

바나나잎 추출물의 미백 개선 효과

황형서·유대성*·심중현†

세명대학교 한방화장품과학과, *(주)에이씨티 R&D Center
(2015년 11월 27일 접수, 2016년 12월 14일 수정, 2016년 12월 15일 채택)

Whitening Effect of Banana Leaf Extract

Hyung Seo Hwang, Dae Sung Yoo*, and Joong Hyun Shim†

Department of Oriental Cosmetic Science, Semyung University, 65, Semyung-ro, Jecheon, Chungbuk-do 27136, Korea

*ACT Co., Ltd. R&D Center, Chungbuk-do 27650, Korea

(Received November 27, 2015; Revised December 14, 2016; Accepted December 15, 2016)

요약: 바나나잎의 기능성화장품 소재로써 응용 가능성을 규명하고자 바나나잎 추출물이 피부 미백에 미치는 효과를 B16F10 세포주를 활용하여 cell viability, mRNA 발현 및 tyrosinase (Tyr) 활성 저해 실험을 통하여 알아보았다. 10%의 바나나잎 추출물은 tyrosinase 활성을 저해하고, 멜라닌 합성을 65% 감소시키는 것을 확인하였다. 정량적 real-time RT-PCR을 수행한 결과 바나나잎 추출물이 tyrosinase related protein 1 (TRP1) / tyrosinase related protein 2 (TRP2) / tyrosinase mRNA 발현을 각각 20 / 40 / 60% 가량 억제하는 효과를 확인하였다. 또한 바나나잎 추출물이 함유된 크림제형의 임상시험을 수행하여 자외선 조사 직후 바나나잎 추출물이 함유된 크림의 육안평가 결과 유의한 미백효과가 있는 것을 확인하였다. 본 연구 결과는 바나나잎 추출물이 미백 기능성 화장품 소재 뿐 아니라 향후 기전 연구 수행을 통해 다양한 산업화 소재로 개발될 수 있음을 시사한다.

Abstract: This research was carried out to identify the whitening effect of Banana leaf extract. B16F10 cells were used to measure cell viability, mRNA expression, and tyrosinase activity inhibition assay from B16F10 cell. We also carried out clinical test of the cream product containing banana leaf extract. In this study, we elucidated the effects of banana leaf extract on TRP1 / TRP2 / Tyr mRNA expression and tyrosinase activity inhibition. Quantitative real-time PCR showed that banana leaf extract decreased mRNA level of TRP1, TRP2 and Tyr gene and tyrosinase activity inhibition assay also revealed that banana leaf extract 65% decreased melanin production in B16F10 cell. Banana leaf extract cream can whiten the skin darkness induced by ultraviolet. Therefore, we successfully identified the whitening effect of banana leaf extract, and this finding suggested the banana leaf extract is a considerable potent cosmetic ingredient for skin whitening. Based on this, we anticipated further researches about banana leaf extract for mechanism to develop not only cosmetics but healthcare food or medicines.

Keywords: banana leaf, ultraviolet, whitening, TRP1, TRP2, tyrosinase

† 주 저자 (e-mail: jhshim@semyung.ac.kr)
call: 043)649-1615

1. 서 론

피부노화의 원인 중 대표적인 외인성 요인은 자외선(ultraviolet)이다. 자외선은 200 ~ 400 nm의 파장대의 빛으로 태양에서 오는 빛의 5%를 차지할 정도로 적은 양이지만 가시광선이나 적외선과는 달리 피부노화에 직접적인 영향을 미친다[1]. 자외선은 파장대에 따라 자외선A (UVA; 320 ~ 400 nm), 자외선B (UVB; 290 ~ 320 nm), 그리고 자외선C (UVC; 200 ~ 290 nm)로 구분된다[2]. 오존층에서 대부분의 자외선C는 흡수가 되고 실제 지구 표면에 도달하는 자외선은 자외선A와 자외선B이다. 지나치게 많은 양의 자외선을 받게 되거나 적은 양이라도 장기간 빈번하게 노출되게 되면 홍반, 색소침착 등의 피부질환과 피부가 거칠어지고 깊은 주름이 생기는 피부노화가 유발된다[3].

