

유령멍게(*Ciona intestinalis*)와 노랑꼭지유령멍게(*Ciona savignyi*) 에탄올 추출물의 항산화 효과

이정은¹, 강상모^{2*}

¹건국대학교 대학원 생물공학과 대학원생, ²건국대학교 생물공학과 교수

The Antioxidation Effect of Ethanol Extracts from *Ciona intestinalis* and *Ciona savignyi*

Jeong-Eun Lee¹, Sang-Mo Kang^{2*}

¹Graduate Student, Dept. of Biological Engineering, Graduate School, Konkuk University

²Professor, Dept. of Biological Engineering, Konkuk University

요약 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게는 국내의 경우, 항만, 선박의 바다, 양식장에 대량으로 발생하여 큰 피해를 입혀, 위해종으로 지정되어 있다. 따라서 이들을 이용하는 측면에서 화장품 원료로의 사용 가능성을 검토하였다. 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게를 70% 에탄올로 추출물을 제조하여 항산화능을 측정하였다. 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게 추출물 20 mg/mL에서 DPPH는 각각 71.80%, 21.40%를 보였고, ABTS는 각각 95.47%, 27.53%, nitric oxide 생성 억제능은 각각 97.47%, 88.90%로 나타났다. 총 페놀 함량은 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게에서 각각 0.081, 0.041 mg gallic acid/mg extract으로 나타났다. 결과적으로 노랑꼭지유령멍게보다 유령멍게에서 다소 높은 항산화능을 보였다. 이들은 추출물은 동물성 유래 항산화물질들로 화장품 소재로서 활용 가능함을 확인하였다.

주제어 : 유령멍게, 노랑꼭지유령멍게, 멍게, 항산화, 항산화화장품

Abstract *Ciona intestinalis* and *Ciona savignyi* have been designated as hazardous species because they have caused great damages as they appeared in ports, ships, and farms in Korea in large amount. Therefore, in terms of using them, the possibility of use as cosmetic ingredients was examined. *C. intestinalis* and *C. savignyi* were treated with 70% ethanol to make an extract and then their antioxidant activity was measured. *C. intestinalis* and *C. savignyi* showed 71.80% and 21.40% of DPPH at 20mg/mL of extract, respectively. ABTS was 95.47% and 27.53%, while nitric oxide production inhibitory ability was 97.47% and 88.90%, respectively. Total phenol content was 0.081 and 0.041 mg gallic acid/mg extract, respectively. As a result, *C. intestinalis* showed somewhat higher antioxidant activity than *C. savignyi*. It is confirmed that these extracts are animal-derived antioxidants that can be used as cosmetic materials.

Key Words : *Ciona intestinalis*, *Ciona savignyi*, Sea squirt, Antioxidant, Antioxidant Cosmetics

1. 서론

화장품 산업은 인간의 아름다움에 대한 욕구를 충족시켜주는 이미지적인 측면이 강한 분야이다. 하지만 산업사회의 발달과 고령화와 인구증가, 그리고 소비자의 의식 및 생활수준 향상에 따라 단순히 아름다움을 추구

하는 것이 아니라 영양공급, 세포활성화, 피부보호 등 점차 그 기능 및 효과에 관심이 집중되고 있다[1]. 또한 최근에는 자연주의 바람과 함께 화장품의 사용목적이 피부미화, 청결뿐만 아니라 건강과 웰빙, 질병치유, 노화예방 개념으로 확대되어 다양하게 이용되고 있다. 따라서 화장품의 천연 자원유래의 생리활성 물질에 대한

*Corresponding Author : Sang-Mo Kang(kangsm@konkuk.ac.kr)

Received March 15, 2021

Revised April 3, 2021

Accepted April 20, 2021

Published April 28, 2021

관심이 높아지며, 연구와 개발이 활발하게 진행되고 있으며, 이를 통한 제품 생산과 함께 마케팅 활동으로 이익을 창출하려는 노력이 진행되고 있다. 소비자들도 다양한 종류의 기능성소재와 과학기술이 접목된 치료 의미가 포함된 healing cosmetics, cosmeceutical 등 새로운 영역에서 웰빙, 노화예방과 질병치유 개념을 포함한 화장품 개발을 기대하고 있다[2]. 이에 따라 천연 자원유래 물질 중 항산화, 항노화 및 항염증 효능이 있는 것으로 알려진 천연 자원유래 물질들을 사용하여 기능성 화장품 원료를 개발하고자 하는 연구들이 광범위하게 증가하고 있다.

