

## 가지 외피 에탄올 추출물의 피부보호효과

조유나 · 정희록 · 정지희 · 허호진\*

경상대학교 농업생명과학대학 식품공학과 · 농업생명과학연구원

## The Skin Protecting Effects of Ethanolic Extracts of Eggplant Peels

Yu-Na Jo, Hee Rok Jeong, Ji-Hee Jeong, and Ho Jin Heo\*

Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

**Abstract** We investigated the *in vitro* antioxidant and antimelanogenesis effects of ethanol extracts from eggplant (*Solanum melongena* L.) peels. The total phenolics and chlorogenic acid in ethanol extracts were 2,465 mg/100 g and 2.08 mg/100 g, respectively. ABTS radical scavenging activity, ferric reducing/antioxidant power assay, and malondialdehyde (MDA) inhibitory effect of the extracts increased in a dose-dependent manner. In addition, the extracts generally showed strong UV absorption in the range of UV-B (290-320 nm). The IC<sub>50</sub> of mushroom tyrosinase inhibitory activity of ethanol extracts from eggplant peels was 870 µg/mL. Importantly, the melanin syntheses of B16/F10 melanoma cells were decreased by extracts in a concentration-dependent manner. Overall, these results suggest that eggplant peels can be potentially applied as a anti-melanogenic agent as well as an antioxidant resource.

**Keywords:** *Solanum melongena* L., eggplant peel, chlorogenic acid, antioxidant activity, UV protection, melanogenesis

### 서 론

현대 사회의 눈부신 발달과 더불어 생체조직의 노화를 비롯한 퇴행성 신경질환이 사회적인 문제로까지 크게 대두되고 있다. 노화란 세포와 신체 조직 전 기관에 걸쳐 일어나는 기능적, 구조적, 생화학적 변화라 할 수 있다. 인간의 피부는 시간이 지남에 따라 호르몬 분비가 감소하고, 면역 세포의 기능과 활성이 저하되어 생체 구성 단백질들의 생합성이 줄어들게 되어 생기는 내인성 노화(intrinsic aging)와 외적으로 오염된 공기와 약물, 자외선에 의한 광노화(photo aging)에 의해 피부가 얇아지며, 주름이 증가되고, 탄력이 감소될 뿐만 아니라, 기미, 주근깨 및 검버섯이 증가하게 된다(1,2).

특히 피부가 자외선을 받으면 색소침착이 증가되는데, 이는 자외선 흡수에 의한 피부 세포의 손상을 억제할 목적으로 멜라닌 생성이 증가된 결과이다. 자외선에 의한 피부의 노화가 진행되면 멜라닌 증식이 항시적으로 증가되고 그 결과 기미가 나타난다(3). 최근 화장품 법에 명시된 기능성화장품 범위 중 특히 미백기능은 한국에서 많은 관심을 불러 모으고 있으며, 주름방지와 더불어 가장 중요한 효능으로 인식되고 있다. 현재까지 이러한 피부 미백 및 주름개선 효능에 관련한 다양한 연구가 많이 진행되고 있으며, 식품의약품안전청의 기능성화장품 고시 품목으로 미백 기능성화장품의 경우 다크나무 추출물, arbutin, ethyl ascorbyl ether,

유용성 감초추출물, ascorbyl glucoside와 magnesium ascorbyl phosphate가 있다(4). 현재 화장품 소재 중 많은 부분이 천연물 소재에서 멜라닌 생성을 억제하기 위한 tyrosinase 저해제를 분리 정제하여 개발하는 것이 주를 이루고 있으며, 특히 한방생약에서 추출되는 것이 주를 이루고 있다. 한방 생약은 과거 수백 년 동안 동양에서 오랫동안 사용되어졌던 것이 대부분으로 어느 정도 약효가 인정된 것들이 많다(5,6). 그러나 이러한 한방 생약의 경우 원료 수급이 불안정하고 가격이 높기 때문에 문제가 되고 있다. 따라서 우리가 일상적으로 흔히 접할 수 있는 천연의 식물성 식품 소재를 활용한 기능성 화장품 개발이 필요한 실정이다.

본 연구에서 사용하고자 하는 가지(*Solanum melongena* L.)는 전 세계에서 가장 많이 생산하는 재배 채소 작물 중 하나(7)로 안토시아닌의 일종인 nasunin과 비타민 C, chlorogenic acid를 포함한 다양한 phenolics를 함유하고 있으며, 폴리페놀성 화합물은 지질 과산화의 free radical 소거활성이 있으며(8), 비파나무 잎에서 추출한 폴리페놀성 화합물인 flavonoids와 chlorogenic acid가 항산화에 매우 효과적인 것으로 알려지고 있다(9). 특히 식물조직에서 폴리페놀성 화합물 중 안토시아닌은 산화억제제로써 자외선과 가시광선을 차단하는 기능이 있다고 알려져 있다(10). 지금까지 가지를 소재로 한 연구로는 항암효과 및 심혈관계 질환 억제(11), 고콜레스테롤혈증의 일시적인 개선 효과(12) 등을 가진다고 보고되었고, 그 외에도 가지의 주요 폴리페놀 성분인 chlorogenic acid는 저밀도 지단백 산화 억제에 도움을 준다고 보고되고 있다(13). 하지만 다양한 생리활성 효과를 갖는 국내산 가지를 활용한 기능성화장품 소재 개발 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내산 가지 외피 에탄올 추출물을 활용하여 2,2'-azino-bis (3-ethylbenz-thiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), ferric reducing/antioxidant power(FRAP) 및 malondialdehyde (MDA) inhibitory effect와 같은 *in vitro* 항산화 활성을 우선 연구 하였고, 더불어 UV 차단 효과를 확인하였다. 또한, tyrosinase 및