피부색은 표피에 존재하는 멜라닌(melanin), 혈관 속에 함유된 헤모글로빈과 피하조직에 존재하는 β -카로틴 등의 색소에 의해 결정된다. 그중에서도 멜라닌 색소의 양과 분포에 의해 외관상의 피부색이 거의 결정된다. 멜라닌은 자외선이 조사되면 멜라닌형성세포(melanocyte)의 멜라닌생성반응 과정(melanogenesis)을 통해 생성되고, 피부색을 검게 변화시켜 자외선으로부터 피부를 보호하는 역할을 한다. 멜라닌에는 흑색의 불용성 중합체인 유멜라닌(eumelanin)과 적갈색의 수용성 중합체인 피오멜라닌(pheomelanin)이 있다[4,5]. 멜라닌의 합성은 L-tyrosine이라는 아미노산을 기질로 하여 tyrosinase를 주효소로 하고 tyrosinase related protein 1 (TRP1), TRP2에 의해 L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)를 거쳐 DOPA quinone으로 전환된 후 최종적으로 멜라닌이 생성된다. 이 중 tyrosinase는 멜라닌생성반응을 조절하는 가장 중요한 효소이므로 대표적인 미백용 소재인 알부틴, 코직산, 감초추출물, 닥나무추출물은 tyrosinase의 활성 억제를 주요 효능으로 하고 있다[6,7]. 알부틴은 멜라닌 전구체인 L-tyrosine과 경쟁적으로 작용하는 저해제 역할을 하며, 코직산은 tyrosinase의 활성부위를 chelating하여 L-DOPA와 DOPA quinone이 생성되는 것을 억제한다. 알부틴과 코직산은 강력한 미백효과가 있으나 피부 자극이나 안전성 문제 등 일부 부작용이 보고되고 있어 이를 개선하기 위한 천연유래 신소재 개발을 위한 많은 연구가 진행되고 있다[8,9].

바나나(Musa sapientum L.)는 다년생초본으로 파초과에 속한다. 제일 높이 자라면 최대 5 m 안팎이고 6월 ~ 9월 중에 꽃이 피고 10월에 바나나 열매가 성숙되는 것으로 알려진다. 또한 말레이시아가 원산으로 알려지며 우리나라의 경우 주로 남부지방 및 제주도 등지에서 재배가 된다. 바나나 열매는 당질이 풍부하고 녹말, 칼슘, 카로틴, 식이섬유인 펙틴 등이 다량 함유되어 있다. 또한 장을 촉촉하게 하는 성질이 있어 열로 인한 발생한 목의 갈증, 건조한 장 때문에 발생하는 변비 증세와 더불어 설사, 이질, 궤양성 대장염, 당뇨, 만성 영양흡수부전, 요독증, 신장염, 통풍, 고혈압, 심장병 등에 효과가 있다고 알려져 있다[10]. 바나나에는 chlorogenic acid, quercetin, naringenin 등의 폴리페놀, 플라보노이드가 풍부하며 항산화, 항균작용에 대한 효능이 보고되어 있지만 바나나의 과실에 국한되어 있다. 또한 재배 및 소재 확보의 어려움으로 바나나 소재가 국산화된 사례는 거의 없다. 바나나는 주로 과실이 이용되어 왔으며 줄기, 잎은 수확과 함께 폐기 혹은 퇴비로 쓰이고 있다. 이에 과실이 아닌 잎의 피부미용 기능성 소재로서 피부노화를 예방할 수 있는 가능성을 확인하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 바나나잎 추출물의 추출법

잘 말린 바나나잎을 70% 에탄올로 50 ~ 60 °C의 온도에서 4 h 동안 추출한 후 이를 진공증발기를 이용하여 1/10로 농축하였다. 농축액에 포함된 다당체를 제거하기 위하여 농축액의 10배 용량의 cold ethanol을 첨가하여 다당체를 침전시키고 여과하여 여과된 여액을 파우더로 수거하여 다당체 제거 추출물을 확보하였다. 확보한 다당체 제거 추출물 내의 유효물질을 분리하기 위하여 클로로폼을 이용하여 분획을 하였고, 얻어진 분획물은 진공증발기를 이용하여 용매를 제거한 후 동결건조하여 파우더로 수거하고 실험에 이용하였다.

