

Whitening and Anti-wrinkle Effects of Apple Extracts

Hee Rok Jeong, Yu Na Jo, Ji Hee Jeong, Dong Eun Jin,
Byung Gi Song and Ho Jin Heo^{*}

Department of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

사과 추출물의 미백 및 주름개선 효과

정희록 · 조유나 · 정지희 · 진동은 · 송병기 · 허호진^{*}
경상대학교 농업생명과학대학 식품공학과, 농업생명과학연구원

Abstract

The *in-vitro* whitening and anti-wrinkle effect of ethanol extracts from apple flesh and peel were investigated. The EtOAc fractions from the ethanol extracts of apple flesh and peel showed *in-vitro* antioxidant activities in a dose-dependent manner on ABTS radical-scavenging activity and ferric-reducing/antioxidant power, and had the highest total phenolic contents (84.25 and 318.25 mg GAE/g). In addition, the EtOAc fractions generally showed strong UV absorption within the UV-B range. In the cellular system, the melanin synthesis of the B16/F10 melanoma cells was decreased by the EtOAc fractions of apple peel in a concentration-dependent manner. The EtOAc fractions of apple peel also showed a great elastase inhibition of 46.40% at 100 µg/mL, thus showing good *in-vitro* anti-wrinkle characteristics. These results suggest that the EtOAc fractions from the ethanol extract of apple peel can be used as whitening and anti-wrinkle agents as well as antioxidant resources.

Key words : Apple, antioxidant activity, anti-wrinkle effect, whitening effect

서 론

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 즉 자외선 흡수에 의한 피부 세포의 손상을 억제할 목적으로 멜라닌 생성이 증가된 결과이다. 자외선에 의한 피부의 노화가 진행되면 멜라닌 증식이 항시적으로 되고

그 결과 기미가 나타난다(3). 또한 최근 연구에서 섬유아세포에서 유래한 *elastase*가 피부 탄력성섬유의 3차원적 뒤틀림에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있으며 이러한 *elastase*의 활성증가는 피부의 탄력섬유를 감소시킴으로써 피부 주름 형성에 기여한다고 알려져 있다(4). 최근 이러한 피부 미백 및 주름개선 효능에 관련한 다양한 연구가 많이 진행되고 있으며, 식품의약품안전청의 기능성화장품 고시 품목으로 미백 기능성화장품의 경우 닥나무 추출물, arbutin, ethyl ascorbyl ether, 유용성 감초추출물, ascorbyl glucoside와 magnesium ascorbyl phosphate가 있으며, 주름개선 고시 품목으로는 retinol, retinyl palmitate, adenosine, polyethoxylated retinamide가 있다(5). 현재 화장품 소재 중 많은 부분이 천연물, 특히 한방생약에서 추출되고 있다. 한방 생약은 과거 수백 년 동안 동양에서 오랫동안 사용되어 왔던 것이 대부분으로 어느 정도 약효가 인정된 것들이 많다(6,7). 그러나 이러한 한방 생약의 경우 원료 수급이 불안정하고 가격이 높기 때문에 문제가 되고 있다. 따라서 미백 및 주름개선 효능을 가지는 새로운 기능성 화장품

^{*}Corresponding author. E-mail : hjher@gnu.ac.kr
Phone : 82-55-772-1907, Fax : 82-55-772-1909

소재 개발이 필요한 실정이다.