\*Corresponding author: Ho Jin Heo, Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea  
Tel: 82-55-772-1907  
Fax: 82-55-772-1909  
E-mail: hjher@gnu.ac.kr  
Received September 6, 2011; revised November 9, 2011;  
accepted November 12, 2011

melanogenesis inhibitory assay와 같은 미백효과 실험을 실시하여 가지 외피의 기능성화장품 소재로서의 응용가능성을 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 추출물의 제조

본 연구에 사용된 국내산 가지(*Solanum melongena* L.)는 광주광역시 소재의 행복농장에서 2011년 7월경에 수확한 것을 구입·사용하였다. 연구에 활용된 시약으로 Folin & Ciocalteu's phenol reagent, 2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazine(TPTZ) solution,  $\alpha$ -melanocyte stimulating hormone( $\alpha$ -MSH), 2,2'-azobis-(2-amidinopropane)hydrochloride(AAPH), arbutin, ABTS 및 기타 시약은 Sigma 사(St Louis, MO, USA)제품을 구입하여 사용하였다. 세포주 배양을 위해 필요한 Dulbecco's modified Eagle medium(DMEM)과 fetal bovine serum(FBS)은 Gibco BRL Co.(Gaithersburg, MD, USA)에서 구입하였으며, 그 외 사용된 용매 및 시약은 모두 일급 이상의 GR(Guaranteed pure)등급을 사용하였다. 가지 외피 에탄올 추출물의 조제는 음건 후, 세절한 분말시료 2g에 에탄올 100 mL를 첨가하여 70°C에서 2시간 동안 환류냉각 추출 후 No. 2 여과지(Whatman, Kent, UK)로 여과하였다. 그 후 진공회전농축기(EYLYA Co., Tokyo, Japan)로 45°C에서 농축하고 동결 건조하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 각 실험에 사용하였다.

### 세포 및 배양방법

본 실험에서 사용한 B16/F10 melanoma 세포(CRL-6475M, ATCC, Manassas, VA, USA)는 25 mM HEPES, 25 mM sodium bicarbonate, 10% fetal bovine serum, 50 units/mL penicillin 및 100  $\mu$ g/mL streptomycin이 포함된 Dulbecco's modified Eagle medium(DMEM) 배지를 배양액으로 하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건의 배양기에서 배양하였다.

### 총 페놀화합물 함량 분석

추출 시료 용액 1 mL에 3차 증류수 9 mL를 첨가한 후 Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 넣고 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켰다. 반응용액에 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀화합물 함량을 계산하였다(14).

### Chlorogenic acid 함량 분석

가지 외피 에탄올 추출물의 chlorogenic acid 함량 분석을 위한 시료 추출은 시료 2g에 용매 100 mL를 넣어 2시간동안 환류냉각 추출한 후 100 mL volumetric flask에 정용하여 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과한 다음 HPLC(U3000, Dionex, CA, USA)로 분석하였다. 분석조건 column은 Shiseido C18(4.6 mm×250 mm, 5  $\mu$ m, Tokyo, Japan)을 사용하였고 이동상은 0.01 M potassium phosphate monobasic pH 3.0(A)와 methanol(B)을 사용하였으며, 0-80% B 용매를 liner gradient로 30분 동안 분석하였다. 유속은 1.5 mL/min, 주입량은 20  $\mu$ L, 검출기는 photo diode array detector 및 파장은 280 nm에서 분석하였다.

### ABTS radical 소거활성

ABTS와 1.0 mM AAPH를 150 mM NaCl이 더해진 100 mM

phosphate buffer(pH 7.4)와 함께 혼합하여 68°C water bath에서 30분 동안 열을 가하고 실온에서 10분 동안 식혔다. ABTS 용액은 734 nm에서 흡광도 값이 0.7±0.02가 나오도록 buffer로 희석시켜 사용하였다. 시료용액 20  $\mu$ L에 흡광도 값을 맞춘 ABTS 용액 980  $\mu$ L를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(14).

### FRAP assay

FRAP assay에 사용된 시약은 0.3 M Sodium acetate buffer(pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM TPTZ, 그리고 20 mM FeCl<sub>3</sub> solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ 및 FeCl<sub>3</sub> solution을 각각 10:1:1(v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C에서 10-15분간 incubation 시켜 FRAP reagent를 준비하였다. FRAP reagent 1.5 mL를 추출물 50  $\mu$ L에 혼합하여 vortex하여 실온에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다(15).

