

니파팜, 몰로키아, 핑거루트 추출물의 화장품 소재로서의 기능적 특성 분석

전유진* · 이소현 · 허소정** · 진병석†

동덕여자대학교 화학·화장품학부

*동덕여자대학교 보건향장학과

**동덕여자대학교 식품영양학과

(2019년 9월 6일 접수: 2019년 9월 18일 수정: 2019년 9월 21일 채택)

Functional Characterization of the Extracts from Nipa Palm, Molokhia, and Finger Root for Cosmetic Ingredients

Yue Jin Jun* · Sohyun Lee · Sojeong Heo** · Byung Suk Jin†

*Division of Chemistry & Cosmetics, *Department of Health and Cosmetics*

***Department of Food & Nutrition, Dongduk Women's University,*

60 Hwarang-ro 13-gil, Seongbuk-gu, Seoul 02748, Korea

(Received September 6, 2019; Revised September 18, 2019; Accepted September 21, 2019)

요 약 : 본 연구는 니파팜(nipa palm), 몰로키아(molokhia) 및 핑거루트(finger root) 추출물들이 기능성 화장품의 천연 활성원료로 적용이 가능한지를 살펴보기 위해 수행되었다. 추출물들은 에탄올로 가열 환류, 여과, 농축 및 동결 건조 등의 공정을 통해 얻어졌다. 적분구가 장착된 UV-vis 분광 광도계를 사용하여 추출물의 자외선 흡수 및 차단 효과를 살펴보았다. DPPH 라디칼 소거능 분석 실험을 통해, 추출물 간의 항산화 활성 및 그의 안정성을 비교하였다. 또한, 추출물의 총 폴리페놀 함량을 Folin-Ciocalteu시약을 사용하여 정량화하였다. 추출물의 항균 활성은 황색포도상구균(그람양성)과 대장균(그람음성)에 대한 디스크 확산 시험으로 조사하였다. 그리고 마지막으로, 콜라게나아제 활성저해 분석시험을 통해 추출물의 주름방지 효과를 살펴보았다. 본 연구의 결과들에서 니파팜 추출물은 항산화제 및 주름 방지제로, 핑거루트 추출물은 신 스크린제 및 항균제로 화장품에 사용 가능성을 보여 주었다.

주제어 : 니파팜, 몰로키아, 핑거루트, 화장품, 활성원료

Abstract : This study was conducted to evaluate the applicability of the extracts from nipa palm, molokhia, and finger root in functional cosmetics as a natural active ingredient. The extracts were obtained through the processes of heating under reflux with ethanol, filtration, concentration, and freeze-drying. UV absorption and blocking effects of the extracts were examined by using the

†Corresponding author

(E-mail: bsjin@dongduk.ac.kr)

UV-vis spectrophotometer equipped with an integrating sphere. Antioxidant activity and its stability between the extracts were compared using the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay. Also, total polyphenol content in the extracts was determined quantitatively using the Folin-Ciocalteu reagent, with gallic acid as the standard. Antibacterial activity of the extracts was investigated by the disc diffusion test against *Staphylococcus aureus* (gram-positive) and *Escherichia coli* (gram-negative). Finally, collagenase inhibitor assay was performed to examine the anti-wrinkle effect of the extracts. From the results of this study, the extract of nipa palm showed the potential for use in cosmetics as an antioxidant and anti-wrinkle agent, and the extract of finger root as a sunscreen and antibacterial agent.

Keywords : nipa palm, molokhia, finger root, cosmetics, active ingredient

1. 서론

최근 여러 차례 발생한 생활제품 속 화학물질 유해성 논란으로 인하여 소비자들의 불안감이 증폭되면서 화학물질을 대치하는 천연물 제품을 선호하는 경향이 점점 더 커지고 있다. 이러한 추세에 맞추어 화장품 업계에서는 천연물 소재에 대한 관심을 가지고 화학 합성원료를 천연물 소재로 대체하고자 하는 노력을 많이 기울이고 있다. 화장품에 배합되는 천연물 소재는 크게 두 부류로 나누는데, 하나는 일반적인 기제로 사용되는 것이고 다른 하나는 생리활성 기능성 원료로 사용되는 것이다. 전자의 경우는 동식물성 유지, 다당류, 셀룰로오스, 잔탄검 류 등의 다양한 물질들이 화장품의 기본 특성인 유연, 보습, 점증 등의 목적으로 사용되고 있고, 후자의 경우는 감초, 녹차, 달나무 등의 추출물, 각종 플라보노이드류, 비타민 류 등이 항산화, 미백, 주름개선 등의 기능성 원료로 사용되고 있다[1]. 우리나라에서 한약재나 생약의 생리활성 성분을 활용한 한방 화장품이 크게 각광을 받으면서 입지를 다져왔고, 이와 더불어 발효 화장품, 유기농 화장품 등 천연 원료를 컨셉으로 하는 제품 브랜드가 점점 늘어나면서, 천연 화장품 시장이 더욱 크게 확대되고 있다. 따라서 천연 화장품에 사용되는 원료 소재, 특히 유효성을 기반으로 하는 새로운 기능성 천연 원료의 개발이 더욱 필요해 지고 있다.