본 연구에서 사용하고자 하는 국내산 사과는 식이섬유, vitamin C 및 phenolics 등 다양한 기능성 성분을 함유하고 있으며 심혈관 질환 및 암 등 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(8,9). 폴리페놀은 사과의 주된 항산화 활성 성분(10,11)으로 특히 과피에 함유량이 높아 과육과 비교하여 품종에 따라 약 2-9배 정도 많은 것으로 알려졌다(12,13). 지금까지 사과에 관한 연구로는 항산화 활성(14), 항암효과(9) 및 신경세포 보호효과(15) 등을 가진다고 보고되었고, 그 외에도 사과 속의 폴리페놀 성분인 quercetin은 뇌혈관 질환에 도움을 준다고 알려져 있다(16). 그러나 지금까지 사과를 소재로 한 국내 많은 연구가 진행되었다고 보고되고 있지만 국내산 사과 과육 및 과피를 활용한 기능성 화장품 소재 개발 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내산 사과 과육 및 과피를 통해 용매 분획을 실시하여, 총 페놀성 화합물 함량이 가장 높았던 EtOAc 분획물을 가지고 ABTS, FRAP과 같은 *in vitro* 항산화 활성과 UV 흡수도 조사, melanogenesis inhibitory assay와 같은 미백효과 및 elastase inhibitory assay와 같은 주름개선 효능 시험을 실시하여 사과 과육 및 과피의 화장품 소재로서의 응용가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물의 제조

본 연구에 사용된 사과는 경상남도 거창군 월천면 소재에서 2010년 9월경에 수확한 품종인 부사(*Malus pumila* MILL)를 제공받아 사용하였다. 본 실험에 사용된 시약으로 Folin & Ciocalteu's phenol reagent, 2,2'-azobis-(2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), 2,4,6-trip-yrityl-S-triazine (TPTZ) solution, arbutin, α -melanocyte stimulating hormone (α -MSH), N-succinyl-(Ala)₃-p-nitroanilide, 및 1 unit elastase (porcine pancreas solution)는 Sigma Chemical Co(St Louis, MO, USA) 제품을 구입하여 사용하였고, 그 외 사용된 용매 및 시약은 모두 일급 이상의 GR (Guaranteed pure) 등급을 사용하였다. 사과 용매 분획물의 조제는 음건 후, 세절한 분말시료에 ethanol을 시료 대비 1:10(w/v)의 비율로 혼합하여 2시간 동안 환류 냉각 추출하였다. 이 추출액을 No. 2 여과지(Whatman plc., Kent, UK)로 여과하여 진공회전농축기(EYLYA Co, Tokyo, Japan)로 45°C에서 농축하고, 이 추출물을 극성 차를 이용해 서로 다른 용매를 첨가하여 단계적으로 분획하였다. 사과 에탄올 추출물에 chloroform과 물을 1:1 비율로 분획 깔대기에 넣고 chloroform층과 물층을 분획하였고, 물층을 다시 ethyl acetate와 1:1비율로 분획 깔대기에 넣고 ethyl acetate

와 물층을 분획 한 후 농축하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 각 실험에 사용하였다.

세포 및 배양방법

본 실험에서 시용한 B16/F10 melanoma 세포(CRL-6475M, ATCC, USA)는 25 mM HEPES, 25 mM sodium bicarbonate, 10% fetal bovine serum (Gibco BRL Co, Grand Island, NY, USA), 50 units/mL penicillin 및 100 μ g/mL streptomycin이 포함된 Dulbecco's modified Eagle medium (DMEM) 배지를 배양액으로 하여 37°C, 5% CO₂ 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% Na₂CO₃ 용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합 용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm 에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀화합물 함량을 계산하였다(17).

ABTS radical 소거활성

1.0 mM (2,2'-azobis-(2-amidinopropane)dihydrochloride (AAPH)와 2.5 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS)를 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 0.65±0.02가 나오도록 buffer로 희석시켜 사용하였다. 시료용액 20 μ L에 흡광도 값을 맞춘 ABTS 용액 980 μ L를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

FRAP (Ferric reducing/antioxidant power) assay

FRAP assay에 사용된 시약은 0.3 M Sodium acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine(TPTZ) solution, 그리고 20 mM FeCl₃ solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ solution 및 FeCl₃ 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 μ L에 혼합하여 vortex하여 실온에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다(19).