멍게(*Halocynthia roretzi*)는 천연 해양물질로 멍게류의 이전 연구로는 우렁챙이와 붉은멍게의 항산화 활성 연구[3], 멍게껍질 추출물의 면역활성 및 암세포 생장에 미치는 영향[4], 멍게껍질 카로테노이드의 색조 화장품 원료의 항산화, 항염증 기능성 평가[5]에 대한 연구 등 대부분 식용으로 사용되고 있는 멍게를 대상으로 한 연구이다.

우렁멍게는 척삭동물문 해초강 편새목 유령멍게과에 유령멍게속의 해양 부착성 저서동물이다. 유령멍게는 주로 온대지역에 서식하며, 1767년도 Linnaeus에 의해 처음 기록되었으며, 1700년대 후반에 대서양 연안에서 발견되었고, 이후 이탈리아, 스페인, 그리스 등 지중해에서도 서식이 확인되었다[6]. 우리나라의 경우 1960년대에 부산 영도에서 처음 유령멍게 서식이 확인되었으며, 2000년대 이후 일부 서해안 지역을 제외한 모든 해안에서 발견되었고, 2010년에는 제주도를 포함한 국내 모든 해안으로 확산 되었다[7].

노랑꼭지유령멍게(*Ciona savignyi*)는 우리나라 남해 연안과 제주도에 분포하며 비교적 흔히 발견되는 멍게류로 수심 1~5 m의 바위 표면이나 기타 고형 물체에 부착된 상태로 서식한다. 동소종인 유령멍게와 외형적으로 유사하지만 노랑꼭지유령멍게의 경우에는 입·출수공 가장자리에 간헐적으로 노란무늬가 있으며 유령멍게의 경우는 완전한 원형 테두리 형태로 나는 차이가 있다[8].

유령멍게와 노랑꼭지유령멍게는 항만 선박의 바닥 또는 항만 내벽이나 양식장에서 대량으로 발생하면서 산업적, 경제적으로 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다[9]. 침입 외래종인(invasive alien species) 유령멍게의 확산은 양식장 시설물에 정착하여 가리비와 굴 같은 양

식 산업에 경제적인 피해를 주고 있으며, 우리나라 자연생태계에 서식하는 자생종의 공간, 먹이와 같은 자원 경쟁으로 인해 자생종 생물의 감소를 초래하고 있다[10,11]. 이에 따라 우리나라뿐만 아니라 많은 국가에서 잠재적 위해종 또는 위해종으로 지정하여 관리하고 있다[7].

화장품에 있어서 항산화 물질은 크게 두 가지 이유로 사용된다. 첫째, 화장품의 산패방지에 이용된다[12]. 화장품은 기본적으로 물, 기름, 그리고 이들을 섞는데 사용되는 계면활성제를 기본으로 만들어진다. 이때 사용되는 기름은 산소 노출, 자외선 노출 등에 의해 산패되어 화장품의 제형 변화, pH 변화 등 많은 문제를 일으킨다. 이때 항산화제는 기름의 산패를 방지하여 화장품의 보존성을 높일 수 있다.

둘째, 화장품의 기능성을 증가시킨다. Melanin은 tyrosine과 L-DOPA가 산화되어 생성되며, 이러한 산화 과정에서 활성산소와 tyrosinase가 필요하다. 이때 항산화 물질은 활성산소를 제거하여 tyrosine의 산화를 방지하여 melanin 생성을 억제하며, tyrosinase의 발현을 억제시켜 피부 미백에 도움을 준다[13]. 한편 노화과정은 자외선 노출, 환경오염 등의 요인으로 발생하는 외인적 노화와 호르몬 불균형, 염증 반응, 유전적 특징에 의한 내인적 노화로 나누어진다. 이때 양쪽의 노화 모두 활성산소가 관여되며 항산화제를 통해 이러한 노화를 방지한다[14]. 이러한 이유로 기능성 화장품의 제조 및 화장품의 보존성을 증가시키기 위해 항산화제 및 천연추출물이 필수적으로 포함된다.

이에 경제적, 산업적으로 악영향을 미치는 위해종, 해양교란생물인 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게의 항산화 효능은 아직 보고된 바 없다. 본 논문에서는 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게의 항산화효과를 밝히고, 이들이 천연 자원유래 물질로서 항산화 기능을 가진 화장품 소재로서의 가치를 갖는가를 평가하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 사용 시료 및 추출물

실험에 사용된 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), ferric chloride, Folin-Ciocalteu reagent, manganese dioxide, ascorbic acid gallic acid, sodium carbonate, phosphate buffer

ed saline (PBS), potassium ferricyanide, trichloro acetic acid는 Sigma (USA)에서 구입하여 사용하였다.