한편, 지구 온난화로 인해 우리나라는 점점 아열대 기후로 변화하고 있다. 한국 농업진흥청의 보고에 의하면, 아열대 기후지역은 2020년 우리나라 경지면적의 10.1%, 2060년에는 26.6%, 2080년에는 62.3%로 크게 늘어날 것으로 전망하

고 있다. 아열대 기후로 변함에 따라, 우리나라도 아열대 기후 변화에 대응하는 미래 식물 자원의 선제적 개발이 필요한데, 이들 미래식물 자원의 국내생산 기반을 확대하기 위해서는 미래 식물 자원의 기능성과 특성에 대한 연구가 많이 선행되어서 제품으로 개발이 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 새로운 고부가가치의 기능성 소재 탐색의 일환으로 우리나라 미래 자원인 아열대 식물 추출물을 대상으로 화장품 원료로서의 가능성을 살펴보고자 한다. 연구를 위해 니파팜, 몰로키아, 핑거루트 3종의 작물을 선택하였다.

니파팜(Nipa palm, 학명 *Nypa fruticans*)은 천남성과(Araceae family)에 속하는 식물로, 동남아의 강어귀의 민물이나 소금기 있는 해변에서 자란다[2]. 니파팜은 미얀마에서 전통적으로 치아염증에 이용되어 왔는데, 선행연구에 의하면, 니파팜은 다량의 페놀산과 플라보노이드를 함유하고 있고, 특히, chlorogenic acid, protocatechuic acid, kaempferol 등이 풍부해 항산화 효과, 염증 및 콜레스테롤 억제 효과 등이 우수한 것으로 알려져 있다[3,4]. 몰로키아(Molokhia, 학명 *C. olerius L.*)는 이집트 지중해 연안에서 자생하는 피나무과(Tiliaceae)의 녹색 채소로 왕가의 수프로서 질병 치료에 사용되었다는 기록이 있는 만큼 그 영양성분들이 주목받고 있다. 몰로키아는 단백질의 함량이 비교적 높으면서 10대 필수 아미노산을 모두 포함하고 있고[5,6], 또한 카로티노이드인 β -carotene과 lutein 및 페놀성 물질인 caffeoylquinic acid, quercetin을 함유하고 있어서 항산화 효과를 기대할 수 있다[7,8]. 핑거루트(Finger root, 학명 *Boesenbergia pandurata*)는 동남아에서 자생하는 생강과의 허브식물로 음료,

향신료 및 민간요법 치료제로 많이 사용해 왔다. 핑거루트에는 cardamonin, pinocembrin, alpinetin, panduratin A, quercetin, kaempferol naringin 등과 같은 생리활성 성분이 다양하게 존재하기 때문에 향염, 향균, 향암, 향비만, 향노화 등에 효과가 있는 것으로 보고되었다[9,10].

이와 같은 각각의 작물이 갖는 여러 생리활성 효과로 인하여, 위 3종의 아열대 작물은 국내에서 주로 건강기능 식품의 소재로 소개가 되고 있지만, 화장품 원료 소재로는 아직 활용이 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 위 3가지 작물의 추출물이 부가가치가 높은 화장품 기능성 원료 소재로 사용 가능성을 탐색하기 위해, 추출물의 여러 효능을 살펴보고 특성을 비교하였다.

2. 실험

2.1. 시료 추출

니파팜(미얀마산, 홍일당), 몰로키아(이집트산, 두손애약초), 핑거루트(인도네시아산, 송림식품)을 각각 시중에서 구입하여 사용하였다. 과목 니파팜과 몰로키아는 분말 상태로 구입하였고 핑거루트는 건조물을 초고속 믹서기에 넣고 분쇄하여 분말로 만들었다. 각각의 분말 시료를 에탄올(99%, Daejung Chem., Korea)과 1:9의 비율로 혼합하여 환류 추출기에 넣고 2시간 동안 가열하여 추출하였다. 가열하여 얻은 추출액을 원심분리기(1580R, Labogene, Korea)에 넣고 3,000 rpm의 속도로 20분간 원심 분리하여 상등액을 얻고, 상등액을 다시 필터 여과 후, rotary vacuum evaporator(HB10, IKA, Germany)에 넣고 에탄올을 증발시켜 농축시켰다. 농축된 추출물을 conical tube에 나눠 담아 저온트랩이 연결된 진공 농축기(Labconco, U.S.A)에 넣어 에탄올을 좀더 증발시킨 후, 각각의 농축된 추출물을 동결 건조기(ALPHA 1-4 LDplus, Christ, Germany)에서 건조시켜 최종 추출물을 얻었다.

2.2. 특성 분석

2.2.1. UV 흡수 및 투과 스펙트럼 측정

추출물 각각 0.01 g을 2 mL의 에탄올에 녹인 후, 여기에 물을 가해 전체 용액을 100 g으로 만들었다. 이렇게 만든 용액의 추출물 농도는 100 ppm이다. 추출물 용액 일정량을 석영 큐벳

에 넣어 UV-vis 분광광도계(Cintra 3030, GBC Scientific Equipment, Austria)를 사용하여 파장별 빛에 대한 흡수 여부를 살펴보았다. 투과율은 UV-vis 분광광도계에 적분구(integrating sphere)를 장착한 후, 파장별 빛에 대한 총 투과율을 살펴보았다.

