 96-well plate에 분주하였다. 세포는 37 °C에서 5% CO<sub>2</sub> incubator로 배양되었고, 24시간 후 배지의 medium이 100-1,000 µg/mL의 시료를 포함하는 medium으로 교환되었다. 24시간 후 배지가 10 µL EZ-Cytox reagent를 포함하는 medium으로 교체되었고 1시간 후 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. Cell viability는 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Cell viability (\%)} = [\text{Abs}_{\text{Sample}} / \text{Abs}_{\text{Control}}] \times 100$$

### 2-4. 항산화효과 시험(DPPH radical scavenging activity)

항산화능은 DPPH radical scavenging activity로 측정되었다[7]. 100 µL의 DPPH 용액이 100 µL 추출물과 혼합되었고 암실에서 25 °C. 10분간 유지한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical scavenging activity는 아래의 식을 이용하여 계산되었다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{Exp.}} - \text{Abs}_{\text{Blank}}) / \text{Abs}_{\text{Negative control}}] \times 100$$

### 2-5. 미백효과 시험(tyrosine inhibition assay)

미백효과시험은 식품의약품안전처 공인 tyrosine inhibition assay를 이용하여 측정하였다[8]. 1 kU/mL mushroom tyrosinase와 2 mM L-tyrosine이 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 6.8)에 용해되었으며, 110 µL buffer, 30 µL 추출물, 20 µL tyrosinase와 40 µL L-tyrosine이 혼합되었고 암실에서 37 °C 15분간 경과한 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 억제효과는 다음의 식으로 계산되었다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{Exp.}} - \text{Abs}_{\text{Blank}}) / \text{Abs}_{\text{Negative control}}] \times 100$$

### 2-6. 주름개선효과시험(collagenase inhibition assay, elastase inhibition assay)

주름개선효과시험은 식품의약품안전처 공인 collagenase inhibition assay와 elastase inhibition assay로 측정하였다. Collagenase inhibition assay는 van Wart and Steinbrink의 방법을 기초로 하였다[9]. 0.4 U/mL ChC(Clostridium histolyticum), 2 mM FALGPA(N-(3-[2-Furyl]-acryloyl)-Leu-Gly-Pro-Ala)이 400 mM NaCl과 10 mM CaCl<sub>2</sub>를 포함하는 50 mM tricine (N-(2-hydroxy-1,1-bis(hydroxymethyl)ethyl)glycine) buffer에 용해되었다. 30 µL의 추출물, 20 µL ChC 용액과 40 µL tricine buffer를 암실에서 20분간 두었으며 60 µL FALGPA 용액이 첨가되었다. 흡광도는 345 nm에서 측정되었으며 억제율(inhibition)은 다음과 같이 계산되었다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [1 - (\text{initial velocity}_{\text{sample}} / \text{initial velocity}_{\text{negative control}})] \times 100$$

Elastase inhibition assay는 다음과 같이 수행되었다[10]. 0.5 U/mL porcine pancreatic elastase가 50 mM Tris-HCl buffer solution (pH 8.6)에 용해되었으며 85 µL 50 mM Tris-HCl, 30 µL substrate solution, 20 µL 추출물과 15 µL of elastase 용액이 혼합되었다. 흡광도는

410 nm에서 측정되었으며 elastase 억제효과는 다음과 같이 계산되었다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{Exp.} - \text{Abs}_{Blank}) / \text{Abs}_{Negative control}] \times 100$$

**2-7. 흡광도 측정**

모자반의 자외선 흡수능을 평가하기 위해 UVA(320-400 nm), UVB (290-320 nm), UVC (200-290 nm) 및 blue light wavelength (400~500 nm)에서 추출물의 흡광도(Absorbance)가 측정되었다.