실험에 사용된 유령멍게 추출물과 노랑꼭지 유령멍게 추출물은 MBRIS(해양생명자원 통합정보시스템)에서 분양받아 사용하였으며, 유령멍게와 노랑꼭지유령멍게를 70% ethanol로 추출하여 사용하였다.

2.2 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH)

소거능 측정

자유라디칼(free radical) 소거 능력을 측정하기 위하여 DPPH를 사용하였다. DPPH assay는 천연물 추출물의 항산화 활성 측정법으로 널리 사용하는 방법이다.

각 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL이 되도록 70% ethanol로 희석한 후 사용하였다. DPPH는 70% ethanol에 희석하여 517nm에서 흡광도가 0.5가 되도록 조정하였다. 추출물 용액 0.20 mL와 DPPH 용액 1.80 mL를 test tube에 주입하여 30분간 반응시켰다. 반응물은 UV-Vis spectrophotometer (Ultrospec 3100 pro, GE Healthcare, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical scavenging activity(RSA)는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도를 구하여 식 (1)과 같이 백분율로 표시하였다.

$$RSA (\%) = (1 - \frac{OD_{520nm} \text{ of sample}}{OD_{520nm} \text{ of blank}}) \times 100 \quad (1)$$

2.3 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radical 소거능 측정

ABTS assay는 천연물 추출물의 항산화 활성 측정법으로 널리 사용하는 방법이다.

각 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도로 70% ethanol로 희석하여 사용하였다. ABTS는 2.5 mM 농도로 pH 7.40인 5 mM PBS에 희석한 뒤 oxidizing agent로서 manganese dioxide를 첨가하여 발색시켰다. 734nm에서 흡광도 0.6 이상이 되도록 발색 되면 Whatman no. 2 filter paper를 이용하여 manganese dioxide를 제거하여 흡광도 0.5가 되도록 pH 7.40인 5 mM PBS으로 희석하였다. 추출물 용액 0.20 mL와 ABTS 용액 1.80 mL를 test tube에 주입하여 30분간 반응시켰다. 반응물은 UV-Vis spectrophotometer (Ultrospec 3100 pro, GE

Healthcare, USA)를 이용하여 740nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical scavenging activity는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도를 구하여 식 (2)과 같이 백분율로 표시하였다.

$$RSA (\%) = (1 - \frac{OD_{740nm} \text{ of sample}}{OD_{740nm} \text{ of blank}}) \times 100 \quad (2)$$

2.4 Nitric oxide 소거능

Nitric oxide는 각 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도가 되도록 70% ethanol로 희석하여 사용하였다. Nitric oxide 소거능은 griess reagent를 이용하여 측정하였다. Griess reagent는 1% sulfanilamide를 5% phosphoric acid에 녹인 것과 0.1% naphthylethylenediamine dihydrochloride 수용액을 1 : 1 비율로 혼합한 것을 사용하였다. Nitric oxide 생성 물질로는 0.1M sodium nitrite 용액을 사용하였으며, 이를 희석하여 아래의 실험방법을 통해 흡광도 1.0이 나오도록 보정하였다.

Sodium nitrite용액 0.9 mL와 추출물 0.1 mL를 혼합 후 30분간 실온에서 반응시켰다. 반응이 끝난 용액 중 상층액 0.1 mL와 griess reagent 0.1 mL를 혼합하여 15분간 동안 발색이 이루어지도록 반응시켰다. 그 후 540nm 흡광도를 측정하였다. 540nm 흡광도는 생성된 NO의 양과 비례한다. Nitric oxide scavenging activity(NOSA)의 계산은 식 (3)과 같이 백분율로 표시하였다.

$$NOSA(\%) = (1 - \frac{OD_{540nm} \text{ of sample}}{OD_{540nm} \text{ of blank}}) \times 100 \quad (3)$$

2.5 Total phenolic content 측정

천연물 추출물에는 다양한 phenolic compound가 포함되어 있으며, 추출물의 종류에 따라 차이가 있으나 phenolic content가 차지하는 비율이 높다. 이러한 이유로 phenolic content의 양을 측정하여 추출물의 항산화능을 유추한다.