2.2.2. 항산화 활성 측정

추출물의 항산화 활성은 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)용액의 radical 소거능으로 측정하였다. DPPH (Sigma, MO, USA)를 에탄올에 용해시켜 0.2 mM 농도의 DPPH 용액을 제조하고, 각 추출물도 에탄올에 녹여 ppm 농도별 시료를 여러 개를 만든다. 각 농도별 추출물 시료와 DPPH 용액을 1:1 비율로 혼합하고 25 °C의 암실에서 30 min간 반응시켜 준 후, UV-vis 분광 광도계를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능(%)은 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

DPPH radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{S-B}{C}\right) \times 100$$

- S : DPPH 용액에 시료(항산화제)를 첨가해 반응시킨 용액의 흡광도
- B : 시료(항산화제) 자체 용액의 흡광도
- C : DPPH 용액에 0 ppm 시료(에탄올)를 혼합한 용액의 흡광도

위에서 계산된 라디칼 소거능 값을 농도별 그래프로 표시한 후, 라디칼 소거능 50%에 해당하는 추출물의 농도값 SC₅₀을 구하였다. 추출물과의 항산화 활성 비교를 위하여 비타민 C 유도체인 ethyl ascorbyl ether (EAE, Tokyo Chem. Ind., Japan)를 사용하였다. UV와 고온(50 °C) 하에서 각 추출물의 항산화 활성의 안정성을 비교하였다. 각 추출물과 EAE를 2 mg씩 2 mL의 에탄올에 녹인 후, 여기에 물을 가해 전체 용액을 10 g으로 맞추어 200 ppm 농도의 용액을 만들었다. 이 용액들을 UV-illuminator (UV-1000, BoTeck, Korea)와 50 °C 오븐(OF-02, Jeiotech, Korea)에 각각 두고서 1 주일 간격으로 시료를 채취하여 라디칼 소거능의 변화를 살펴보았다.

2.2.3. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법[11]을 활용

하여 측정하였다. 농도별 각 추출물 용액 20 μ L에 0.2 N Folin-ciocalteu's 페놀 시약 100 μ L를 첨가하여 잘 혼합한 후, 5 min간 실온에 방치하였다. 여기에 7.5% Na_2CO_3 용액 80 μ L를 가하여 혼합하고 압실에 1 h 동안 방치한 후 microplate reader(Synergy HT, BioTek, USA) 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 이때 추출물에 함유된 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(Sigma, MO, USA)의 표준곡선으로부터 구한 gallic acid equivalent(GAE mg/g)로 표시하였다.

2.2.4. 항균 활성 측정

항균활성 시험은 디스크 확산(disc diffusion)시험 방법을 사용하여 추출물의 지시균주에 대한 생육저해 활성을 확인하였다. 항균활성 측정을 위한 지시균주는 그람 양성균인 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* RN4220), 그람 음성균인 대장균(*Escherichia coli* O157:H7 933)을 각각 사용하였다. 각 지시균주는 tryptic soy broth(TSB; BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)와 Luria-Bertani broth(LB; BD Diagnostic Systems)에서 37 $^{\circ}\text{C}$, 18 h 동안 배양하고, 10^5 - 10^6 CFU(colony forming unit)/mL 농도로 muller hinton agar(MHA; BD Diagnostic systems)에 100 μ L를 도말하여 건조시킨다. 지름이 5 mm인 멸균 paper disc (Advantec, Tokyo, Japan)를 고정시키고, absolute 에탄올(99.5%, Merck KGaA, Darmstadt, Germany)을 이용하여 50 mg/mL 농도로 희석한 각 추출물 5 μ L를 흡수시켰다. 음성대조군으로 absolute 에탄올 5 μ L를 사용하였다. 37 $^{\circ}\text{C}$ 에서 18 h 동안 배양하여 clear zone의 생성을 확인하였다.

2.2.5. 콜라게나아제 활성 저해 실험

콜라게나아제 활성저해 실험은 collagenase inhibitor screening kit(K833-100, BioVision, USA)을 사용하여 실시하였다. Kit에서 제공된 Collagenase 효소 용액 5 μ L과 assay buffer 45 μ L를 혼합한 enzyme control (EC)용액과 collagenase 효소 용액 5 μ L, 추출물 시료 1 μ L, assay buffer 44 μ L를 혼합한 시료(S) 용액을 각각 만든다. 이외에도 assay buffer 50 μ L를 background control (BC)용액으로 준비한다. Collagenase substrate 용액 50 μ L를 위에서 준비한 EC용액, S 용액, BC 용액 각각에 첨가한 후, 37 $^{\circ}\text{C}$ 온도에 두고 최소 30 min 이상 60

min 동안, 10 min 간격의 임의의 두 시간(t_1 , t_2) 간격 사이의 형광피크(Ex/Em=490/520 nm) 세기의 차이 Δ RFU를 측정하여 아래 식과 같이 콜라게나아제 저해율을 산출한다. 이 때 EC용액, S 용액의 형광피크 세기는 BC 용액의 형광피크 세기를 뺀 값으로 결정한다.

$$\text{Collagenase Inhibition(\%)} = \frac{\Delta \text{RFU(}EC) - \Delta \text{RFU(S)}}{\Delta \text{RFU(}EC)} \times 100$$

Inhibitor control (IC)로 1,10-phenanthroline (400mM) 용액을 사용하여 활성저해를 상대적으로 비교하였다.