2.2. 실험재료 및 세포배양

마우스에서 유래한 흑색종 세포인 B16F10 세포는 한국세포주은행에서 구매하여 사용하였으며, 세포배양을 위해 Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM, Welgene, Korea)에 10%의 fetal bovine serum

(FBS, Welgene, Korea)와 1%의 penicillin/streptomycin (Invitrogen, USA)을 첨가하여 37 °C, 5% CO₂, 100% 습윤배양기에서 배양하였다.

2.3. 세포 독성 측정

세포독성을 평가하기 위하여 B16F10 세포를 배양하여 96-well plate의 각 well에 5 × 10⁵ cells/mL의 농도로 분주한 후, 37 °C, 5% CO₂ 배양 하에서 24 h 동안 배양하여 세포를 부착시킨다. 배양 후 배지를 제거하고 시료를 적정 농도에 맞도록 희석한 희석액을 처리하여 24 h 배양한 후에 3 mg/mL의 3-[4,5-dimethyl thiazol-2yl]-2, 5-diphenyl-tetrazolium bromide (MTT, Sigma, USA) 용액을 각 well에 100 μL씩 첨가한 후 4 h 동안 더 배양한다. 이후 상층액을 제거하고, 200 μL의 dimethyl sulfoxide (DMSO)를 첨가한 후, 30 min간 shaking하여 생성된 formazan을 녹여 multimicroplate reader (spectra max 190, Molecular device, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 세포생존율을 산출하였다.

2.4. Mushroom Tyrosinase 활성도 측정

Mushroom tyrosinase (EC 1.14.18.1, Sigma, USA)는 최종 276 units/mL가 되도록 1/15 M phosphate buffer (pH 6.8)에 녹여 냉동고에 동결 보관한 후 매번 사용할 때마다 녹여 효소원으로 사용하였다. L-3,4-dihydroxyphenyl alanine (L-DOPA)은 사용 직전에 제조하였는데 차광병에서 1/15 M phosphate buffer에 녹인 후 사용하였다. Tyrosinase (13.8 units/mL) 0.15 mL에 1/15 M의 phosphate buffer를 넣은 후, 25 °C 5 min 간 pre-incubation 시키고 L-DOPA를 섞은 후에 475 nm 5 min 간 흡광도를 측정하였다. 각 실험군은 모두 triplicate로 실행하였으며 아래의 수식을 활용하여 효소 저해율(%)을 산출하였다.

$$\text{Inhibition} = \frac{(A-B)-(C-D)}{A-B} \times 100$$

2.5. 멜라닌 생성률 측정

B16F10 세포를 35 mm 배양접시에 각각 5 × 10⁴ cells/well로 접종한 후 24 h 배양하였다. 2 μM α-MSH가 포함된 배지로 바나나잎 추출물을 농도별로 제조

하여 처리한 후 72 h 배양하였다. 양성대조군은 arbutin으로 사용하였다. 배양된 세포의 배지를 제거하고 PBS로 세척 후 trypsin/EDTA (Gibco, USA)를 처리하여 세포를 수확하였다. 수확한 세포는 원심분리하여 상등액을 제거한 후 1N NaOH 용액을 200 μL 넣어 멜라닌을 용해시킨 후 microplate reader (Biotek, USA)로 490 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.6. RNA추출 및 실시간 유전자 역전사 중합효소 연쇄반응(Real-Time RT-PCR)