UV-A(350-370 nm)와 UV-B(270-290 nm)영역에서의 자외선 흡수도 측정

Methanol에 검색시료를 녹여 UV-spectrophotometer를 이

용하여 200~500 nm에서의 흡수도를 측정하였다(20).

멜라닌 함량 측정

B16/F10 melanoma cell을 6 well plate에 1×10^6 cells 3 mL로 분주한 후 10% FBS가 함유된 DMEM 용액에서 24시간 동안 배양하였다. 그리고 125, 250, 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물과 1 μM 의 $\alpha\text{-MSH}$ 를 처리하여 37°C에서 48시간 동안 배양 하였다. 배양이 끝나고 난 후 1% (w/v) phosphate buffered saline (PBS)로 3회 반복하여 수세하였다. 수세가 끝난 배양액은 2,000 rpm에서 5분간 원심분리 하여 상정액을 제거하고, 물에 불용성을 나타내는 멜라닌의 액화를 일으키기 위하여 1 N NaOH 200 μL 를 가하고 80°C에서 1시간 끓여 멜라닌을 완전히 녹인 후 96 well plate에 100 μL 를 옮기고 405 nm에서 흡광도를 측정하여 $\alpha\text{-MSH}$ 만을 첨가하였을 때와 저해제인 arbutin과 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물을 동시에 첨가하였을 때 나타내는 melanin 합성의 상대적 변화량을 조사하였다(21).

Elastase inhibitory assay

Elastase inhibitory assay는 0.2 M Tris-HCl buffer (pH 8.0) 200 μL 에 시료 20 μL 를 가한 다음, 기질 1.0 mM N-succinyl-(Ala)₃-p-nitroanilide 20 μL 를 가하였고, 25°C에서 10분간 배양한 다음, 1 unit elastase를 20 μL 씩 첨가하였다. 반응혼합물은 다시 25°C에서 20분간 배양한 후, 냉침으로 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였다(22).

통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하여 mean \pm SD로 나타내었으며, 각 평균값에 대한 검증은 SAS version 6.12(SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준오차를 나타내었다.

결과 및 고찰

총 페놀화합물 함량 분석

사과에 존재하고 있는 quercetin과 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 DPPH radical 소거활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다(23). 최근 들어 phenolic acid, vitamin E, flavonoids, carotenoid 등 많은 항산화성 물질이 천연식물에서 발견됨에 따라 천연물질을 이용한 미백제 및 항산화제 탐색이 활발히 진행되고 있다. 사과 과육 및 과피의 용매 분획물의 총 페놀성 화합물 함량은 Table 1에서 나타낸 바와 같다.

특히 ethyl acetate (EtOAc) 분획물의 사과 과육 및 과피의 총 페놀성 화합물 함량 측정 결과 각각 84.25 mg/g과 318.25 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 과육보다 과피에서 약 4배 정도 높은 함량을 보여 주었다. Schieber & Tsao(12,13) 등은 대부분의 사과는 품종에 따라 과육보다 과피에서 2-9 배 정도 높은 총 페놀성 화합물 함량이 나타난다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 보여주었다. 또한 Kelly(14) 등은 미국에서 주로 즐겨먹는 사과의 품종에 따른 과육 및 과피의 총 페놀성 화합물 함량을 조사한 결과 과육보다 과피에서 2-6배 정도 높게 나타나는 것으로 확인하였다. 또한 본 연구 결과는 열대 과일 중 하나인 리치 과피의 50% 메탄올 추출물의 총 페놀성 화합물 함량인 12.28 mg GAE/g(24)보다 높은 결과를 나타내어 향장 및 관련 산업 소재로서의 활용 가능성이 클 것으로 기대된다. 다만 기능성 미백소재로서의 가능성을 보다 구체화하기 위해서는 사과에 포함된 main phenolics에 대한 chemical analysis 등이 보완되어야 할 것으로 사료된다.