각 추출물은 1.0 mg/mL로 70% ethanol로 희석하여 사용하였다. NaCO3 포화용액은 증류수에 과량의 sodium carbonate를 용해시킨 뒤, Whatman no. 2 filter paper를 이용하여 녹지 않은 sodium carbonate를 제거하였다. 추출물 0.02 mL와 Folin-

Ciocâlțeu reagent 0.01 mL, sodium carbonate 포화용액 0.06 mL를 micro tube에 주입한 뒤 15분간 반응시켰다. 그 후 0.20 mL의 증류수 주입한 뒤, 원심분리하여 상층액을 분리하였다. 반응물질은 UV-Vis spectrophotometer (Ultrospec 3100 pro, GE Healthcare, USA)를 이용하였으며 740 nm에서 흡광도를 측정하였다. gallic acid를 양성대조군으로 사용하였다.

2.6 통계처리

모든 실험은 동일조건에서 독립적으로 3회 반복하여 Minitab® 18 (IBM, USA)을 통해 평균, 표준편차를 계산하여 평균 ± 표준편차(Mean ± SD)로 표기하였으며, student's T test method로 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

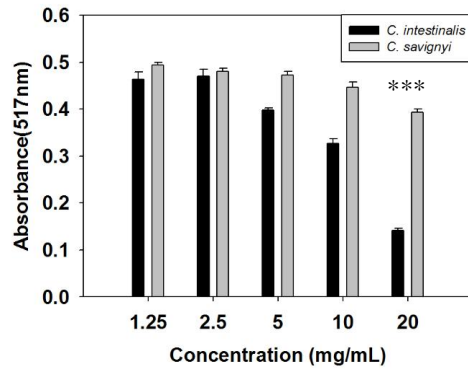
3.1 DPPH radical 소거능

자유라디칼 (free radical) 소거 능력을 측정하기 위하여 DPPH를 사용하였다. DPPH는 라디칼 활성을 가질 때 보라색을 띠며, 환원력이 있는 물질을 만나 전자를 내어주면 DPPH 라디칼이 소멸되어 특유의 보라색이 노란색으로 변하는데, 이때 흡광도의 변화를 측정하여 항산화능을 측정할 수 있다[15]. 여기서 자유라디칼 (free radical)은 정상적인 대사과정에서 생성되는 물질로 자유라디칼에 의해서 생체 구성성분 지방, 단백질, 핵산이 산화적 손상을 받게 되며, 이러한 손상들이 축적되면 노화가 진행되는 것으로 알려져 있다[16,17].

유령명계와 노랑꼭지유령명계의 DPPH radical scavenging activity를 보기위해 명계 추출물을 희석하여 DPPH radical solution에 반응시켜 측정하였다. 유령명계와 노랑꼭지유령명계의 DPPH radical scavenging activity를 측정한 결과 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical scavenging activity가 농도에 따라 증가하며, 유령명계가 노랑꼭지유령명계 보다 DPPH radical scavenging activity가 뛰어난 것을 Fig. 1, Table 1과 같이 확인하였다. 유령명계 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/ml의 농도에서 각각 7.40%, 5.78%, 20.33%, 34.67%, 71.80%의 radical scavenging activity를 보였고 노랑꼭지명계 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/ml의 농도에서 각

각 1.20%, 3.93%, 5.60%, 10.80%, 21.40% radical scavenging activity를 보였다. 이 둘의 radical scavenging activity를 t-test로 비교한 결과 유의미한 차이를 나타내어 유령명계의 항산화능이 뛰어난 것으로 밝혀졌다(p<0.001).

이 수치는 선행연구[3]에서 동일한 명계류인 우령쟁이와 붉은명계 추출물 50 mg/mL의 농도에서 우령쟁이가 42.90%, 붉은명계가 3.24%의 항산화능을 보인 것에 비해 유령명계는 20 mg/mL에서 71.80% 노랑꼭지명계는 20 mg/mL에서 21.40%의 항산화 능을 보여 선행연구에 비해 높은 수치를 나타내었다.