RNA 분석을 위해 세포 내의 total RNA를 TRIzol reagent (Gibco, USA)을 사용하여 추출하였다. RNA의 순도와 무결성은 A260 nm / A280 nm 비율 측정을 통해 확인하였으며, RNA 수득율은 260 nm에서 흡광도로 측정하였고, 사용 전까지 -70 °C에서 보관하였다. 추출한 RNA로부터의 cDNA의 합성은 Maxime RT PreMix (iNtRON, Korea)를 사용하여 합성하였으며, B16F10 세포 표지인자의 발현을 비교 측정하기 위하여 Light Cycler 96 (Roche, Germany)을 사용하여 다음의 방법으로 real-time RT-PCR을 진행하였다. 2 μL의 cDNA template와 Platinum SYBR Green qPCR SuperMix-UDG (Invitrogen, USA), 5 pmol of sense and anti-sense primers, ROX reference dye, bovine serum albumin를 넣어준 후 total volume이 20 μL가 되도록 증류수를 넣어주었다. PCR 열 순환 조건은 95 °C에서 2 min 동안 pre-denaturation을 하고, 30 cycle 동안 94 °C에서 5 s 간 denaturation, 55 °C에서 20 s 간 annealing, 72 °C에서 10 s 간 extension을 한 후 마지막으로 72 °C에서 5 min 동안 extension을 진행하였다. 결과는 GAPDH의 발현량에 대한 상대적인 발현량으로 계산하였다. 실험에 사용된 특정 SYBR gene expression assay는 Table 1과 같다.

2.7. 바나나잎 추출물 함유 크림의 피부 미백 개선효과

2.7.1. 육안평가

바나나잎 추출물 함유 크림의 미백효과를 육안으로 확인하기 위하여 22명의 피검자를 대상으로 최소 홍반량(MED)을 판정한 후 색소 침착을 유발하기 위해 인공 자외선 방출기(multiport stimulator 601-300W,

Table 1. Gene Name and Primer Sequence in Real-time RT-PCR Analysis

Symbol	Gene name	Primer sequences
TRP1	Tyrosinase related protein 1	F: 5'-AGG AAT CTG GCT TGG GAT TT-3' R: 5'-ATG AGC CAC AAG GGT CAG TC-3'
TRP2	Tyrosinase related protein 2	F: 5'-AGC AGA CGG AAC ACT GGA CT-3' R: 5'-CAG GTA GGA GCA TGC TAG GC-3'
Tyr	Tyrosinase	F: 5' - GGG CCC AAA TTG TAC AGA GA - 3' R: 5' - GGC AAA TCC TTC CAG TGT GT - 3'
GAPDH	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase	F: 5'-AAC TTT GGC ATT GTG GAA GG-3' R: 5'-ACA CAT TGG TAG GAA CA-3'

Solar Light Company, Inc., USA)를 사용하여 2.5 MED 광량으로 1회 조사하고 24 h이 경과한 후 밝고 균일한 광원 하에서 피부과 전문의가 이중맹검법으로 평가하였다. 평가는 시험제품 사용전과 4주, 6주, 8주 사용 후에 하고, 색소 침착 정도를 10단계로 구분하여 평가하였다.

2.7.2. 기기적 평가

인공 색소 침착 부위의 피부미백개선 평가를 위해 분광광도계(spectro photo meter CR-2600D, Minolta, Japan)를 적용하였다. 동일한 시험담당자가 5회 연속으로 측정하였고 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정 결과를 평균값으로 산정하여 분석하였다. 22명의 피검자를 대상으로 색소가 침착된 부위의 L-value (채도인자) 변화를 측정하여 미백효능을 확인하였다. 평가는 육안평가와 동일한 시점에 측정하였다.

2.8. 통계분석

통계처리는 Student's *t*-test법을 이용하여 유의 수준을 0.05 ($p < 0.05$)로 하여 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 바나나잎 추출물의 세포독성 결과

B16F10 세포에 바나나잎 추출물의 세포독성을 측정하기 위하여 MTT assay를 수행하여 실험에 사용될 유효농도 범위를 결정하였다. B16F10 세포에 대한 세포독성을 측정한 결과, 10%의 농도에서도 세포생존율이 음성대조군과 유사하게 나타났다(Figure 1).