2.3. 통계처리

항산화 활성과 총 폴리페놀 함량 분석은 5회 이상(콜라게나아제 활성저해 실험은 3회) 실시하고 결과 값들은 평균값 \pm S.D.로 나타내었다. 통계 분석은 5% 유의수준에서 Student's *t*-test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. UV 흡수 및 투과

Fig. 1은 각 추출물의 UV 영역대 빛의 파장별 흡수 피크를 살펴본 것이다. 니파팜과 핑거루트 추출물은 각각 287, 300 nm 파장에서 흡수피크를 보이며 UVB 영역의 짧은 파장 빛을 흡수하는 것으로 나타났다. 이에 반해 몰로키아 추출물에서는 어떠한 특징적인 흡수 피크가 나타나지 않았다. Fig. 2는 UV-vis 분광 광도계에 적분구를 장착하여 빛의 파장별 총 투과율(total transmittance)을 살펴본 것이다. 일반적인 UV-vis 분광 광도계는 입사광에 대해 평행하게 투과되는 빛만을 감지하여 투과율을 측정하지만, 적분구를 사용하게 되면 평행하게 투과하는 빛뿐만 아니라 빛의 진행 방향으로 확산 투과되는 빛도 감지하여 총 투과율로 나타나게 된다. 자외선 차단제는 평행하게 투과되는 빛뿐만 아니라 전방으로 확산 투과되는 빛까지도 차단을 해야 하기 때문에, 자외선 차단제로의 효능을 평가하기 위해서는 적분구를 사용한 총 투과율 측정이 필요하다.

그림에서 보듯이 세 추출물 모두 UVB 영역인 320 nm까지의 파장 빛을 차단하는 효과가 나타

나지만, 니파팜이나 몰로키아 추출물에 비해 핑거루트 추출물은 이 영역의 빛 투과율이 0에 근접하는, 매우 높은 UVB 차단 효과를 보여주었다. 현재 UVB 흡수제로 널리 쓰이고 있는 octocrylene(Escalol 597, Ashland, 50 ppm 농도)에 견줄 만큼의 투과율을 보이는데, 합성 화합물이 아닌 천연 추출 복합물임을 감안 한다면, 핑거루트 추출물의 UVB차단 효과는 매우 높게 평가되며 자외선 차단제로 활용 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다. 섬유아세포에 핑거루트 추출물을 처리하고 난 후 UVB를 조사했을 때 핑거루트 추출물이 세포를 보호한다는 연구결과가 있는데[12], 이러한 결과는 핑거루트 추출물이 갖는 항산화 효능보다는 UVB를 흡수하는 효능이 뛰어나기 때문에 UVB로부터 세포를 보호하는 것으로 예측된다.

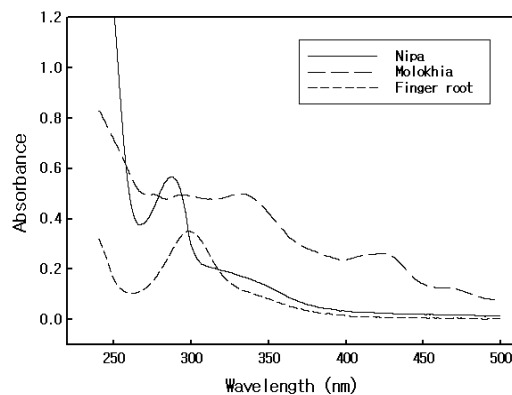


Fig. 1. UV-Vis absorption spectra for extracts of nipa palm, molokhia, and finger root.

핑거루트 추출물에는 panduratin, pinostrobin, pinocembrin, alpinetin, cardamonin, boesenbergin, rubranine 등과 같은 플라보노이드 계열 성분을 많이 함유하는 것으로 보고되었는데 [13], 이 중에서 panduratin, cardamonin, boesenbergin과 같은 chalcone 계열의 유도체들이 UV 영역의 빛을 잘 흡수하는 것으로 알려져 있다[14]. 몰로키아 추출물은 다른 물질들에 비해 UVA 영역인 320~400nm 파장의 빛을 어느 정도 차단하는 효과를 보여주고 있다. 앞서 흡수 스펙트럼에서 UBA 영역에서 어떤 특징적인 흡수 피크가 나타나지 않는데도 불구하고 UBA 차단 효과를 나타내는 것은 몰로키아 추출물이 흡수보

다는 산란 작용으로 UBA를 차단하는 것으로 예측된다.