Table 1. Contents of total phenolics of various solvent fractions from apple flesh and peel.

Solvent	Total phenolics (mg GAE/g)	
	Apple flesh	Apple peel
Chloroform	9.50 \pm 1.36	19.50 \pm 1.061
Ethyl acetate	84.25 \pm 1.06	318.25 \pm 1.41
Water	3.75 \pm 0.35	10.75 \pm 0.36

^{b)}Results are mean \pm SD (n=3).

항산화 활성

총 페놀화합물 함량 결과 가장 높게 나온 EtOAc 추출물을 통한 사과 과육 및 과피의 ABTS radical 소거활성, FRAP assay 결과는 Fig. 1과 같다. ABTS radical 소거활성(Fig. 1(A))은 추출물의 농도가 증가함에 따라 소거활성이 크게 증가하는 경향이 나타났고, 특히 과피의 경우 농도 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서는 98.71%로 가장 높은 ABTS radical 소거 활성을 나타내었으며, positive control로 사용된 vitamin C (500 $\mu\text{g/mL}$)에 가까운 *in vitro* 항산화 활성을 나타내었다. Park 등(25)은 효소를 이용한 사과 껍질 추출물로부터 ABTS radical 소거 활성을 측정한 결과 4 mg/mL에서 100%에 가까운 radical 소거효과가 나타난다고 보고하였다. 이는 본 실험결과의 항산화 활성에 비해서는 다소 낮게 나타났으며, 이는 용매 및 추출방법에 따른 활성 차이로 추론된다.

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 소재의 항산화력을 측정하는 방법이다(26). 사과 과육 및 과피 EtOAc 분획물의 FRAP assay

결과는 Fig. 1(B)에서 보는 바와 같다. ABTS radical 소거활성 측정과 비교하여 큰 활성이 나타나지는 않았지만 역시 농도가 62 $\mu\text{g/mL}$ 에서 500 $\mu\text{g/mL}$ 로 증가함에 따라 흡광도가 농도의존적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 농도 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서는 과육에 비해 과피에서 4배 이상의 활성을 나타냈다. Han 등(27)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. 이와 관련하여 사과 과피로부터 다양한 생리활성 물질들을 좀 더 효율적으로 추출함으로써 향후 기능성 식품 및 미백 관련 산업 소재화 등으로의 활용가능성이 높아질 것으로 판단된다.

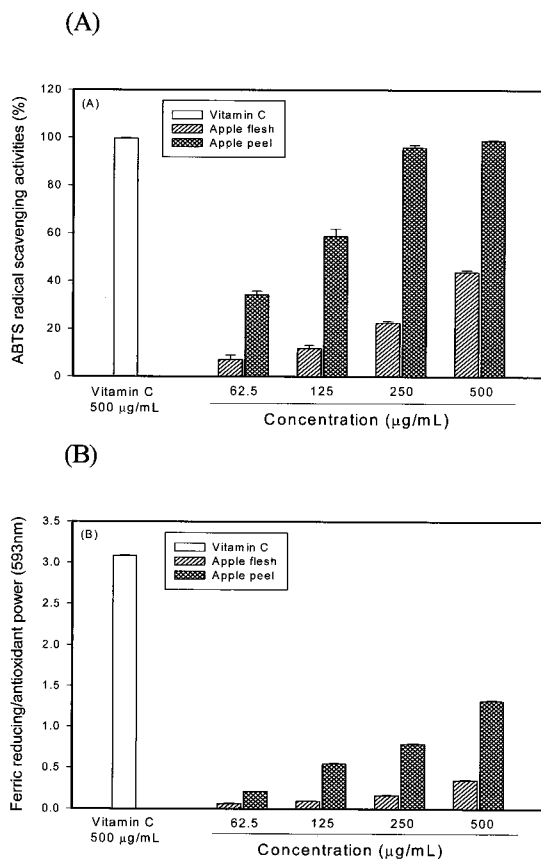


Fig. 1. ABTS(A) radical scavenging activities and FRAP assay(B) of EtOAc fractions from apple flesh and peel.