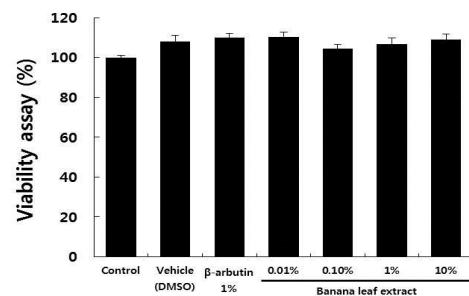


Figure 1. Cytotoxicity of banana leaf extract in B16F10 cells. B16F10 cells (3×10^3 cells/mL) were seeded in 96-well plate and treated indicated concentration of banana leaf for 24 h. Cell viability was measured by MTT assay. The results are presented as the mean \pm S.D. of the percentage of control optical density (OD) in triplicate. * $p < 0.05$.

3.2. Tyrosinase 저해 활성 효과

바나나잎 추출물의 tyrosinase 저해 활성을 평가하기 위하여 코직산을 양성대조군으로 사용하고 바나나잎 추출물을 각각 0.01%, 0.1%, 1%, 10%농도로 처리하여 tyrosinase의 효소 활성을 측정한 결과, 바나나잎 추출물의 농도에 의존적으로 tyrosinase 저해 활성을 확인할 수 있었다(Figure 2). 바나나잎 추출물 10%에서 51.3%의 tyrosinase 저해능을 나타내어 우수한 미백효과를 입증하였다.

3.3. 멜라닌 생성률 결과

바나나잎 추출물의 미백효능을 평가하기 위해서 B16F10 세포를 이용하여 멜라닌 생성률을 확인하였다. 바나나잎 추출물을 각각 0.01%, 0.1%, 1%, 10% 농도로 처리한 B16F10 세포를 수확하여 멜라닌 양을 측

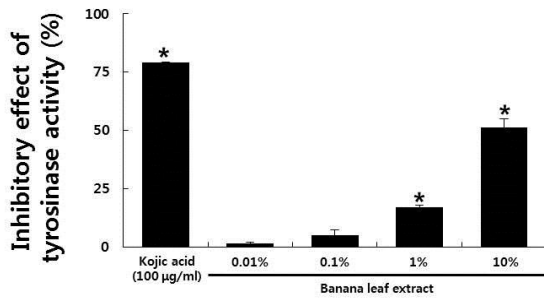


Figure 2. Tyrosinase activity inhibition of banana leaf extract sample treated various concentrations of samples. The results were expressed as the average of triplicate samples. * $p < 0.01$.

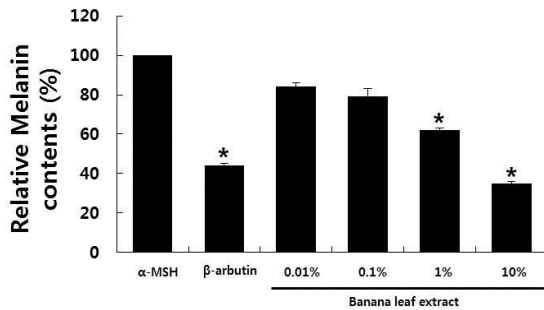


Figure 3. Melanin synthesis inhibition of banana leaf extract on B16F10 melanoma cells. The treated cells were lysed with 1 N NaOH and the absorbance was measured at 490 nm. The results are expressed as mean ± S.D. of data obtained three independent experiments. * $p < 0.01$.

정한 결과, 농도 의존적으로 멜라닌의 생성이 저해됨을 확인하였다. 바나나잎 추출물을 1%와 10% 처리할 때 멜라닌 생성률이 각각 38%, 65% 감소하여 대조군 대비 유의성 있게 감소하였다(Figure 3).

3.4. TRP1, TRP2, Tyrosinase 유전자 발현 측정 결과
 바나나잎 추출물의 멜라닌 합성 저해능이 멜라닌 생성과정의 중요한 효소인 tyrosinase, TRP1, TRP2에 의한 효과인지 알아보기 위하여 RT-PCR 실험법을 수행하였다. 그 결과 바나나잎 추출물은 양성대조군인 알부틴과 유사하게 TRP1, tyrosinase 유전자 발현을 감소시키는 효과가 있었다(Figure 4A, C)[11]. TRP2 유전자의 경우, 양성대조군인 알부틴은 유전자 발현량을 감소시키지 못했지만 바나나잎 추출물의 경우 40% 가량 감소시키는 효과를 보여주었다(Figure 4B). 따라서