**2-8. 항염증효과(Hyaluronidase inhibition effect)**

Hyaluronidase inhibition assay는 Morgan-Elson method를 이용하여 측정하였다[11]. 12 µL의 10 mg/mL HAase가 12 µL 추출물과 혼합되었으며 12 µL 12.5 mM CaCl<sub>2</sub>가 반응촉진제로 첨가되었다. 72 µL 6 mg/mL hyaluronic acid와 12 µL 0.4 N NaOH, 12 µL 0.4 M potassium tetraborate가 추가되었다. 용액을 얼음에 냉각한 후 120 µL p-dimethylaminobenzaldehyde (DMAB) reagent가 첨가되었고 흡광도는 540 nm에서 측정되었다. Hyaluronidase inhibition은 다음과 같이 계산되었다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{Exp.} - \text{Abs}_{Blank}) / \text{Abs}_{Negative control}] \times 100$$

**3. 결과 및 고찰**

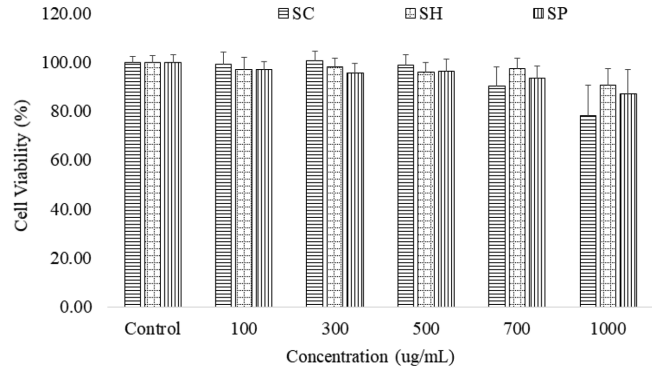
폴리페놀(polyphenol)은 식물에서 발견되는 방향족 알코올 화합물의 일종으로서 분자 하나에 페놀 그룹이 두 개 이상 있는 작용기로 여러 개의 수산기를 갖고 있는 것이 특징이다. 폴리페놀은 일반적으로 탄닌, 플라보노이드(flavonoid), 리그닌 등으로 분류된다. 천연물에서 폴리페놀은 항산화능 등 다양한 생리활성이 많은 것으로 알려져있다[12]. 3종류의 모자반추출물에 대한 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 Table 1에 나타나있다. 꾸지뽕 열매의 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 각각 21.0 mg/g, 8.5 mg/g 인 것과 비교해 볼 때 모자반 추출물은 꾸지뽕과 같은 강한 항산화활성이 있는 식물에 비해서는 다소 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 낮았다[13].

모자반추출물에 대한 세포독성시험결과는 Fig. 1에 나타나있다. 모자반이 식용으로 사용되는 것에서 알수 있듯이 안전성이 상당히 우수하였다. 화장품은 의약품과 달리 장기간 피부에 도포함으로 특히 안전성이 유지되는 것이 매우 중요하다. 본 실험결과 추출물의 농도 1,000 µg/mL 까지 안전성이 확보됨을 알 수 있다.

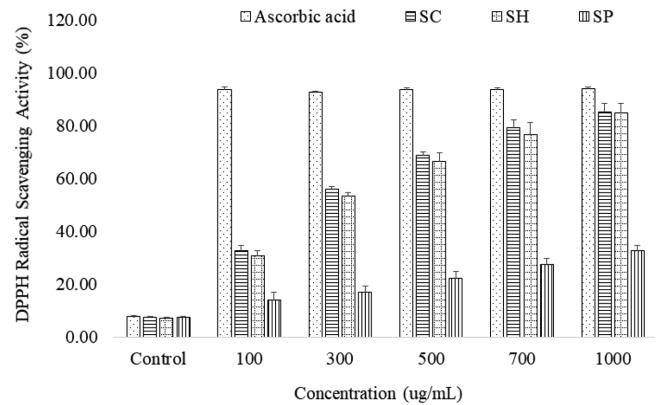
DPPH radical scavenging activity를 활용한 항산화능 측정결과가 Fig. 2에 나타나있다. 대조군으로는 비타민C(ascorbic acid)가 사용되었다. 비타민C와 비교할 때 항산화능이 작았으나 썬이썬 등 천연물과 비교시 양호한 항산화능을 보여주었다[14]. 비타민 C는 높은 항산화능을 보유하고 있으나 쉽게 분해되기 때문에 화장품소재로서 직접 사용되지는 않는다.