Results are mean \pm SD (n=3).

UV-A 와 UV-B 영역에서의 자외선 흡수도 측정

자외선은 피부에 손상을 일으키며 색소 침착을 유발한다. 자외선 영역 중 UV-A(350-370 nm) 영역은 즉시형 색소 침착을 일으키며 UV-B(270-290 nm) 영역은 에너지가 높아 일광화상을 유발시키며 지연형 색소 침착을 일으킨다. 이러한 자외선을 흡수하여 자외선으로부터 피부를 차단할 수 있는 가능성을 알아보기 위해 사과 과육 및 과피의

EtOAc 분획물의 200-500 nm 영역의 흡수도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2(A)와 같이 사과 과육의 경우 UV-B 영역에서 특징적인 흡수를 나타냈으나 Fig. 2(B)의 사과 과피에서는 UV-A 와 UV-B 영역 모두 흡수도가 높았다. 이상의 결과로 미루어 사과 과피의 EtOAc 분획물은 피부에도포 시 UV-A 와 UV-B의 넓은 영역에서의 자외선 차단 효과를 기대할 수 있는 것으로 판단된다. Hwang(28)은 백삼에 함유된 활성 성분 중에서 cinnamic acid가 UV-B 영역에서 가장 특징적인 흡수를 나타내고, 홍삼의 특이성분인 maltol 역시 UV-B 영역의 자외선을 흡수하였다고 보고하였는데 본 연구에 사용된 사과의 성분 중에서 자외선 차단에 주된 역할을 하는 활성성분에 관한 연구가 향후 필요하다고 판단된다.

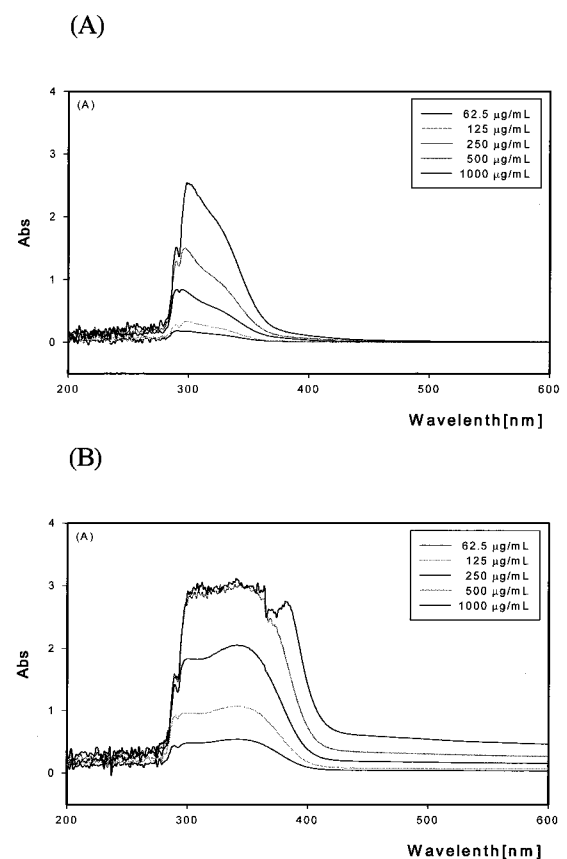


Fig. 2. UV absorption of EtOAc fractions from apple flesh (A) and peel (B).

Results are mean \pm SD (n=3).