*** p<0.001

Fig. 1. DPPH absorbance with *Ciona* spp. extract

3.2 ABTS radical 소거능

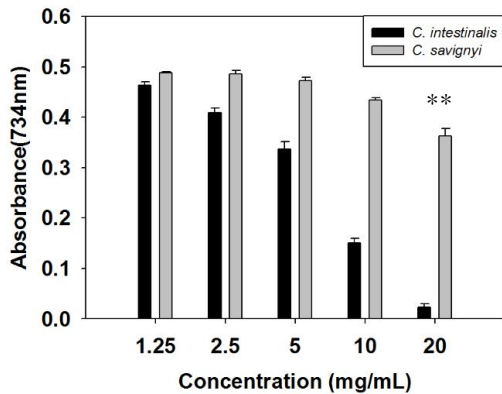
ABTS법은 산화 반응에 의해 생성된 ABTS·+이 시료 중의 항산화성 물질을 통해 제거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용하는 방법이다. ABTS법에 의한 항산화능 측정법은 ABTS는 양이온 라디칼을 DPPH는 자유라디칼을 소거하는 차이점이 있으며, 두 기질과 반응물과의 결합 정도가 달라짐에 따라 라디칼 소거 능력에서도 차이가 난다[3].

ABTS는 분자 외곽의 질소 원자의 상태에 따라 라디칼 상태일 경우 파란색, 라디칼이 사라지면 투명하게 되며, 이에 따라 734 nm 파장의 흡광도가 감소하며, DPPH와 같이 지용성 물질과 수용성 물질 모두 측정가능하다[18]. ABTS radical 소거능을 측정하는 방법은 hydrogen donating antioxidant와 chain breaking antioxidant를 측정할 수 있어 hydrophilicity에 관계없이 적용이 가능하여 더 DPPH보다 민감하게 판단할

수 있다. 특히 용매로 물을 사용하기 때문에, 혈장과 같이 많은 단백질이 포함된 시료의 항산화능 측정이 가능하다[19].

유령명게와 노랑꼭지유령명게 추출물의 ABTS radical scavenging activity를 측정하기 위해 유령명게와 노랑꼭지유령명게의 추출물을 희석하여 ABTS radical solution에 반응시켜 측정하였다. 유령명게와 노랑꼭지유령명게의 ABTS radical scavenging activity를 측정한 결과, 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 ABTS radical scavenging activity가 농도에 따라 증가하며, 유령명게가 노랑꼭지유령명게보다 ABTS radical scavenging activity가 뛰어난 것을 Fig. 2, Table 2 과 같이 확인하였다.

유령명게 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도에서 각각 7.40%, 18.20%, 32.73%, 69.87%, 95.47%의 radical scavenging activity를 보였고 노랑꼭지명게 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도에서 각각 2.40%, 2.73%, 5.47%, 13.20%, 27.53% radical scavenging activity를 보였다. 이 둘의 radical scavenging activity를 t-test로 비교한 결과 유의미한 차이를 나타내어 유령명게의 항산화능이 뛰어난 것으로 밝혀졌다($p < 0.01$).



** $p < 0.01$

Fig. 2. ABTS absorbance with *Ciona* spp. extract

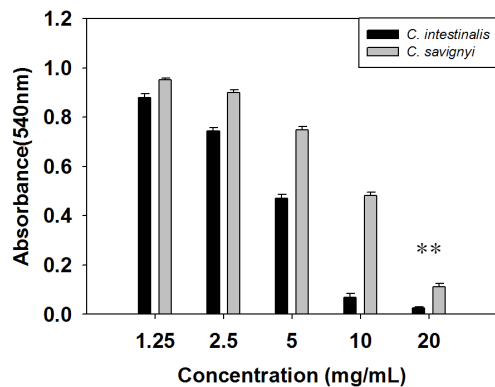
이 수치는 선행연구[3]에서 동일한 명게류인 우렁쟁이와 붉은명게 추출물 50 mg/mL의 농도에서 우렁쟁이가 56.11%, 붉은명게가 30.08%의 항산화능을 보인 것에 비해 유령명게는 20 mg/mL에서 95.47% 노랑꼭지명게는 20 mg/mL에서 27.53%의 항산화 능을 보여 선행연구에 비해 높은 수치를 나타내었다.

3.3 Nitric oxide 생성 억제능

일반적으로 NO 생성은 종양을 제거하거나 박테리아를 죽이는 역할을 하지만 대식세포에서 염증 매개인자인 nitric oxide가 과잉 축적되면 산화적 스트레스로 작용하여 조직의 손상, 신경손상 및 유전자 변이를 일으키기도 한다. 이러한 산화적 스트레스를 제거하기 위해서는 항염 뿐만 아니라 항산화 또한 중요하다[4,20].