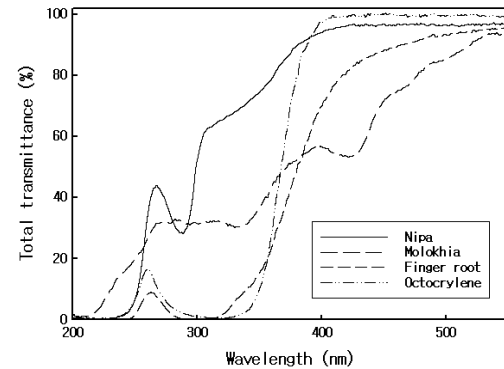


Fig. 2. UV-Vis total transmittance spectra for octocrylene and extracts of nipa palm, molokhia, and finger root.

3.2. 항산화

Fig. 3은 각 추출물의 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거능으로 살펴본 것으로 추출물 간 항산화 활성을 SC_{50} 값으로 비교하였다. 세 추출물 모두 항산화 활성을 나타내지만, 추출물 간 활성 값을 비교했을 때 큰 차이를 나타냈다. 니파팜은 몰로키아, 핑거루트 추출물보다 상당히 낮은 농도에서도 라디칼을 소거하는 항산화 활성을 보이면서 SC_{50} 값이 48 ppm으로 나타났다. 니파팜 추출물은 화장품에 항산화제로 많이 쓰이고 있는 비타민 C 유도체인 ethyl ascorbyl ether보다도 더 낮은 SC_{50} 값을 나타내면서 천연 추출물로서 항산화 활성이 매우 높음을 보여주었다. 식물 추출물에서의 항산화 활성은 일반적으로 폴리페놀 성분에 기인하는 경우가 많다. 폴리페놀은 녹색식물이 광합성 작용을 할 때 생성된 당분의 일부가 변화한 2차 대사산물로 식물계에 수천 개의 종류로 존재하는 페놀 복합체이다. 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl 기를 가지고 있기 때문에 단백질 및 거대 분자들과 쉽게 결합하여 항산화 이외에도 항염, 항균, 항암 등의 다양한 생리 활성 기능을 가지는 것으로 알려져 있다[15]. 폴리페놀은 플라보노이드계와 비 플라보노이드계로 분류되는데, 플라보노이드는 C6-C3-C6 기본골격의 담황색 내지 노란색을 띠는 수용성 페놀계 화합물로 지질의 산화를 막고 활성산소를 제거하는 항산화 작용과 심혈관 보호 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[16].

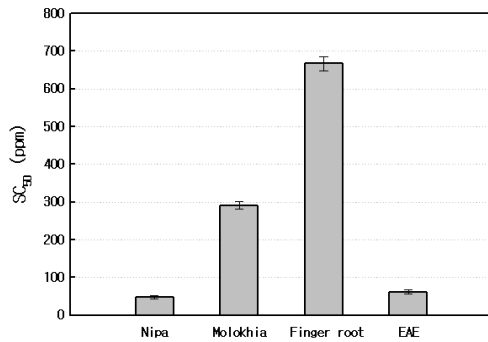


Fig. 3. SC₅₀ values for DPPH radical scavenging activities of nipa palm, molokhia, and finger root extracts. (EAE was used for comparison)

3.3. 총 폴리페놀함량

천연 추출물의 항산화 활성이 물질 내에 함유되어 있는 폴리페놀 함량에 의존하므로 각 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Fig. 4에 나타내었다. 항산화 활성이 가장 높았던 니파팜 추출물이 총 폴리페놀 함량 275 ± 13.6 mg/g로, 다른 두 추출물에 비해 매우 높은 값으로 나타났다. 몰로키아와 핑거루트 추출물 간 항산화 활성을 비교하면 몰로키아 항산화 활성이 더 높게 나타났지만, 총 폴리페놀 함량에서는 오히려 핑거루트 추출물이 144 ± 10.0 mg/g로 몰로키아 95 ± 5.1 mg/g 보다 더 높게 나타났다. 일반적으로 총 폴리페놀 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있지만, 폴리페놀 화합물 종류에 따라 DPPH 라디칼 소거능에 차이가 있어서 폴리페놀 중 특정 성분이 라디칼을 잘 소거하는 것으로 해석되고 있다[17,18]. 또한 폴리페놀 이외에도 비타민과 카로티노이드 성분들도 라디칼을 소거하는 항산화 효능을 나타내는데, 몰로키아에는 이러한 비타민과 카로티노이드 성분이 많은 것으로 알려져 있다[19].