### 지질의 과산화 억제활성

마우스 뇌 조직을 이용한 지질과산화 생성물인 MDA 생성 억제활성측정은 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 뇌 부위 조직에 10 volume의 ice cold Tris-HCl buffer(20 mM, pH 7.4)에 균질화시킨 후 4°C에서 15분간 12,000×g으로 원심분리 하였다. 상등액 0.1 mL에 10  $\mu$ M FeSO<sub>4</sub> 0.1 mL, 0.1 mM vitamin C 0.1 mL 및 시료 0.2 mL를 첨가하여 37°C에서 1시간 동안 배양하였다. 이 반응액에 28% trichloroacetic acid 0.1 mL를 첨가하여 반응을 종결시키고, 1% thiobarbituric acid 0.3 mL를 첨가하여 80°C에서 20분간 가열한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였다(16).

### UV-A(320-400 nm)와 UV-B(290-320 nm)영역에서의 자외선 흡수도 측정

증류수에 검색시료를 녹여 UV-spectrophotometer를 이용하여 200-500 m에서의 흡수도를 측정하였다(17).

### Mushroom tyrosinase 활성 저해 측정

Mushroom tyrosinase 활성 저해효과는 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 96 well에 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.8)에 tyrosinase(1100 units/mL, Sigma chemical Co., St Louis, MO, USA) 1.5 mM의 L-tyrosinase를 순서대로 넣은 다음 37°C에서 10분 동안 반응시킨 뒤 ELISA microplate reader(680, Bio-rad, Tokyo, Japan)로 475 nm에서 흡광도를 측정하였으며 tyrosinase 활성 억제율(%)은 아래 식을 이용하여 구하였다(17).

$$\text{Tyrosinase 활성 억제율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### 멜라닌 함량 측정

B16/F10 melanoma cell을 6 well plate에 1×10<sup>6</sup> cells 3 mL로 분주한 후 10% FBS가 함유된 DMEM 용액에서 24시간 동안 배양하였다. 그리고 12, 25, 50  $\mu$ g/mL의 가지 외피 에탄올 추출물에 1  $\mu$ M의  $\alpha$ -MSH를 처리하여 37°C에서 48시간 동안 배양하였다. 배양이 끝나고 난 후 1%(w/v) phosphate buffered saline(PBS)로 3회 반복하여 수세하였다. 수세가 끝난 배양액은 2,000 rpm에서 5분간 원심분리 하여 상등액을 제거하고, 물에 불용성을 나타내는 멜라닌의 액화를 일으키기 위하여 1 N NaOH 200  $\mu$ L를 가하고 80°C에서 20분간 끓여 멜라닌을 완전히 녹인 후 96 well plate에 100  $\mu$ L를 옮기고 405 nm에서 흡광도를 측정하여  $\alpha$ -MSH

만을 첨가하였을 때와 저해제인 arbutin과 가지 외피 에탄올 추출물을 첨가하였을 때 나타내는 melanin 합성의 상대적 변화량을 조사하였다(18).

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하여 mean±SD로 나타내었으며, 각 평균값에 대한 검증은 SAS version 6.12(SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준오차, Newman-Keul's multiple range tests로 평균값들에 대해 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 총 페놀화합물 함량 분석

가지 외피 에탄올 추출물의 총 페놀성 화합물 함량 및 HPLC로 표준품을 이용하여 chlorogenic acid의 함량을 분석한 결과는 Table 1 및 Fig. 1에서 나타낸 바와 같다. 가지 외피의 총 페놀성 화합물 함량을 측정된 결과 2,465 mg/100 g으로 높게 나타났으며, 주요 페놀성 화합물인 chlorogenic acid의 함량은 2.08 mg/100 g로 나타났다. 가지 외피 에탄올 추출물에 존재하고 있는 chlorogenic acid와 같은 페놀성 화합물은 천연물에 많이 함유되어 있는 성분으로 이들의 주요 역할은 자유라디칼을 소거하는 것이라는 연구가 많이 보고되고 있으며, 이러한 페놀성 화합물인 플라보노이드나 페놀산 및 안토시아닌 등의 총량인 총 페놀성 화합물 함량은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다(19). 최근 들어 phenolic acid, vitamin E, flavonoids, carotenoid 등 많은 항산화 물질이 천연 식물에서 발견됨에 따라 천연물질을 이용한 미백제 및 항산화제 탐색이 활발히 진행되고 있다. Hwang 등(20)은 백삼과 홍삼의 주요 페놀성 성분인 cinnamic acid 및 quercetin은 tyrosinase 저해활성을 가지고 있으며, 특히 tyrosinase 활성에 의한 세포내 melanin 함량을 저해시키는 효능을 가지고 있다고 보고하였다. 이는 천연 식품 자원에 존재하는 다양한 페놀성 화합물들이 미백 활성을 유도하는 것으로 판단되며, 본 연구를 통해 주요 페놀성 화합물로서 chlorogenic acid를 포함한 가지 외피 또한 항산화 및 관련 산업 소재로서의 활용 가능성이 기대된다.