이러한 이유로 유령명게와 노랑꼭지 유령명게의 NO 생성 억제능을 확인하기 위해 lipopolysaccharide (LPS)로 자극을 유도한 Raw 264.7 세포를 이용하여 NO의 생성 억제능을 분석하였다. 유령명게와 노랑꼭지 유령명게 추출물 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도 별로 처리해 nitric oxide 생성 억제능을 나타내었다.

측정한 결과, 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 nitric oxide 생성 억제능이 증가하였다. 유령명게 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도에서 각각 12.13%, 25.70%, 53.03%, 93.13%, 97.47%를 보였고 노랑꼭지명게 추출물은 1.25, 2.5, 5, 10, 20 mg/mL의 농도에서 각각 4.73%, 10.07%, 25.17%, 51.80%, 88.90% nitric oxide 생성 억제능을 Fig. 3, Table 3 과 같이 확인하였다. 이 둘의 nitric oxide 생성 억제능을 t-test로 비교한 결과 유의미한 차이를 나타내어 유령명게의 항산화능이 뛰어난 것으로 밝혀졌다($p < 0.01$).



** $p < 0.01$

Fig. 3. NO absorbance with *Ciona* spp. extract

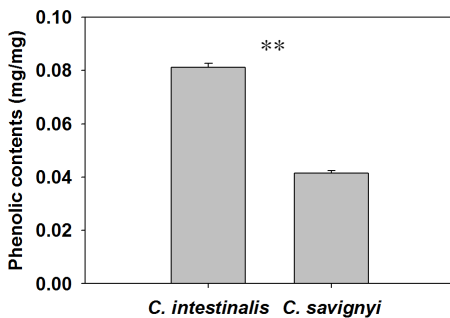
3.4 Total phenolic content

일반적으로 항산화 활성이 증가함에 따라 총 페놀 함량도 증가한다. 페놀성 화합물은 항산화, 항암, 항염

등 여러 가지 생리기능을 갖는 다는 연구가 많이 보고 되고있으며, 주요한 역할은 자유 라디칼을 소거하는 것이다. 이러한 페놀성 화합물인 플라보노이드나 안토시아닌, 페놀산 등의 총량인 총 페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거능으로 나타내는 항산화 활성에서는 중요한 인자로 작용한다[21].

페놀성 화합물은 방향족 고리에 hydroxyl groups 을 소유하며 공명 안정화된 구조를 가지고 있다. 전자를 수용하는 기작으로 항산화 반응에 직접적으로 기여하며, 다양한 천연물질에서 발견되는 중요한 성분으로 알려져 있다[22].

이러한 이유로 유령명계와 노랑꼭지유령명계의 총 페놀 함량을 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 4, Table 4 와 같다. 유령명계와 노랑꼭지유령명계의 총 페놀 함량은 각각 0.081, 0.041 mg gallic acid/mg extract 으로 이 둘의 총 페놀 함량을 t-test로 비교한 결과 유의미한 차이를 나타내어 유령명계의 항산화능이 뛰어난 것으로 밝혀졌다($p < 0.001$). 이 수치는 선행연구[2]에서 붉은명계 추출물에서 총 페놀함량 0.006 mg/mg 로 선행연구에 비해 높은 수치를 나타내었다.



** $p < 0.01$

Fig. 4. Total phenolic content of *Ciona* spp. extract

항산화 물질은 화장품에 포함되어 활성산소종($O_2^{\cdot-}$, superoxide anion; HOO^{\cdot} , hydroperoxyl radical; $\cdot OH$, hydroxyl radical; 1O_2 , singlet oxygen; H_2O_2 , hydrogen peroxide) 및 활성질소종($\cdot NO$, nitric oxid)을 제거하며, 세포막 인지질의 산화 방지, 염증성 cytokine의 생성 방지, 세포 내 효소 및 신호전달 물질의 산화 방지, DNA 및 RNA의 손상 방지 역할을 한다. 결과적으로 transepidermal water loss의