3.4. 항산화 안정성

천연물질을 항산화제로 활용하기 위해서는 항산화 활성 못지않게 항산화 활성을 오래 유지하는 안정성이 필요하다. 따라서 추출물 항산화 성분의 산화 안정성을 살펴보기 위하여, 추출물을 수용액 상태로 UV 및 50°C 고온에 각각 두면서

항산화 활성의 변화를 살펴보았다(Fig. 5). 그림 (a)는 UV에 노출시킨 시료의 변화를 나타낸 것인데, 니파팜 추출물과 EAE는 4주 동안 항산화 활성이 거의 그대로 유지되는 데 반하여 몰로키아, 핑거루트 추출물은 항산화 활성이 4주 만에 40% 이상 큰 폭으로 감소함을 보여주었다. 고온 (b)에서도 니파팜 추출물과 EAE는 항산화 활성이 일정하게 유지된 반면 몰로키아, 핑거루트 추출물은 2, 3주부터 항산화 활성이 떨어지기 시작하였다. 이상의 결과로부터 니파팜 추출물은 항산화 활성과 더불어 안정성도 우수하기 때문에 화장품 항산화제 원료로 적용이 가능해 보인다.

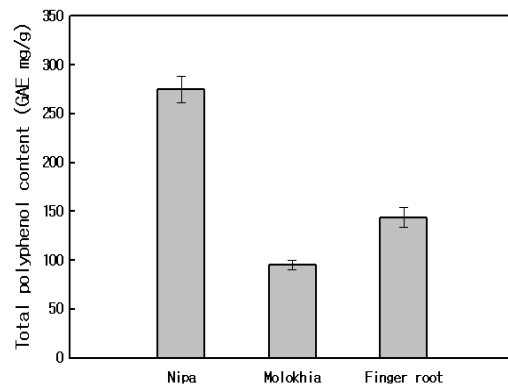


Fig. 4. Comparison of total polyphenol contents in nipa palm, molokhia, and finger root extracts.

3.5. 항균 활성

Fig. 6은 추출물의 항균 활성을 살펴보기 위하여 실시한 디스크 확산 시험결과이다. (a)는 그람 양성균인 황색포도상구균, (b)는 그람 음성균인 대장균에 대한 항균 실험 결과인데, 핑거루트 추출물만이 두 세균 모두에게서 clear zone이 생성되고 니파팜이나 몰로키아 추출물에서는 clear zone 생성이 나타나지 않았다. 따라서 핑거루트 추출물만이 두 세균에 대한 항균 활성이 있는 것으로 확인이 되는데, 이전에도 핑거루트의 항균 활성에 대해서는 몇 편의 논문 발표가 있었다[20-22]. 특히 Kang 등은 여드름균, 녹농균, 비듬균과 같은 피부 상재균에 대하여 핑거루트 추출물의 항균효과를 연구 발표하면서 여드름, 두피 제품 등의 소재로 활용 가능성을 시사하였다[23].

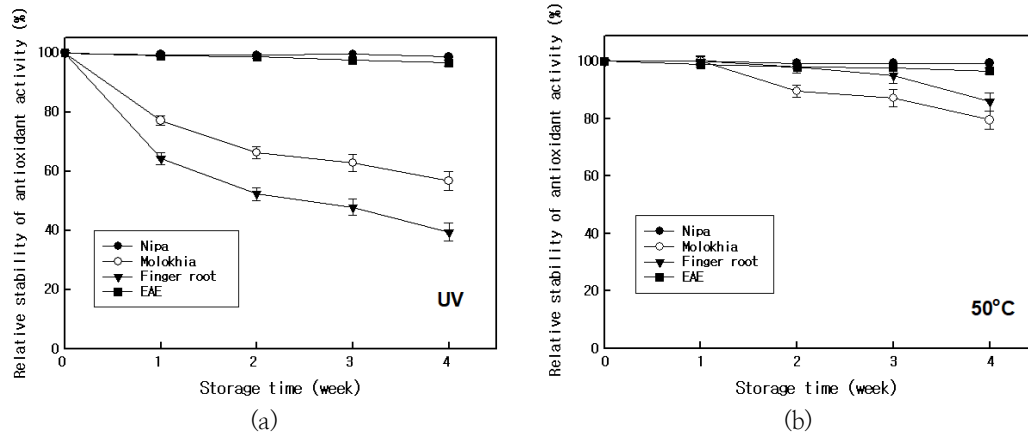


Fig. 5. Change of antioxidant activity of nipa palm, molokhia, and finger root extracts with storage time under (a) UV light and (b) high temperature (50 °C).