### 항산화 활성

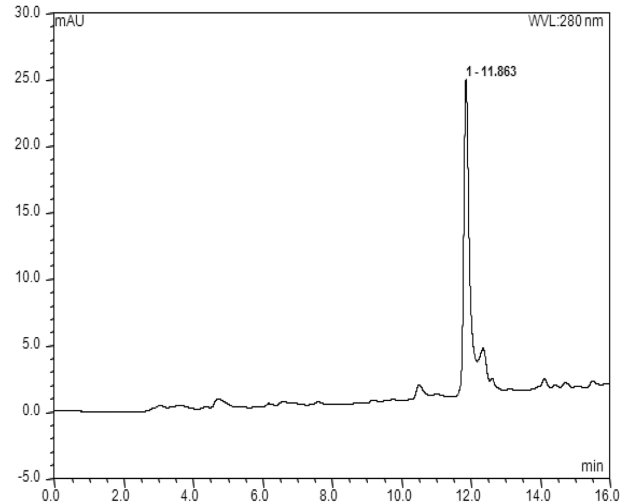
Han과 Jung(21)은 활성산소와 같은 유해 인자를 제거하는 것은 자외선에 의한 피부색소침착을 막을 수 있으며, 항산화 효과를 가지는 식물은 미백에 관련한 tyrosinase 효소를 억제할 수 있는 유효 성분이 다량 포함되어 있을 것으로 보고하였다. 이에 따라 본 연구에서는 가지 외피 에탄올 추출물이 가지고 있는 항산화 활성을 평가하고자 하였다. 가지 외피 에탄올 추출물을 통한 ABTS radical 소거활성 결과는 Fig. 2(A)와 같다. 추출물의 농도가 증가함에 따라 소거활성이 크게 증가하는 경향이 나타났으며, 특히 농도 2500 µg/mL에서는 99% 이상으로 positive control로 사용된 vitamin C(1000 µg/mL)에 가까운 ABTS radical 소거 활성을 나타내었다. Jeong 등(22)은 리치 과피를 이용한 메탄올 추출물로부터 ABTS radical 소거 활성을 측정된 결과 5000 µg/mL에서 50%에 가까운 radical 소거활성이 나타난다고 보고하였다. 이는 본 실험과 비교하였을 때 가지 외피 추출물은 리치 과피에 비해 항산화 활성이 상대적으로 우수한 것으로 판단된다.

FRAP assay는 시료 내에 존재하는 항산화제에 의해 ferric ion( $Fe^{3+}$ )이 ferrous ion( $Fe^{2+}$ )으로 환원됨으로써 얻어지는 colored ferrous tripyridyl triazine complex를 593 nm에서 측정함으로써 해당

**Table 1. Total phenolic compound and chlorogenic acid content of ethanol extract from eggplant peels**

Contents (mg/100 g)	
Total phenolics	2,465±0.23 <sup>1)</sup>
Chlorogenic acid	2.08±0.12

<sup>1)</sup>Results are mean±SD (n=3).



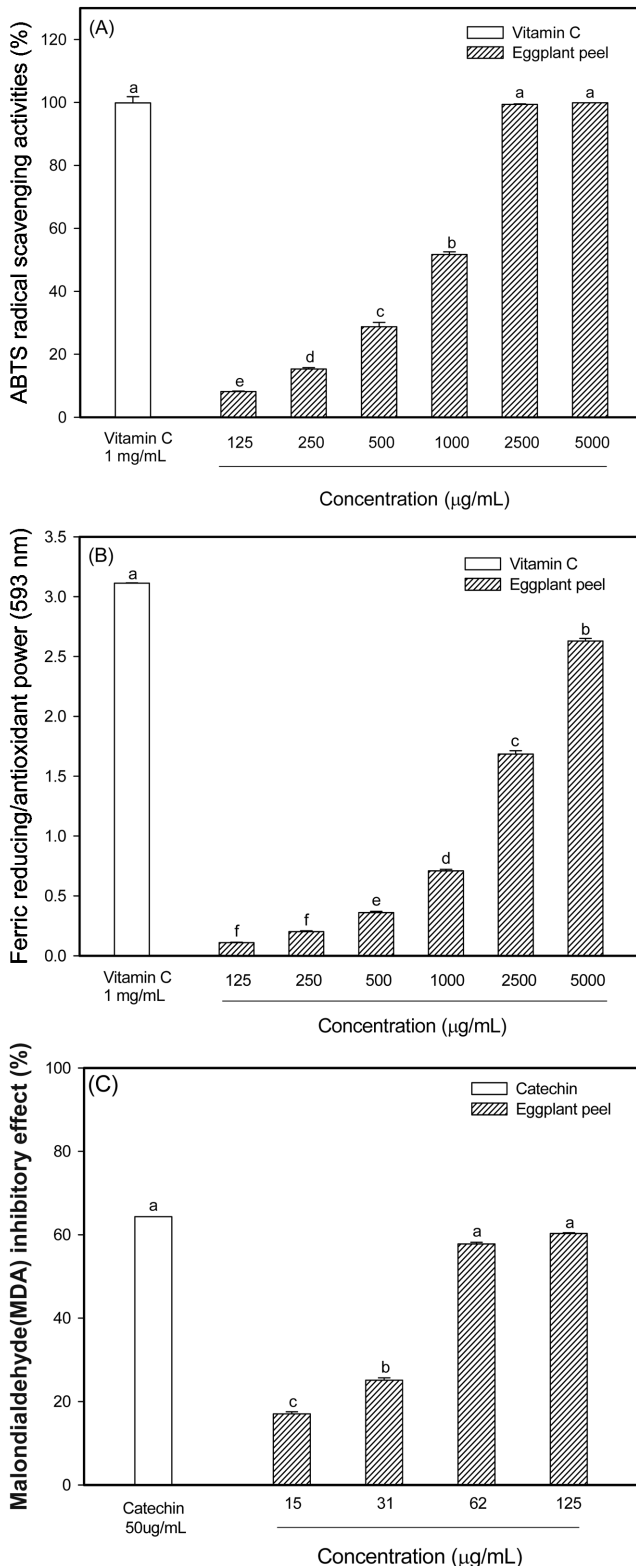
**Fig. 1. HPLC chromatogram of eggplant peels.** Retention time on HPLC: Chlorogenic acid; 11.86 min.