**Table 1. Total polyphenol and flavonoid content in Sargassums. SC; Sargassum coreanum, SH; Sargassum hemiphyllum, SP; Sargassum patens**

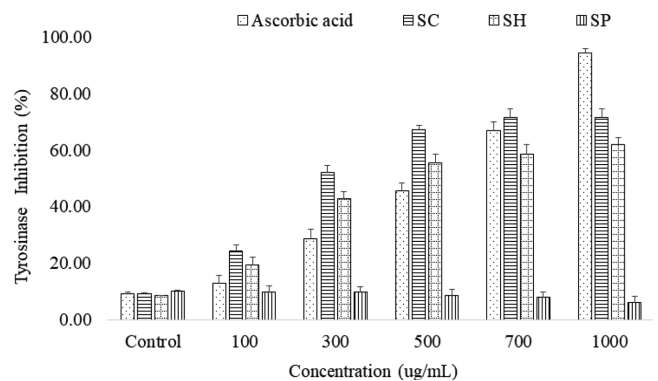
Sample group	Total polyphenol content (mg/g TAE, n=7)	Total flavonoid content (mg/g RE, n=7)
SC	44.6 ± 1.2	5.3 ± 0.5
SH	47.9 ± 0.9	8.6 ± 0.7
SP	13.0 ± 2.5	3.8 ± 1.1



**Fig. 1. Cell viability of Sargassums in B16F10 mouse melanoma cells (n=16).**



**Fig. 2. Antioxidation effect of Sargassums by DPPH radical scavenging activity (n=12).**



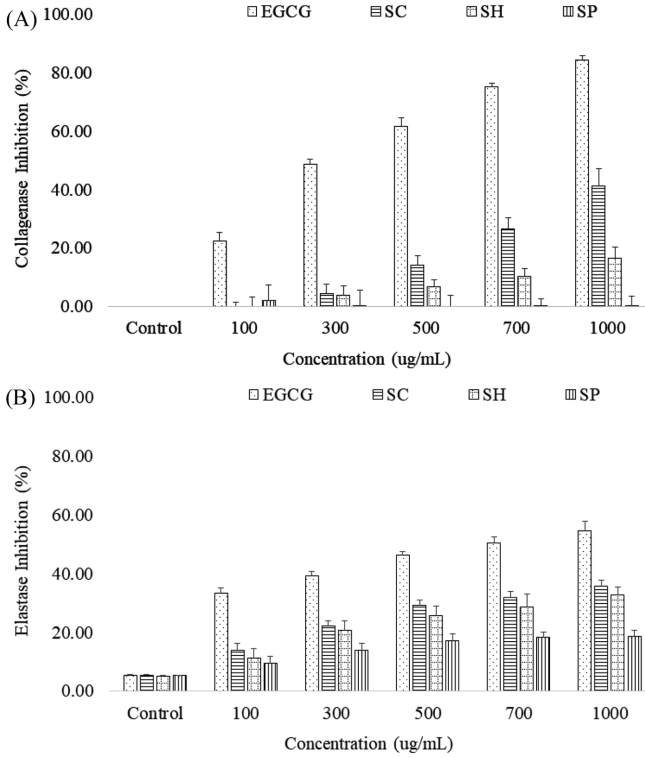
**Fig. 3. Whitening effect of Sargassums by tyrosinase inhibition assay (n=15).**

모자반추출물의 미백효과가 tyrosinase inhibition assay로 측정되었으며 그 결과는 Fig. 3에 나타나있다. 대조군으로 비타민C를 이용하였으며 3종류의 모자반 중에서도 그 미백효과는 상당한 차이를 보여주었고, 특히 큰잎 모자반(Sargassum coreanum)의 미백효과가 상당히 우수하였다. 50% 억제능을 보여주는 농도값(IC<sub>50</sub>)들이 Table 2에 나타나있다.