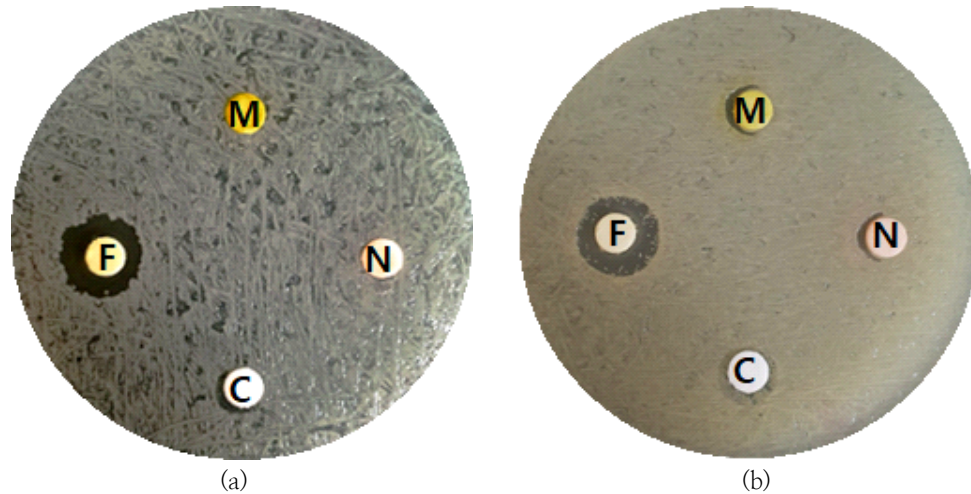


Fig. 6. Antibacterial activity of the extracts analyzed by disc diffusion test against. (a) *Staphylococcus aureus* (b) *Escherichia coli*. (F : finger root, M : molokhia, N : nipa palm, C : control, 99.5% ethanol)

3.6. 콜라게나아제 활성 저해

콜라겐(collagen)은 진피층 속 섬유 아세포로부터 생성되는 섬유상의 기질 단백질로 피부의 기계적 강도나 탄력을 유지하는데 중요한 역할을 담당하고 있다. 나이가 들면서 콜라겐을 분해하는 콜라게나아제의 발현이 증가하면서 피부탄력은 감소하고 주름이 생기면서 피부노화가 진행된다. 따라서 콜라게나아제의 활성을 억제하는 것이 주름방지에 도움이 되기 때문에 추출물들의 주름방지의 효능을 나타내는 지표로 콜라게나아제 저해

율을 측정하였다(Fig. 7). 니파팜, 몰로키아, 핑거루트 추출물 모두 콜라게나아제 활성을 저해하는 효능을 나타내고, 또한 비타민 C 유도체인 ethyl ascorbyl ether보다도 우수한 저해율을 보였다. 추출물 중에서 특히 니파팜은 50 ppm의 농도에서 inhibitory control 물질인 1,10-phenanthroline (400mM)과 거의 동등한 100%의 저해율을 보이기 때문에 주름 방지용 소재로서 활용 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

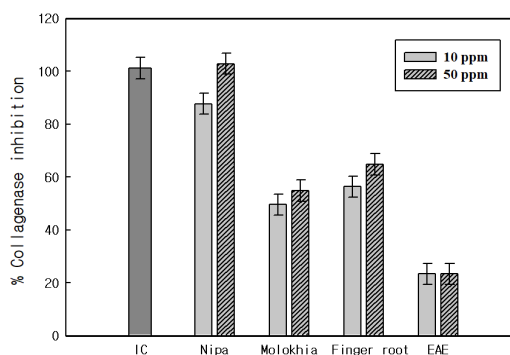


Fig. 7. Percent inhibition on collagenase activity of nipa palm, molokhia, finger root extracts, and EAE at concentration of 10 and 50 ppm. IC(inhibitory control) denote 400mM 1,10-phenanthroline. The bars presented as mean \pm standard deviation (n=3).

4. 결론

니파팜과 핑거루트 추출물 모두 UVB 영역 파장에서 흡수피크를 보여주었지만, 총 투과율로 살펴본 결과, 핑거루트 추출물만이 합성 UV 흡수제인 octocrylene에 견줄 만큼의 우수한 UV차단 효과를 보여주었다. DPPH 라디칼 소거능 실험을 통해 항산화 활성을 살펴본 결과, 니파팜의 SC₅₀ 값(48 ppm)이 합성 비타민C 유도체인 ethyl ascorbyl ether 보다도 더 낮게 나타나는 등 천연물로서 매우 우수한 항산화 활성을 보여주었다. 또한 UV 및 고온의 환경에서도 항산화 활성이 오래 유지되는 등 안정성도 우수하였고, 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 다른 추출물에 비해 매우 높게 나타났다. 핑거루트 추출물만이 황색포도상구균과 대장균에 대해서 항균 활성을 보였고, 니파팜 추출물은 다른 추출물에 비해 콜라게나제 효소를 억제하는 효능이 뛰어나 주름방지 효과가 있음을 알 수 있었다. 본 연구의 결과로 부터, 니파팜 추출물은 항산화제 및 주름방지제로, 핑거루트 추출물은 선 스크린제 및 항균제로 화장품에 사용될 가능성을 보여 주었다.