소재의 항산화력을 측정하는 방법이다(23). 가지 외피 에탄올 추출물의 FRAP assay 결과는 Fig. 2(B)에서 보는 바와 같다. 추출물의 농도가 125 µg/mL에서 5000 µg/mL로 증가함에 따라 흡광도가 농도에 의존적으로 증가하는 것으로 나타났다. Osawa(24)은 식물로부터 추출된 페놀성 화합물은 항산화능을 포함한 다양한 생물학적 효능을 나타낸다고 보고하였으며 이들의 효능은 주로 산화·환원력에 의한 것이라고 보고하였다. 이는 가지 외피로부터 다양한 생리활성 물질들을 좀 더 효율적으로 추출함으로써 향후 기능성 식품 및 미백 관련 화장품 산업 소재화 등으로의 활용가능성이 높아질 것으로 판단된다.

세포막을 구성하고 있는 지질성분은 산화적 스트레스에 취약한 특성을 가지고 있으며, 세포막 손상 및 기타 단백질 손상과도 관계가 있다고 알려져 있다(25). 따라서 본 연구에서는 가지 외피 에탄올 추출물의 마우스 뇌 세포막 지질과산화 억제 활성을 살펴보았다. 가지 외피 에탄올 추출물을 이용한 지질과산화 억제 활성의 결과는 Fig. 2(C)에서 보는 바와 같다. 가지 외피 에탄올 추출물의 농도가 증가함에 따라 저해 활성이 증가하는 것으로 나타났고, 62 µg/mL 이상의 농도에서는 약 60%의 MDA 저해활성을 나타내었다. 이는 positive control로 사용된 산화방지제 catechin 50 µg/mL와 유사한 MDA 저해 활성을 보여주었다. 항산화 활성에 관련한 본 연구결과를 종합해 볼 때 chlorogenic acid 및 다양한 페놀성 화합물을 함유한 가지 외피 추출물은 항산화 및 산화적 스트레스로 인한 지질의 과산화 억제효과를 나타내는 기능성 산업 소재로서의 활용 가치가 높다고 판단된다.

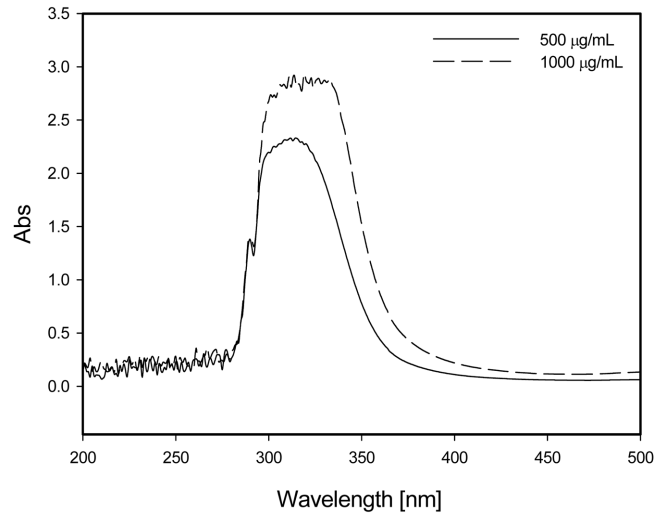
### UV-A와 UV-B 영역에서의 자외선 흡수도 측정

자외선은 피부에 손상을 일으키며 색소 침착을 유발한다. 자외선 영역 중 UV-A(320-400 nm)영역은 즉시형 색소침착을 일으키



**Fig. 2.** ABTS radical scavenging activity(A), FRAP(B) and MDA inhibitory effect(C) of ethanol extracts from eggplant peels. Each value represented the mean±SD of triplicates. Different superscripts indicate significant difference among groups at  $p < 0.05$ .