멜라닌 함량 측정

멜라닌의 생성은 멜라닌 생성세포의 melanosome이라는 소기관에서 이루어진다(29). 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 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물이 멜라닌 합성에

미치는 영향을 측정하였다. B16/F10 melanoma 세포 배양에서 기본배지만을 사용한 것을 control로 하고 1 μM 의 α -MSH (melanocyte stimulating hormone)만을 첨가한 것, 그리고 α -MSH를 첨가한 배지에 positive control로서의 arbutin, 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물을 농도별로 첨가하였을 때 멜라닌 합성 저해 정도를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

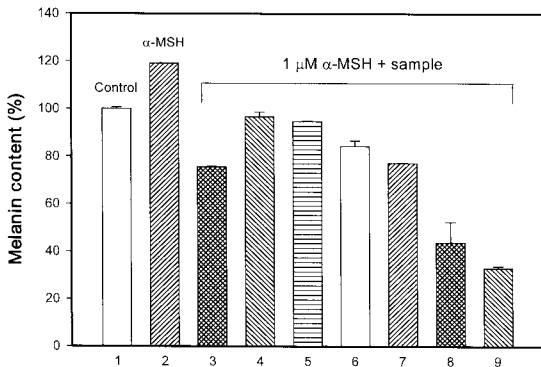


Fig. 3. Melanogenesis inhibition of EtOAc fractions from apple flesh and peel on melanin synthesis in B16/F10 melanoma cells.

1 : Control, 2 : 1 mM α -MSH, 3 : Arbutin 500 $\mu\text{g/mL}$, 4 : Apple flesh 125 $\mu\text{g/mL}$, 5 : Apple flesh 250 $\mu\text{g/mL}$, 6 : Apple flesh 500 $\mu\text{g/mL}$, 7 : Apple peel 125 $\mu\text{g/mL}$, 8 : Apple peel 250 $\mu\text{g/mL}$, 9 : Apple peel 500 $\mu\text{g/mL}$. Results are mean \pm SD (n=3).

Melanogenesis stimulating agent인 α -MSH를 처리한 경우 B16/F10 melanoma 세포에 의해 생성된 멜라닌 함량은 control에 비해서 약 20% 증가하였으며, 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물을 125, 250, 500 $\mu\text{g/mL}$ 농도별로 처리하여 멜라닌 합성 억제 효과를 확인한 결과 농도의존적인 멜라닌 색소 생성 저해가 나타났다. 특히 농도 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서의 과피의 경우 positive control로 사용된 arbutin (500 $\mu\text{g/mL}$)에 비해 40% 이상의 높은 저해 효과를 보여주었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 총 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성은 멜라닌 생성 억제와 높은 연관성이 있는 것으로 유추되며, 이는 과육 보다는 과피에 다량 존재하고 있는 페놀성 생리 활성 물질들로부터 기인한 것으로 판단된다.

Elastase 저해활성 측정

피부의 진피조직 속에는 collagen과 elastin이 그물망 구조를 형성하면서 피부의 탄력성을 유지시켜 주는데 나이, 자외선과 같은 내·외적 스트레스로 인하여 탄력성, 윤택성이 감소하고 과다 발현된 elastase에 의하여 elastin의 그물망 구조가 깨지게 되면 피부가 처지고 주름이 생기므로 피부 노화가 발생하게 된다(30). 그러므로 피부 노화의 주 원인 중의 하나인 엘라스틴의 분해효소인 elastase의 활성을 저해시킴으로써 피부 노화를 억제할 수 있다. 주름 생성과 관련된 elastase 저해 활성을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 사과 과육 EtOAc 분획물에서는 저해 활성이 나타나지 않았으나,

과피의 경우 농도가 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 특히 농도 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 경우 46.40%로서 positive control로 사용된 ursolic acid (250 $\mu\text{g/mL}$)에 비해서 높은 저해 효과를 보여주었다. Kim 등(31)은 울릉도 지역의 대표적인 산채 특산물인 섬쭉부쟁이 분획물의 elastase 저해 활성을 측정된 결과 농도 1000 $\mu\text{g/mL}$ 의 에틸아세테이트 분획물에서 44.9%의 높은 효과가 나타났다고 보고하였다. 이와 비교하였을 때, 사과 과피의 EtOAc 분획물의 elastase 저해활성이 상대적으로 우수한 것으로 나타났으며, 이로써 향후 사과 과피 EtOAc 추출물이 주름 개선 관련 기능성 화장품 소재로서 활용 가치가 높다고 판단된다.