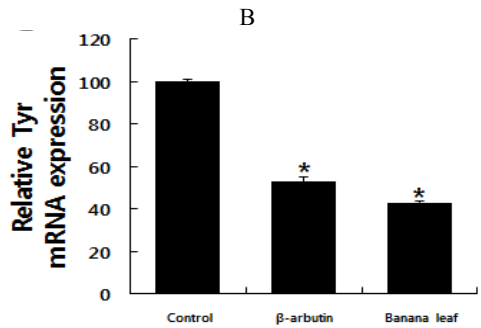
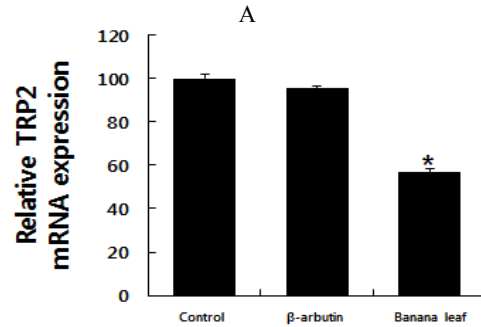
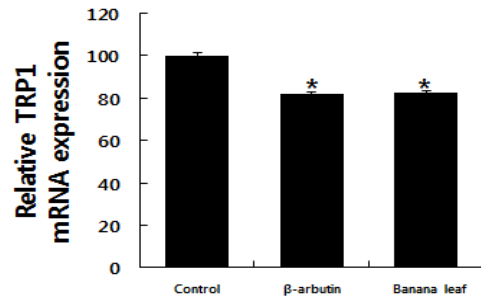
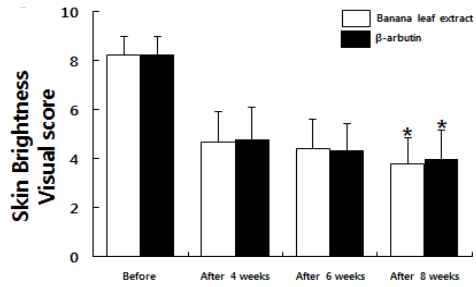


Figure 4. Characterization of banana leaf treatment on B16F10 cells. Real-time RT-PCR analysis of the melanocyte markers, TRP1 A, TRP2 B and Tyr C. Values represent the mean ± S.D. of three independent experiments. * $p < 0.01$.

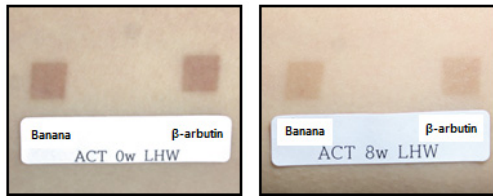
본 실험 결과를 통해 바나나잎 추출물은 tyrosinase, TRP1, TRP2의 유전자 발현을 감소시켜 멜라닌 생성 억제를 유도하는 것으로 판단된다.

3.5. 바나나잎 추출물을 함유한 크림의 육안 평가를 통한 미백 개선 효과

통계학적으로 유의한 바나나잎 추출물의 미백개선 효과를 추가적으로 확인하기 위하여 기기적 평가 방법과 동일하게 바나나잎 추출물을 0.75% 함유한 크림에 대하여 육안 평가를 실시하였다. 자외선 조사 직



A



B

Figure 5. Improvement of whitening effect by visual scoring after banana leaf extract cream treatment. Skin brightness was measured during 8 weeks after induction of pigmentation by UV irradiation A. Representative image of visual scoring after cream treatments B. The graphs are shown as the mean ± S.D. of three independent experiments. *means compared to control, $p < 0.01$.

후, 크림 도포 4주, 6주, 8주 경과 후 피험자들을 대상으로 10단계로 구분하여 바나나잎 추출물을 포함한 크림과 알부틴이 2% 첨가된 크림간의 관정값 차이를 구하여 paired *t*-test를 통해 양성대조군과 바나나잎 추출물이 함유된 크림간의 통계적 유의성을 보이지 않았으나($p = 0.48$), 자외선 조사 직후와 바나나잎 추출물이 함유된 크림을 8주간 도포한 후의 육안평가 결과를 확인했을 때 95% 신뢰구간에서 $p < 0.01$ 로 통계적으로 유의한 미백 효과를 확인할 수 있었다(Figure 5).