며 UV-B(290-320 nm)영역은 에너지가 높아 일광화상을 유발함과 동시에 자연형 색소 침착을 일으킨다(26). 이러한 자외선을 흡수하여 자외선으로부터 피부를 보호할 수 있는 가능성을 알아보기

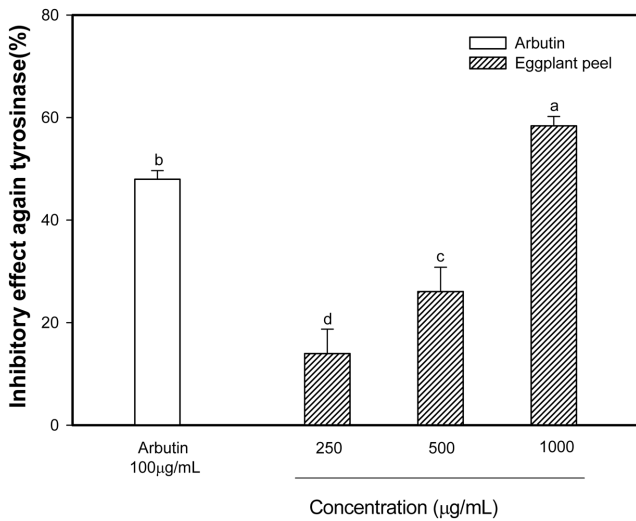


**Fig. 3.** UV absorption pattern of ethanol extracts from eggplant peels. Each value represented the mean of triplicates.

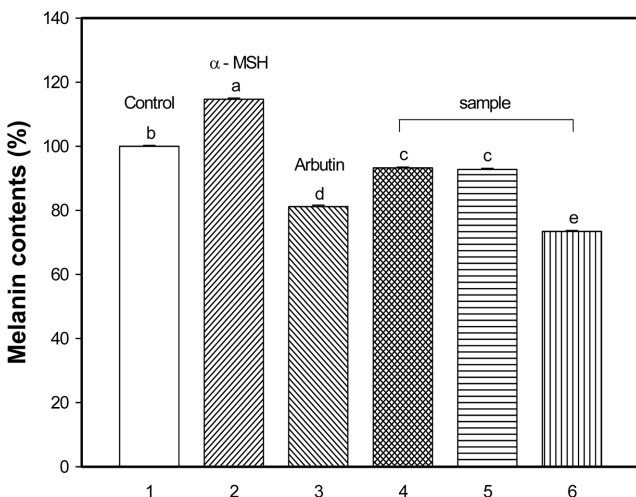
위해 가지 외피 에탄올 추출물의 200-500 nm 영역의 흡수도를 측정된 결과는 Fig. 3와 같다. 가지 외피 에탄올 추출물은 UV-A와 UV-B 영역 모두 자외선 흡수도가 높았으며, 이상의 결과로 미루어 가지 외피 에탄올 추출물을 피부에 도포 시 UV-A와 UV-B의 넓은 영역에서의 자외선 차단 효과를 기대할 수 있는 것으로 판단된다. Hwang 등(20)은 백삼에 함유된 활성 성분 중에서 cinnamic acid는 UV-B 영역에서 가장 특징적인 흡수를 나타내고, 홍삼의 특이성분인 maltol 역시 UV-B 영역의 자외선을 흡수하였다고 보고하였다. 이는 천연의 식물에 존재하고 있는 페놀성 화합물들은 자외선을 흡수하는 영역이 상대적으로 다르다는 것을 알 수 있으며, 좀 더 구체적인 UV 차단 기작을 확인하기 위해 향후 본 연구에서 확인된 chlorogenic acid의 분리·정제를 통한 연구가 필요하다고 판단된다.

### Mushroom tyrosinase 활성 저해 측정

자외선 또는 reactive oxygen species(ROS)등과 같은 주변 환경 등의 영향으로 tyrosinase가 활성을 갖게 되면 tyrosinase 또는 DOPA(3,4-dihydroxy phenylalanine)가 중간생성 단계인 DOPA chrome의 생성경로를 거쳐 자동산화 반응에 의해 멜라닌 고분자로 변화한다(27). 본 실험은 L-tyrosinase를 기질로 하여 중간 단계인 DOPA chrome의 생성여부를 흡광도를 측정하여 tyrosinase inhibitory effect(%)로 나타내었다. 가지 외피 에탄올 추출물을 이용하여 mushroom tyrosinase 저해효과를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 가지 외피 에탄올 추출물의 농도가 250 µg/mL에서 1000 µg/mL로 증가함에 따라 농도 의존적으로 tyrosinase 저해효과가 증가하는 것으로 나타났다. 특히 1,000 µg/mL에서는 약 58%로 미백효과에 있어서 기능성화장품 소재로 사용되는 arbutin 100 µg/mL보다 높은 저해효과를 보여주었다. Ha 등(28)은 쥘레 잎 및 뿌리 추출물은 농도 200 µg/mL에서 30% 및 32%의 tyrosinase 저해효과를 나타낸다고 보고하였다. 미백효과와 관련된 다양한 연구 결과들을 고려해 볼 때 식물자원 유래 phenolics 함량 및 구성에 따라 tyrosinase 저해효과가 상대적으로 나타나고 있으며(8), chlorogenic acid를 포함한 수종의 phenolics를 함유하는 물질이 tyrosinase 저해효과를 가진다는 연구결과(29)를 바탕으로 chlorogenic acid 성분을 함유한 가지 외피의 경우 미백 화장산업 소재로서 중요한 가능성을 제시하는 것으로 판단된다.



**Fig. 4. Mushroom tyrosinase inhibitory effect of ethanol extracts from eggplant peels.** Each value represented the mean±SD of triplicates. Different superscripts indicate significant difference among groups at  $p < 0.05$ .