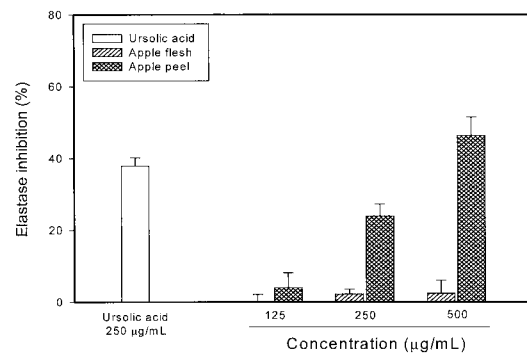


Fig. 4. Elastase inhibition of EtOAc fractions from apple flesh and peel.

Results are mean \pm SD (n=3).

요 약

본 연구에서는 상대적으로 우수한 총 페놀화합물 함량 (84.25, 318.25 mg GAE/g)을 나타낸 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물의 *in vitro* 항산화 효과, 미백 및 주름개선 효과를 알아보기 위해 다양한 연구를 진행하였다. 사과 과육 및 과피의 EtOAc 분획물의 ABTS radical 소거활성과 FRAP assay결과 농도 의존적인 경향이 나타났으며, 과피에서 높은 *in vitro* 항산화 활성을 보여주었다. 미백 효능을 알아보기 위한 자외선 흡수도 측정 결과 역시 두 시료 모두 UV-B (270-290 nm) 영역을 효과적으로 흡수하였으며, 특히 과피의 경우 UV-A (350-370 nm) 영역에서도 높은 흡수도를 보여주었다. 또한 멜라닌 함량 저해 효과를 분석한 결과 두 시료에서 모두 농도 의존적인 멜라닌 함량의 감소를 나타냈으나 특히 과피의 경우 positive control로서의 arbutin보다도 높은 저해 효과를 보여주었다. 더불어 사과 과피의 EtOAc 분획물은 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 46.40%의 elastase 저해활성 역시 보여주었다. 본 연구결과를 종합해 볼 때 다량의 페놀성 화합물을 함유한 사과 과피의 EtOAc 분획물은 항산화, 미백 및 주름개선 기능성화장품 소재로