감소, 피부장벽의 강화, 염증 반응 억제, 주름 방지, MMP 생성 감소 및 collagen 분해 억제 등 노화작용을 억제한다. 항산화 물질의 항산화능을 측정하는 방법은 크게 특정 항산화 물질의 농도를 측정하는 방법과 항산화 물질의 항산화능의 총량을 측정하는 방법으로 나누어진다. 본 연구에서는 total phenolic contents 측정이 특정 항산화 물질의 농도를 측정하는 방법으로, 실험 결과 유령명계의 항산화 물질 함량이 높게 측정되었다. 한편 DPPH와 ABTS, NO radical 측정은 항산화능의 총량을 측정하는 방법으로, 이들의 측정을 통해 유령명계의 항산화능 총량이 높은 것으로 나타났다. 결론적으로 유령명계 추출물의 항산화능이 높은 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 천연물질이자 생태계 위해종인 유령명계와 노랑꼭지유령명계를 자원화하고 기능성화장품 원료로서의 사용 가능성을 실험해 보기 위해 유령명계와 노랑꼭지유령명계 추출물의 항산화능을 평가해보았다. 각 추출물의 총 페놀함량 분석과 Nitric oxide 생성 억제능, DPPH radical 소거능, ABTS 소거능의 항산화 활성을 비교하여 본 연구를 수행하였다.

DPPH를 통한 항산화능 측정 결과, 유령명계와 노랑꼭지유령명계 추출물은 20 mg/mL에서 71.80%, 21.40%로 유령명계가 다소 높은 항산화능을 보였다.

ABTS를 통한 항산화능 측정 결과, 유령명계와 노랑꼭지유령명계 추출물은 20 mg/mL에서 95.47%, 27.53%로 유령명계가 다소 높은 항산화능을 보였다.

RAW 264.7 세포를 통해 항염증 측정 결과, 유령명계와 노랑꼭지유령명계 추출물은 20 mg/mL에서 97.47%, 88.90%의 nitric oxide 생성 억제능을 나타내었다.

Total phenolic contents 측정 결과, 유령명계와 노랑꼭지유령명계의 총 페놀 함량은 각각 0.081, 0.041 mg gallic acid/mg extract으로 유령명계의 총 페놀함량이 노랑꼭지유령명계 보다 다소 높은 것으로 나타내었다.

이와 같은 결과를 종합해 볼 때 유령명계와 노랑꼭지유령명계 추출물은 phenolic compound를 함유하고 있으며, 노랑꼭지유령명계보다 유령명계 추출물에서 높은 항산화능을 나타내었다. 본 연구를 바탕으로 향후

피부세포에 대한 독성, 항염, 미백 효능을 검증하는 세포실험을 통해 유령멍게 추출물의 다양한 효능을 입증하고 이에 따른 임상연구를 적용한다면 해양폐기물을 이용한 천연 물질 소재의 기능성 화장품 원료서의 개발 가능성과 환경적, 경제적 효율성까지 있을 것으로 사료되었다.