References

1. E. S. Sohn, "Trends in the development of cosmetic materials derived from natural products", Tech. trend report, p.1-46, KISTI, (2003)
2. P. Tamunaidu, S. Saka, "Chemical characterization of various part of nipa palm (*Nypa fruticans*)", *Ind Crops Prod*, Vol.34, No.3, pp.1423-1428, (2011).
3. N. Prasad, B. Yang, K. W. Kong, H. E. Khoo, J. Sun, A. Azlan, A. Ismail, Z. B. Romli, "Phytochemicals and antioxidant capacity from *Nypa fruticans* Wurmb. fruit", *Evid-Based Compl Alt Med*, Vol. 2013, pp.1-9, (2013).
4. N. A. Yusoff, M. Ahmad, B. Al-Hindi, T. Widyawati, M. F. Yam, R. Mahmud, K. N. A. Razak, M. Z. Asmawi, "Aqueous extract of *Nypa fruticans* Wurmb. vinegar alleviates postprandial hyperglycemia in normoglycemic rats", *Nutrients*, Vol.7, pp. 7012-7026, (2015).
5. A.R. El-Mahdy, L. A. El-Sebaiy, "Preliminary studies on the mucilages extracted from Okra fruits, Taro tubers, Jew's mellow leaves and Fenugreek seeds", *Food Chem*. Vol.14, No.4, pp. 237-249, (1984).
6. C.H. Jung, I.W. Choi, H.M. Kim, H.M. Seog. "Physicochemical properties of mucilage from domestic *Molokhia* (*Corchorus olitorius*)". *Korean J. Food Sci Technol*, Vol.34, No.5, pp. 757-761 (2002).
7. K. Azuma, M. Nakayama, M. Koshioka, K. Ippoushi, Y. Yamaguchi, K. Kohata, Y. Yamauchi, H. Ito, H. Higashio, "Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L", *J Agric Food Chem*. Vol. 47, No.10, pp. 3963-3966, (1999).
8. R.S. Farag, A.M.A. El-Khwas, M. S. Mohamed, "Distribution of carotenoids in some fresh and boiled foods". *Adv. Food Sci*. Vol.20, pp. 1-6, (1998).

9. T. Eng-Chong, L. Yean-Kee, C. Chin-Fei, H. Choon-Han, W. Sher-Ming, C. T. Li-Ping, F. Gen-Teck, N. Khalid, N. A. Rahman, S. A. Karsani, S. Othman, R. Othman, R. Yusof, "Boesenbergia rotunda: from ethnomedicine to drug discovery", *Evid-Based Compl Alt Med*, Vol. 2012, pp. 1-25, (2012).
10. L.J. Jing, M. Mohamed, A. Rahmat, M.F.A. Bakar, "Phytochemicals, antioxidant properties and anticancer investigations of the different parts of several gingers species", *J. Med. Plant Res.*, Vol.4, pp. 27-32, (2010).
11. O. Folin, W. Denis, "On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents", *J. Biol. Chem*, Vol.12, No.2, pp. 239-243, (1912).
12. D. Yeon, H. Lee, J. Song, J. Yang, Y. Kim, H. S. Jeong, J. Lee, "Protective effect of fingerroot ethanol extract and its water fraction against UVB-induced skin photoaging in human skin fibroblasts", *J Kor. Soc Food Sci Nutr*, Vol. 48, No. 1, pp. 24-31, (2019).
13. P. N. Ravindran, *The encyclopedia of herbs and spices*, p. 368-370, CABI, (2017).
14. B. E. Aksoz, R. Ertan, "Spectral properties of chalcones II", *J.Pharm. Sci.*, Vol.37, No.4, pp. 205-216, (2012).
15. Y. Kim, "Evaluation of antioxidant activity and thermal stability of plant polyphenols", *Biomater. Res*, Vol. 13, No.1, pp. 30-36, (2009).
16. S.D.S. Banjarnahor, N. Artanti, "Antioxidant properties of flavonoids", *Med J Indones*, Vol.23, No.4, pp. 239-244 (2014).
17. E.J. Kim, J.Y. Choi, M. Yu, M.Y. Kim, S. Lee, B. Lee, "Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of korean natural and medicinal plants", *Korean J. Food Sci. Technol*, Vol.44, No.3, pp.337-342, (2012).
18. H.K. Shon, Y.S. Lee, Y.H. Park, M.J. Kim, K.A. Lee. "Physico-chemical properties of gugija (*Lycii fructus*) extracts", *Korean J. Food Cookery Sci.*, Vol. 24, No.6, pp. 905-911, (2008).
19. S. Zeghichi, S. Kallithraka, A.P. Simopoulos, "Nutritional composition of molokhia (*Corchorus olitorius*) and stamnagathi (*Cichorium spinosum*), *World Rev Nutr Diet*. Vol. 91, pp. 1-23, (2003).
20. S. Bhamarapravati, S. Juthapruth, W. Mahachai, G. Mahady, "Antibacterial activity of Boesenbergia rotunda(L.) Mansf. and Myristica fragrans Houutt. against *Helicobacter pylori*", *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, Vol. 28, pp. 157-163, (2006).
21. A. Chahyadi, R. Hartatia, K.R. Wirasutisna, Elfahmi, "Boesenbergia pandurata Roxb., An Indonesian medicinal plant: Phytochemistry, biological activity, plant biotechnology", *Procedia Chem*. Vol. 13, pp. 13-37, (2014).
22. C. Thongson, P.M. Davidson, W. Mahakarnchanakul, J. Weiss, "Antimicrobial activity of ultrasound-assisted solvent-extracted spices", *Lett Appl Microbiol*, Vol. 39, No.5, pp. 401-406, (2004).
23. D. Kang, S. Park, Y. So, "Antimicrobial and antioxidant activity and scalp cleaning on satisfaction of ethanol extract of finger root", *J. Kor. Soc. Cosm.*, Vol. 24, No.6, pp. 1175-1182, (2018).