모자반추출물의 주름개선 효과가 collagenase inhibition assay와 elastase inhibition assay로 측정되었으며 그 값들이 각각 Fig. 4A와 Fig. 4B에 나타나있다. 전반적으로 모자반추출물은 대조군인 epigallocatechin gallate (EGCG)에 비해 그 효과가 적었으며 모자

**Table 2. IC<sub>50</sub> of Sargassums by tyrosinase inhibition assay**

Sample group	Tyrosinase inhibition (µg/mL, n=15)
SC	283.7 ± 16.0
SH	364.5 ± 27.9
SP	-
L-AA	559.3 ± 39.9



**Fig. 4. (A) Anti-wrinkle effect of Sargassums by collagenase inhibition assay (n=12), (B) Anti-wrinkle effect of Sargassums by elastase inhibition assay (n=12).**

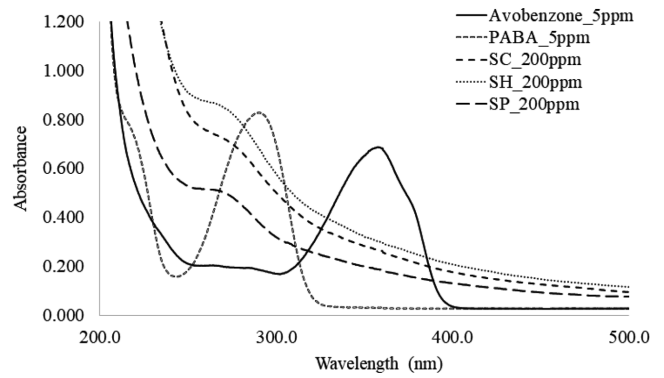
**Table 3. IC<sub>50</sub> of Sargassums by collagenase and elastase inhibition assay**

Sample group	Collagenase inhibition (µg/mL, n=12)	Elastase inhibition (µg/mL, n=12)
SC	1153.8 ± 140.1	1040.7 ± 60.9
SH	3367.3 ± 674.9	1173.1 ± 117.3
SP	-	2285.7 ± 450.8
EGCG	319.8 ± 31.5	622.6 ± 45.4

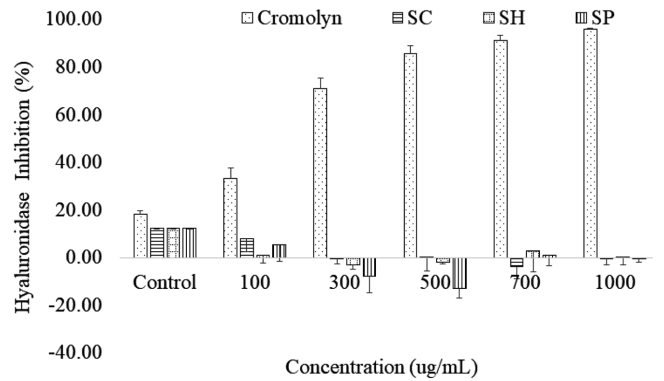
반추출물중에서는 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*)의 효과가 비교적 양호하였다. Collagenase inhibition assay와 elastase inhibition assay로 측정된 IC<sub>50</sub> 값들이 Table 3에 나타나있다.

모자반추출물의 자외선 흡수효과가 Fig. 5에 나타나있다. 대조군으로서 UVB (290-320 nm)와 UVA (320-400 nm)에 각각 우수한 흡광도를 보여주는 PABA (para-Aminobenzoic acid)와 Avobenzene을 이용하였다. 대조군에 비해 상당히 높은 200 ppm의 농도에서도 모자반추출물들은 대조군들처럼 뚜렷한 피크를 보여주지 못하여 자외선흡수능이 매우 저조하였다.

Hyaluronidase는 인체의 연골, 피부 등에 널리 포함된 hyaluronic acid (히아루론산)을 분해하는 효소로서 상처나 염증질환시 활성화



**Fig. 5. UV Absorption effect of Sargassums (n=12).**



**Fig. 6. Anti-inflammation effect of Sargassums by hyaluronidase inhibition assay (n=3).**

되어 염증, 알레르기유발과 밀접하게 관련된 효소이다. 모자반추출물의 항염증효과를 평가하기위해 hyaluronidase inhibition을 측정하였으며 그 결과는 Fig. 6에 나타나있다. 실험결과 모자반추출물의 항염증효과는 거의 없었다.