3.6. 바나나잎 추출물을 함유한 크림의 기기적 평가를 통한 미백 개선효과

In vitro 실험에서 바나나잎 추출물의 멜라닌 합성 억제효과 및 TRP1, TRP2, tyrosinase 유전자 발현 억제의 효과가 실제적으로 사람 피부의 미백에 도움을 주는 지 확인하기 위하여 바나나잎 추출물을 0.75% 함유한 크림에 대하여 인체 적용시험을 수행하였다. 자외선 조사 직후, 크림 도포 4주, 6주, 8주 경과 후 피험자

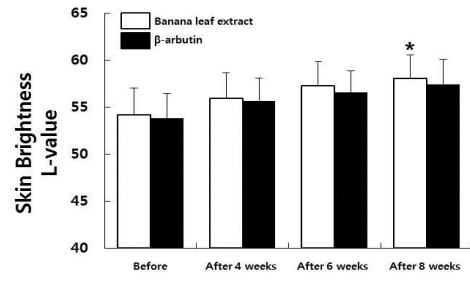


Figure 6. Improvement of whitening effect by mechanical evaluation after cream treatment. After 8 weeks, the group who treated by banana leaf extract cream showed statistically significant whitening effect than positive control (2% of arbutin). The data represent the mean ± S.D. of three independent experiments. *means compared to arbutin contained cream condition $p < 0.05$.

들을 대상으로 분광광도계(spectrophotometer CR-2600D)를 이용하여 색소 침착된 부위의 피부밝기를 총 5회 측정하여 최소값과 최대값을 배제한 평균값을 얻었다. 결과는 바나나잎 추출물을 포함한 크림과 양성대조군으로 사용된 알부틴 2%가 첨가된 크림 간의 평균값 차이를 paired *t*-test를 통해 95% 신뢰구간에서 $p < 0.01$ 로 유의성 여부를 확인한 결과, 바나나잎 추출물을 포함한 크림 도포 8주 후 통계학적으로 유의한 수준의 미백 효능을 나타내었다(Figure 6).

4. 결 론

피부는 내인성노화와 외인성노화에 의해 두꺼워지고 주름이 생성되고 염증 등의 증상이 유발된다. 자외선과 같은 외인성노화에 의해 피부는 활성산소종의 연쇄 반응을 통해 노화가 촉진되고 피부질환이 발생하게 된다[12,13]. 또한 자외선은 표피 내 각질형성세포를 자극하여 α-MSH의 분비를 촉진시키고, 이는 멜라닌형성세포를 자극하여 멜라닌의 합성을 유도하여 기미, 색소침착 등을 유발한다[3]. 본 연구에서 바나나잎 추출물을 B16F10 세포에 처리할 적절한 농도를 확인할 수 있었다. 10%의 농도에서는 세포의 생존율에 영향을 미치지 않음을 Figure 1에서 확인하였다. 10%의 바나나잎 추출물은 대표적인 양성대조군인 알부틴보다 tyrosinase activity를 현저히 감소시킴을 확인하였다(Figure 2). TRP1과 TRP2, Tyr의 유전자 발현 측정에서