**Fig. 5. Melanogenesis inhibitory effect of ethanol extracts from eggplant peels on melanin synthesis in B16/F10 melanoma cells.** 1: Control, 2: 1 µM α-MSH, 3: Arbutin 500 µg/mL, 4: Eggplant peels 12 µg/mL, 5: Eggplant peels 25 µg/mL, 6: Eggplant peels 50 µg/mL. Each value represented the mean±SD of triplicates. Different superscripts indicate significant difference among groups at  $p < 0.05$ .

#### 멜라닌 함량 측정

멜라닌의 생성은 멜라닌 생성세포의 melanosome이라는 소기관에서 이루어진다(30). 멜라닌은 자외선 등으로부터 피부를 보호하는 역할을 하지만 이의 과다 생성은 기미, 주근깨, 검버섯, 피부암 등의 질환을 유발한다. 본 연구에서는 멜라닌 생성세포인 B16/F10 melanoma cell line을 이용하여 가지 외피 에탄올 추출물이 세포 수준에서 멜라닌 합성에 미치는 영향을 연구하였다. B16/F10 melanoma 세포 배양에서 기본배지만을 사용한 것을 control로 하고 1 µM의 α-MSH만을 첨가한 것, positive control로서의 arbutin을 첨가한 것, 그리고 가지 외피 에탄올 추출물을 농도별로 첨가하였을 때 멜라닌 합성의 저해 정도를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다.

α-MSH를 처리한 경우 B16/F10 melanoma 세포에 의해 생성된

멜라닌 함량은 control에 비해서 약 20% 증가하였으며, 가지 외피의 에탄올 추출물을 12, 25, 50 µg/mL를 농도별로 처리하여 멜라닌 합성 억제를 확인한 결과 농도의존적인 멜라닌 색소 생성 저해가 나타났다. 특히 농도 50 µg/mL의 경우 positive control로 사용된 arbutin(500 µg/mL)과 비슷한 저해 효과를 보여주었다. Han과 Jung(21)은 다양한 생리활성을 나타내는 항산화 물질은 연속적인 산화과정에 의해 생성되는 멜라닌 색소 형성을 막을 수 있을 뿐만 아니라 활성산소 소거를 통해서도 멜라닌 색소 형성을 막을 수 있는 미백 물질임을 보고하였다. 또한 페놀성 화합물의 한 종류인 chlorogenic acid를 포함하는 물질이 멜라닌의 합성을 억제하는데 효과가 있다고 보고하였다(31). 이러한 결과를 종합해 볼 때 총 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성은 멜라닌 생성 억제와 높은 연관성이 있는 것으로 유추되며, 이는 가지 외피에 다량 존재하고 있는 페놀성 생리활성 물질들로부터 기인한 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 총 페놀성 화합물 함량(2,465 mg/100 g)을 나타낸 가지 외피 에탄올 추출물의 *in vitro* 항산화 및 미백 효과를 알아보기 위해 다양한 연구를 진행하였다. 가지 외피 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거활성과 FRAP assay결과 농도 의존적인 항산화 활성이 나타났으며 더불어 높은 세포 지질 과산화 억제 활성을 보여주었다. 또한 가지 외피 에탄올 추출물의 자외선 흡수도를 측정된 결과 UV-A(320-400 nm)와 UV-B(290-320 nm)영역을 일정 수준 이상의 흡수 경향을 나타냈으며, 특히 UV-B(290-320 nm)영역에서 높은 흡수도를 보여주었다. 최종적으로, 미백 효과를 알아보기 위해 mushroom tyrosinase 및 세포 내 멜라닌 함량 저해효과를 측정된 결과 모두 농도 의존적인 저해 효과를 보여주었다. 결국 본 연구결과를 종합해 볼 때 chlorogenic acid를 포함하여 다양한 페놀성 화합물을 함유한 가지 외피 에탄올 추출물은 *in vitro* 항산화 및 미백 효과를 가지는 기능성화장품 소재로서의 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

## 문 헌

- Gilchrest BA. Skin aging and photoaging. *Dermatol. Nurs.* 2: 79-82 (1990)
- Ha TY. Development of functional food materials for healthy life. *Korean J. Crop Sci.* 51: 26-39 (2006)
- Shin JY. Screening natural products that have activities against skin-aging. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 14: 568-572 (2001)
- Kim BY, Kim TG, Kang WY, Baek H, Cheon HY, Kim DU. Functional cosmetic effect of porcine placenta. *Korean Chem. Eng. Res.* 48: 327-331 (2010)
- Yang HJ, Ahn YJ, Kim JH, Park SN. Antioxidative activity and component analysis of *Quercus glauca* leaf extract. *J. Soc. Cosmet. Sci.* 34: 189-200 (2008)
- Hong ES, Ahn GW, Jo BK. The study on the potential anti-aging properties of *Prunella vulgaris* extract *in vitro* and *in vivo*. *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea* 34: 129-135 (2008)
- Giuseppe M, Giuseppe LR, Marta F, Antonietta DA, Gianluca F, Laura T, Federica C, Nazzareno A, Roverto L. Characterization of health-related compounds in eggplant (*Solanum melongena* L.) lines derived from introgression of allied species. *J. Agr. Food Chem.* 58: 7597-7603 (2010)
- Nisha P, Abdul Nazar P, Jayamurthy P. A comparative study on antioxidant activities of different varieties of solanum melongena. *Food Chem. Toxicol.* 47: 2640-2644 (2009)
- Jung HA, Park JC, Chung HY, Kim J, Choi JS. Antioxidant flavonoids and chlorogenic acid from the leaves of *Eriobotrya*