서의 활용 가치가 높다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 정부의 재원으로 한국연구재단(KRF-2008-521-F00074, NRF-2009-351-F00028) 및 지식경제부 지역산업 기술개발과제(경남-2009-70007068)의 지원을 받아 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Gilchrest BA (1990) Skin aging and photoaging. *Dermatol Nurs*, 2, 79-82
- Ha TY (2006) Development of functional food materials for healthy life. *Korean J Crop Sci*, 51, 26-39
- Shin JY (2001) Screening natural products that have activities against skin-aging. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 14, 568-572
- Tsukahara K, Nakagawa H, Moriwaki S, Takema Y, Fujimura T, Imokawa G (2006) Inhibition of ultraviolet-B-induced wrinkle formation by an elastase-inhibiting herbal extract: implication for the mechanism underlying elastase-associated wrinkles. *Int J Dermatol*, 45, 460-468
- Kim BY, Kim TG, Kang WY, Baek H, Cheon HY, Kim DU (2010) Functional cosmetic effect of porcine placenta. *Korean Chem Eng Res*, 48, 327-331
- Yang HJ, Ahn YJ, Kim JH, Park SN (2008) Antioxidative activity and component analysis of *Quercus glauca* leaf extracts. *J Soc Cosmet Sci*, 34, 189-200
- Hong ES, Ahn GW, Jo BK (2008) The study on the potential anti-aging properties of *Prunella vulgaris* extracts in vitro and in vivo. *J Soc Cosmet Sci*, 34, 129-135
- Kroon P, Williamson G (2005) Polyphenol: dietary components with established benefits to health? *J Sci Food Agric*, 85, 1239-1240
- Knekt P, Jarvinen R, Seppanen R, Heliövaara M, Teppo L, Pukkala E, Aromaa A (1997) Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasm. *Am J Epidemiol*, 146, 223-230
- Lee KW, Kim YJ, Kim DO, Lee HJ, Lee CY (2003) Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J Agric Food Chem*, 51, 6516-6520
- Eberhardt MV, Lee CY, Liu RH (2000) Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405, 903-904
- Schieber A, Hilt P, Streker P, Endre HU, Rentschler C, Carle R (2003) A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Sci Emerging Technol*, 4, 99-107
- Tsao R, Yang R, Young JC, Zhu H (2003) Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *J Agric Food Chem*, 51, 6347-6353
- Kelly W, Xianzhong W, Rui HL (2003) Antioxidant activity of apple Peels. *J Agric Food Chem*, 51, 609-614
- Heo HJ, Kim DO, Choi SJ, Shin DH, Lee CY (2004) Apple phenolics Protect *in vitro* oxidative stress-induced neuronal cell death. *J Food Sci*, 69, S357-S360
- Knekt P, Isotupa S, Rissanen H, Heliövaara M, Jarvinen R, Hakkinen SH, Aromaa A, Reunanen A (2000) Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. *Eur J Clin Nutr*, 54, 415-417
- Kim DO, Jeong SW, Lee CY (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem*, 81, 321-326
- Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY (2002) Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem*, 50, 3713-3717
- Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ (2010) Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. *Food Chem*, 118, 278-282
- Matsuda H, Higashio M, Nakai Y, Iinuma M, Kubo M, Frank L (1996) Studies of cuticle drugs from natural sources. IV. Inhibitory effects of some Arctostaphylos plants on melanin biosynthesis. *Biol pharm Bull*, 19, 153-156
- Kim NR, Lim YH, Park SW, Nam ES (2009) Antimicrobial activities of the anti-acne compounds from natural sources. *Kor J Microbial Biotechnol*, 37, 80-84
- Kim BY (2010) Development of functional cosmetic agent from porcine placenta. Master Thesis, Inje University, Gimhae, Gyongnam
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ (2008) Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa borealis* leaf tea. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 586-592
- Jeong HR, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim YS, Jeong CH, Kim DO, Heo HJ (2010) Nutritional components

- and their antioxidative protection of neuronal cells of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp. Korean J Food Sci Technol, 42, 481-487
25. Park MK, Kim CH (2009) Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 535-540
26. Benzie IFF, Strain JJ (2009) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Anal Biochem, 239, 70-76
27. Han YS, Jung ES (2003) A study of correlation between antioxidant activity and whitening effect of plant extracts. Korean Aesthetic Society, 1, 11-22
28. Hwang EY, Kong YH, Lee YC, Kim YC, Yoo KM, Jo YO, Choi SY (2006) Comparison of phenolic compounds contents between white and red ginseng and their inhibitory effect on melanin biosynthesis. J Ginseng Res, 30, 82-87
29. Bennett D, Cooper P, Hart I (1987) A line of non-tumorigenic mouse melanocytes, syngeneic with the B16 melanoma and requiring a tumor promoter for growth. Int J Cancer, 39, 414-418
30. Voegeli R (1996) Elastase and tryptase determination on human skin surface. Cosmetic & Toiletries, 111, 51-58
31. Kim HH, Park GH, Park KS, Lee JY, Kim TH, An BJ (2010) The effect of *Aster glehni* Fr. Schm. extracts on whitening and anti-wrinkle. J Life Sci, 20, 1034-1040

(접수 2011년 1월 19일 수정 2011년 7월 5일 채택 2011년 7월 15일)