바나나잎 추출물이 유의성 있게 대조군 대비, 발현을 감소시키는 결과를 나타내었다(Figure 4). 추가적으로 바나나잎 추출물은 인체 적용 실험에서도 피부 이상 반응이 없고, 8주 후 피부 미백효과에 도움을 주는 것으로 나타났다(Figure 5, 6). 이는 바나나잎 추출물이 새로운 피부 노화개선 후보물질로서의 가능성을 보여 준다. 본 연구를 위하여 핵산, 클로로포름, 에틸 아세테이트, 에탄올, 메탄올, 증류수 등 다양한 용매로, 혹은 상온, 45 °C, 65 °C의 온도에서 바나나잎 추출물을 획득하였다. 에탄올을 촉매로 하여 65 °C의 온도에서 추출할 때, 미백효능이 가장 뛰어난 추출물을 얻을 수 있었다. 바나나잎 추출물은 자극적인 화학 합성 물질 대신 천연물 소재로서 바나나의 기능성 성분 분석과 연구에 크게 기여할 것으로 예상되며, 폐기물로써 버려지는 대신 새로운 활용 방안으로 기능성 향노화 화장품 소재로의 차별화 및 경쟁력을 통해 새로운 화장품 원료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 바나나잎 추출물의 피부 미백 개선 효과를 확인한 결과는 본 연구가 최초로, 추후 피부미용에 실질적으로 응용이 될 수 있고 피부노화를 예방할 수 있는 가능성을 제시한 결과라 사료된다. 향후 바나나잎 추출물이 어떠한 기전으로 피부 미백을 개선하는지에 대해 추가연구와 심도 있는 임상연구가 필요할 것으로 보인다.

Acknowledgement

이 논문은 2015학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

Reference

1. S. González, M. Fernández-Lorente, and Y. Gilaberte-Calzada, The latest on skin photo-protection, *Clin. Dermatol.*, **26**, 614 (2008).
2. P. J. Matts, Solar ultraviolet radiation: definitions and terminology, *Clin. Dermatol.*, **24**, 1 (2006).
3. G. A. Imokawa, Possible mechanism underlying the ceramide deficiency in atopic dermatitis: expression of a deacylase enzyme that cleaves the N-acyl linkage of sphingomyelin and glucosylceramide, *J. Dermatol. Sci.*, **55**, 1 (2009).
4. S. Ito and K. Wakamatsu, Quantitative analysis of eumelanin and pheomelanin in humans, mice, and other animals: a comparative review, *Pigment cell res.*, **16**, 523 (2003).
5. Y. M. Yoon, S. H. Bae, S. K. An, Y. B. Choe, K. J. Ahn, and I. S. An, Effects of ultraviolet radiation on the skin and skin cell signaling pathways, *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.*, **11**, 417 (2013).
6. Y. S. Baek, Y. B. Ryu, M. J. Curtis-Long, T. J. Ha, R. Rengasamy, M. S. Yang, and K. H. Park, Tyrosinase inhibitory effects of 1,3-diphenylpropanes from *Broussonetia kazinoki*, *Bioorg. Med. Chem.*, **17**, 35 (2009).
7. H. J. Kim, S. H. Seo, B. G. Lee, and Y. S. Lee, Identification of tyrosinase inhibitors from *Glycyrrhiza uralensis*, *Planta. Med.*, **71**, 785 (2005).
8. N. K. Han, C. M. Park, J. C. Kwon, M. S. Joung, and J. W. Choi, Whitening effect of *Fagopyrum tataricum* extract, *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*, **40**(2), 179 (2014).
9. B. Y. Kim, S. H. Park, B. J. Park, and J. J. Kim, Whitening effect of *Androsace umbellata* extract, *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*, **41**(1), 21 (2015).
10. M. Z. Imam and S. Akter, *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L.: phytochemical and pharmacological review, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **01**(05), 14 (2011).
11. T. H. Lee, J. O. Seo, M. H. Do, E. Ji, S. H. Baek, and S. Y. Kim, Resveratrol-enriched rice down-regulates melanin synthesis in UVB-induced guinea pigs epidermal skin tissue, *Biomol. Ther.*, **22**, 431 (2014).
12. H. S. Talwar, C. E. Griffiths, G. J. Fisher, T. A. Hamilton, and J. J. Voorhees, Reduced type I and type III procollagens in photodamaged adult human skin, *J. Invest. Dermatol.*, **105**, 285 (1995).
13. J. Kim, C. W. Lee, E. K. Kim, S. J. Lee, N. H. Park, H. S. Kim, H. K. Kim, K. Char, Y. P. Jang, and J. W. Kim, Inhibition effect of *Gynura procumbens* extract on UV-B-induced matrix-metalloproteinase expression in human dermal fibroblasts, *J. Ethnopharmacol.*, **137**, 427 (2011).