REFERENCES

- [1] J. H. Choi, J. H. Yeum & D. K. Bae. (2009). Utilization of natural plant pigments resource. *Fiber Technology and Industry*, 13, 113-121.
- [2] Z. Rohmah, A. A. Rofiqoh, S. H. Park & B. D. Choi. (2015). The Evaluation on the Effectiveness as a Cosmetic Material of Glycosaminoglycans Extracted from *Halocynthia roretzi* Tunic. *Journal of Agriculture & Life Sciences*, 49(3), 155-162.
DOI : 10.14397/jals.2015.49.3.155
- [3] Jo, J.-E., Kim, K.-H., Yoon, M.-H., Kim, N.-Y., Lee, C., & Yook, H.-S. (2010). Quality Characteristics and Antioxidant Activity Research of *Halocynthia roretzi* and *Halocynthia aurantium*. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(10), 1481-1486.
DOI : 10.3746/jkfn.2010.39.10.1481
- [4] S. H. Park, S. B. Jeong, & B. D. Choi. (2013). Effects of *Halocynthia roretzi* bark extract on immune activity and cancer cell growth. *Journal of Agriculture & Life Science*, 47 (5), 163-170.
- [5] B. Ticar, Z. Rohmah, M. Bat-Erdene, S.-H. Park & B. D. Choi. (2013). Evaluation of Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Ascidian Tunic Carotenoids As a Source of Color Cosmetics. *KSBB Journal*, 28(1), 36-41.
DOI : 10.7841/ksbbj.2013.28.1.36
- [6] F. Kocak, Z. Ergen & M. E. Çınar. (1999). Fouling organisms and their developments in a polluted and an unpolluted marina in the Aegean Sea (Turkey). *Ophelia*, 50(1), 1-20.
DOI : 10.1080/00785326.1999.10409385
- [7] D. G. Kim, J. U. Park, D. H. Kim, T. J. Yoon & S. Shin, (2017). The Effect of temperature on early growth of *Ciona intestinalis* (Ascidacea, Phlebobranchia, Cionidae). *Environmental Biology Research*, 35(1), 1-5.
DOI : 10.11626/kjeb.2017.35.1.001
- [8] S. Y. Hong. (2006). *Korean Marine Invertebrates*. Seoul : Academy books
- [9] C. E. Carver, A. L. Mallet & B. Vercaemer. (2006). *Biological synopsis of the solitary tunicate Ciona intestinalis* (p.52). Dartmouth, Nova Scotia: Bedford Institute of Oceanography.
- [10] A. Locke & M. Carman. (2009). Ecological interactions between the vase tunicate (*Ciona intestinalis*) and the farmed blue mussel (*Mytilus edulis*) in Nova Scotia, Canada. *Aquatic Invasions*, 4(1), 177-187.
- [11] H. J. Park, W. G. Park, J. W. Choi & B. R. Lee. (2017). Variation of Community Structure of Decapods by Season and Depth near Oryuk Islets off Busan, Korea. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 29(1), 257-269.
DOI : 10.13000/JFMSE.2017.29.1.257
- [12] L. F. Capitán-Vallvey, M. C. Valencia & E. A. Nicolás. (2001). Monoparameter sensors for the determination of the antioxidants butylated hydroxyanisole and n-propyl gallate in foods and cosmetics by flow injection spectrophotometry. *Analyst*, 126(6), 897-902.
DOI : 10.1039/B101162F
- [13] J. M. Gillbro & M. J. Olsson, (2011). The melanogenesis and mechanisms of skin-lightening agents-existing and new approaches. *International Journal of cosmetic science*, 33(3), 210-221.
DOI : 10.1111/j.1468-2494.2010.00616.x
- [14] 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
- [15] C. Lee, J. H. Jang, S. C. Kim, J. W. Chung & C. I. Park. (2010). Protective Effect of Marine Natural Products against UVB-induced Damages in Human Skin Fibroblast via Antioxidant Mechanism. *journal of the society of cosmetic scientists of korea*, 36(1), 79-87.
- [16] D. Harman. (1995). Free radical theory of aging: Alzheimer's disease pathogenesis. *Age*, 18(3), 97-119.
- [17] L. Rittié & G. J. Fisher. (2002). UV-light-induced signal cascades and skin aging. *Ageing research reviews*, 1(4), 705-720.
DOI : 10.1016/S1568-1637(02)00024-7
- [18] 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

- [19] Y. Kambayashi, N. T. Binh, H. W. Asakura, Y. Hibino, Y. Hitomi, H. Nakamura & K. Ogino. (2009). Efficient assay for total antioxidant capacity in human plasma using a 96-well microplate. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 44(1), 46-51.
DOI : 10.3164/jcbrn.08-162
- [20] J. H. Song & S. R. Lee. (2015). Anti-oxidant and Inhibitory Activity on NO Production of Extract and its Fractions from *Rosa davurica* Pall. Leaves. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 23(1), 20-26.
DOI: 10.7783/kjmcs.2015.23.1.20
- [21] Y. K. Park & J. H. Kim. (2016). Antioxidant activity, total phenolic content, vitamin C content, and sugar content according to maturity level of jujube (*Zyziphus jujuba*) varieties. *The Plant Resources Society of Korea*, 29(5), 539-546.
DOI : 10.7732/kjpr.2016.29.5.539
- [22] S. H. Jang, E. A. Yu, K. S. Han, S. C. Shin, H. K. Kim & S. G. Lee. (2008). Research Reports : Changes in Total Polyphenol Contents and DPPH Radical Scavenging Activity of *Agrimonia pilosa* According to Harvest Time and Various Part. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 16(6), 397-401.

이 정 은(Jeong-eun Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 건국대학교 산업대학원 향장학과(향장학석사)
- 2012년 9월 ~ 현재 : 경북대학교 의료미용과 교수
- 관심분야 : 피부미용, 기능성 화장품, 메디컬스킨케어
- E-Mail : lje2020@kbu.ac.kr

강 상 모(Sang-Mo Kang)

[정회원]



- 1975년 2월 건국대학교 미생물공학과 졸업
- 1987년 3월 오오사카대학 석사
- 1990년 3월 오오사카대학 박사
- 1990년9월 ~ 현재 : 건국대학교 생물공학과 교수
- 관심분야 : 생물공학
- E-Mail : kangsm@konkuk.ac.kr