한국의 화장품산업은 기초화장품의 경우 상당한 경쟁력을 가지고 있다. 그중에서도 동양에서는 미백화장품에 대한 수요가 상당히 높은 편이다. 미백 기능성화장품소재로서는 알부틴(arbutin)이 가장 널리 사용되고 있으며, 비타민C 유도체로서 에틸아스코빌에텔, 아스코빌글루코사이드 등과 다나무추출물, 나이아신아마이드(niacinamide) 등 9종을 공인미백소재로서 인정하고 있다. 미백소재로서 알부틴이 가장 널리 사용되고 있으나 접촉피부자극과 같은 유해사례가 보고되고 있다[15,16]. 비타민 C 유도체 또한 미백소재로서 자주 사용되고 있으나 접촉피부자극이 보고되고 있다[17].

따라서 피부자극이 적은 미백화장품소재의 개발은 화장품회사에서 매우 중요한 사항이다. 국내외의 많은 화장품회사들이 산삼추출물, 마황추출물, 괴화추출물, 천궁추출물 등 천연소재를 이용하여 미백소재를 개발하였다[18,19]. 또한 화학성분으로서는 Aloesin, Glabridin, Terrein, Selina, Phenyl thiourea 등도 미백소재로서 활성이 있는 것으로 보고되었다[20,21]. 이들 성분중 상당수는 합성성분이거나 매우 고가의 한방성분 들이다.

모자반 추출물은 본 실험결과 우수한 미백효과와 항산화능을 보여주는 천연소재이며 또한 세포독성시험결과 독성이 매우 낮아서 천연 미백화장품소재로서 가능성이 높다. 또한 모자반은 국내 대부분의 해안가에서 매우 저렴한 비용으로 구할 수 있으며 주성분들의

추출방법 또한 열수로서 쉽게 가공할 수 있어 생산비용 측면에서 상당한 강점이 있다. 따라서 미백활성에 대한 추가적인 임상시험이 더 해지면 모자반추출물은 천연미백 화장품소재로서 응용가능성이 높은 소재라고 평가된다.

#### 4. 결 론

천연 기능성화장품소재 탐색을 위해 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*), 짝잎 모자반(*Sargassum hemiphyllum*), 쌍발이 모자반(*Sargassum patens*)의 3가지 종류 모자반에 대해 세포독성시험, 항산화효과시험, 미백효과시험, 주름개선효과시험, 자외선흡수효과시험 및 항염증효과시험을 실시하였다. 모자반추출은 세포독성시험결과 안전성이 매우 우수함을 알 수 있었고, DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화능 측정결과 상당히 우수한 항산화능을 보여주었다. 또한 tyrosinase inhibition을 이용한 미백효과시험에서는 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*)의 미백효과가 상당히 우수하였다. Collagenase inhibition과 elastase inhibition으로 측정된 주름개선효과는 비교적 약했으며, 자외선흡수능 역시 그 효과는 미미하였다. Hyaluronidase inhibition으로 측정된 항염증효과 역시 미미하였다. 결론적으로 큰잎 모자반(*Sargassum coreanum*)의 열수추출물은 세포독성이 적었고, 항산화효과와 미백효과가 우수함과 동시에 저렴한 비용으로 원료를 수급할 수 있고 추출방법도 간단하여 미백 기능성화장품소재로서 응용가능성이 상당히 높음을 알 수 있었다.