- japonica*. Arch. Pharm. Res. 22: 213-218 (1999)
10. Close DC, Beadle CL. The ecophysiology of foliar anthocyanin. Bot. Rev. 69: 149-161 (2003)
  11. Matsubara K, Kaneyuki T, Mori M. Antiangiogenic activity of nasunin, an antioxidant anthocyanin, in eggplant peels. J. Agr. Food Chem. 53: 6272-6275 (2005)
  12. Guimarães PR, Galvão AMP, Batista1 CM, Azevedo GS, Oliveira RD, Lamounier RP, Freire N, Barros AMD, Sakurai E, Oliveira JP, Vieira EC, Alvarez-Leite JI. Eggplant (*Solanum melongena*) infusion has a modest and transitory effect on hypercholesterolemic subjects. Braz. J. Med. Biol. Res. 33: 1027-1036 (2000)
  13. Jeon ER, Karki R, Kim DW. Inhibitory effect of chlorogenic acid on low-density lipoprotein oxidation induced by Cu ion. Korean J. Plant Res. 23: 487-553 (2010)
  14. Kim DO, Jeong SW, Lee CY. Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. Food Chem. 81: 321-326 (2003)
  15. Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ. Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. Food Chem. 118: 278-282 (2010)
  16. Kim JS, Choi SY. Physicochemical properties and antioxidative activities of omija (*Schizandra chinensis* Baillon). Korean J. Food Nutr. 21: 35-42 (2008)
  17. Matsuda H, Higashio M, Nakai Y, Iinuma M, Kubo M, Frank L. Studies of cuticle drugs from natural sources. IV. Inhibitory effects of some *Arctostaphylos* plants on melanin biosynthesis. Biol. Pharm. Bull. 19: 153-156 (1996)
  18. Kim NR, Lim YH, Park SW, Nam ES. Antimicrobial activities of the anti-acne compounds from natural sources. Korean Soc. Microbiol. Biotechnol. 37: 80-84 (2009)
  19. Park MK, Kim CH. Extraction of polyphenols from apple peels using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 535-540 (2009)
  20. Hwang EY, Kong YH, Lee YC, Kim YC, Yoo KM, Jo YO, Choi SY. Comparison of phenolic compound contents between white and red ginseng and their inhibitory effect on melanin biosynthesis. J. Ginseng Res. 30: 82-87 (2006)
  21. Han YS, Jung ES. A study of correlation between antioxidant activity and whitening effect of plant extract. Korean Aesthetic. Soc. 1: 11-22 (2003)
  22. Jeong HR, Choi GN, Kim JH, Kwahk JH, Kim YS, Jeong CH, Kim DO, Heo HJ. Nutritional components and their antioxidative protection of neuronal cells of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 481-487 (2010)
  23. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. Anal. Biochem. 239: 70-76 (1996)
  24. Osawa T. Novel natural antioxidant for utilization in food and biological system. pp. 241-251. In: Postharvest Biochemistry of Plank Food Material in the Tropics. Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM (eds). Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan. (1994)
  25. Uchida K, stadman ER. Covalent attachment of 4-hydroxynoneal to glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase. A possible involvement of intra and intermolecular cross-linking reaction. J. Biol. Chem. 268: 6388-6393 (1993)
  26. Rhie SJ. The effect of lavender oil on the activity of antioxidant enzymes to ultraviolet-damaged skin. J. Kor. Soc. Cosm. 13: 467-474 (2007)
  27. Sim GS, Kim JH, Lee BC, Lee DH, Lee GS, Pyo HB. Inhibitory effects on melanin production in B16 melanoma cells of *Sedum sarmentosum*. Yakhak Hoeji 52: 165-171 (2008)
  28. Ha EH, Kim DK, Park JK, Chung YO, Kim HJ, Park NB. Melanogenesis inhibition effect of *Rosa multiflora* extracts in B16 melanoma cells. Korean J. Plant Res. 22: 317-322 (2009)
  29. Kazuya I, Noriaki K, Yukari K, Kyo M, Andtokio F. *In vitro* antioxidative effects and tyrosinase inhibitory activities of seven hydroxycinnamoyl derivatives in green coffee beans. J. Agr. Food Chem. 52: 4893-4898 (2004)
  30. Bennett DC, Cooper PJ, Hart IR. A line of non-tumorigenic mouse melanocytes, syngeneic with the B16 melanoma and requiring a tumour promoter for growth. Int. J. Cancer 39: 414-418 (1987)
  31. Sung JK, Park SH, Seo DH, Lee JH, Hong SW, Hong SS. Antioxidative and skin-whitening effect of an aqueous extract of *Salicornia herbacea*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 73: 552-556 (2009)