#### References

1. <https://www.mfds.go.kr/index.do>
2. Kim, D., *Cosmetics*, 2nd ed., Free Academy, Paju, Gyeonggi-do (2021).
3. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%AA%A8%EC%9E%90%EB%B0%98>.
4. Koo, J.-G. and Jeong, S., "Isolation and Characterization of Polysaccharides Purified from Brown Alga *Sargassum horneri*," *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **53**(5), 681-687(2020).
5. Bui, H. T. T., Luu, T. Q. and Fotedar, R., "Effect of Temperature and pH on the Growth of *Sargassum linearifolium* and *S. podacanthum* in Potassium-Fortified Inland Saline Water," *American Journal of Applied Sciences*, **15**(3), 186-197(2018).
6. Chlopicka, J., Pasko, P. and Gorinstein, S., "Total Phenolic and Total Flavonoid Content, Antioxidant Activity and Sensory Evaluation of Pseudocereal Breads," *Lwt Food Sci Technol.*, **46**(2), 548-555(2012).
7. Dudonne, S., Vitrac, X. and Coutiere, P., "Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays," *J. Agri. Food. Chem.*, **57**(5), 1768-1774 (2009).
8. Momtaz, S., Mapunya, B. M. and Houghton, P. J., "Tyrosinase Inhibition by Extracts and Constituents of *Sideroxylon Inerme* L. Stem Bark, Used in South Africa for Skin Lightening," *J. Ethnopharmacol.*, **119**(3), 507-512(2008).
9. Wittenauer, J., Mäckle, S. and Sußmann D., "Inhibitory Effects of Polyphenols from Grape Pomace Extract on Collagenase and Elastase Activity," *Fitoterapia*, **101**(1), 179-187(2015).
10. Fernando, I. P. S., Sanjeeva, K. K. A. and Samarakoon, K. W., "The Potential of Fucoidans from *Chnoospora Minima* and *Sargassum Polycystum* in Cosmetics: Antioxidant, Anti-inflammatory, Skin-Whitening, and Antiwrinkle Activities," *J. Appl. Phys.*, **30**(6), 3223-3232(2018).
11. Lee, H. A., Song, B. R. and Kim, H. R., "Butanol Extracts of *Asparagus Cochinchinensis* Fermented with *Weissella Cibaria* Inhibit iNOS-Mediated COX-2 Induction Pathway and Inflammatory Cytokines in LPS-Stimulated RAW264.7 Macrophage Cells," *Exp Ther Med.*, **14**(11), 4986-4994(2017).
12. Hopkins, W. G. and Huner, N. P. A., *Introduction to Plant Physiology*, 3rd ed., Wiley, Hoboken, NJ(2004).
13. Shin, H. J., Jeong, H., Hwang, D. and Kim, D., "Cudrania Tricuspidata Root Extract as Whitening and Anti-Wrinkle Cosmetic Agent," *Korean Chem. Eng. Res.*, **52**(6) 701-705(2014).
14. Han, D., Noh, D., Shim, H. and Kim, D., "Functional Cosmetic Characteristics of the Oxalidaceae Extracts," *Korean Chem. Eng. Res.*, **56**(3), 309-314(2018).
15. Numata, T., Tobita, R., Tsuboi, R. and Okubo Y., "Contact Dermatitis Caused by Arbutin Contained in Skin-Whitening Cosmetics," *Contact Dermatitis*, **75**(3), 187-188(2016).
16. Zhu, W. and Gao, J., "The Use of Botanical Extracts as Topical Skin-Lighting Agents for the Improvement of Skin Pigmentation Disorders," *J. Investigative Dermatology Symposium Proceedings*, **13**(1), 20-24 2008.
17. Belhadjali, H. and Giordano-Labadie, F., "Contact Dermatitis from Vitamin C in a Cosmetic Anti-Aging Cream," *Contact Dermatitis*, **45**(5), 317-321(2002).
18. Kim, E.-H., "A Study of Whitening Cosmetics from Natural Products," *Korean J. of Aesthetic and Cosmetology*, **4**(2), 195-203 (2006).
19. Chung, S. H., "A Review of Current Research on Natural Skin Whitening Products," *Asian J Beauty Cosmetol.*, **16**(4), 599-607 (2018).
20. Couteau, C. and Coiffard, L., "Overview of Skin Whitening Agents: Drugs and Cosmetic Products," *Cosmetics*, **3**(3), 27-32 (2016).
21. Kim, C.-T., Chang, Y.-H. and Lee, S.-H., "New Whitening Agent : Selina-4(14), 7(11)-dien-8-one," *J. Society of Cosmetic Scientists of Korea*, **31**(1), 17-23(2005).

#### Authors

**Donguk Kim:** Professor, Department of Pharmaceutical Engineering, Inje University, Gimhae-si, Gyeongsangnam-do 50834, Korea; pedkim@inje.ac.kr

**Haeun Shim:** Assistant Researcher, Clinical Evaluation Team, Central Research Department, Korean Skin Research Center, 331 Seongnam-si, Gyeonggi-do, 13558 Korea; haeun2781@gmail.com

**Dae-Young Noh:** Senior Researcher, PHYTOECO R&D center, changjo 404 Inje University, Gimhae, Gyeongnam, 50834 Korea; all0800@naver.com