



Research Article

Evaluation of the skin-improving effects of *Artemisia fukudo* Makino extract

큰비쭉 추출물의 피부 개선 효능에 관한 연구

Eun Hee Kim¹, Mun Young Park², Hee Yeon Lee¹, Je Hyoung Kim¹, Gyu Yeon Oh¹, So Hyeon Lee¹, Tae Man Ha¹, Jin Yeong Kim¹, Hwan Sik Na¹, Sook Park¹, Yang Joon An¹, Yoo Min Park^{1*}

김은희¹ · 박문영² · 이희연¹ · 김제형¹ · 오규연¹ · 이소현¹ · 하태만¹ · 김진영¹ · 나환식¹ · 박숙¹ · 안양준¹ · 박유민^{1*}

¹Jeollanam-do Institute of Health and Environment, Muan 58568, Korea

²Marine Bio Division, Jeonnam Bio Foundation, Wando 59108, Korea

¹전라남도보건환경연구원, ²전남바이오진흥원 해양바이오본부

Abstract *Artemisia fukudo* Makino cultivated, under general soil conditions, was evaluated for its skin-related functional activities to determine its potential as a functional cosmetic ingredient. The aerial parts of *A. fukudo* collected from Hampyeong, Jeollanam-do, were freeze-dried and extracted with hot water at 55°C. The resulting extract (*Artemisia fukudo* Makino extract, AFM-E) was assessed for *in vitro* whitening, anti-inflammatory, anti-wrinkle, and moisturizing activities. AFM-E inhibited mushroom tyrosinase activity in a dose-dependent manner, exhibiting a maximum inhibition rate of 52.59% at 100 µg/mL, suggesting a whitening effect by suppressing melanin synthesis. AFM-E also reduced nitric oxide (NO) production by up to 75.64% in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages, indicating anti-inflammatory activity. In UV-irradiated human dermal fibroblasts, AFM-E suppressed matrix metalloproteinase-1 (MMP-1) expression by up to 50.53%, implying anti-wrinkle potential via inhibition of collagen degradation. Furthermore, aquaporin-3 (AQP-3) expression increased by up to 119.01% in HaCaT keratinocytes, demonstrating moisturizing activity associated with skin hydration regulation. These findings indicate that cultivated *A. fukudo* possesses multifunctional properties, by simultaneously modulating key skin-related mechanisms, including melanin synthesis, inflammatory response, collagen degradation, and water homeostasis. The results support the potential of AFM-E as a functional cosmetic ingredient and provide a scientific basis for its further development.

Keywords *Artemisia fukudo* Makino, tyrosinase inhibition, anti-inflammatory activity, anti-wrinkle activity, moisturizing effect



OPEN ACCESS

Citation: Kim EH, Park MY, Lee HY, Kim JH, Oh GY, Lee SH, Ha TM, Kim JY, Na HS, Park S, An YJ, Park YM. Evaluation of the skin-improving effects of *Artemisia fukudo* Makino extract. Food Sci. Preserv., 33(3), 543-551 (2026)

Received: March 04, 2026

Revised: May 11, 2026

Accepted: May 19, 2026

***Corresponding author**

Yoo Min Park

Tel: +82-61-720-1652

E-mail: ympark23@korea.kr

Copyright © 2026 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

천연 식물 자원은 예로부터 다양한 용도로 활용되어 왔으며, 기능성 화장품 소재로서의 산업적 가치 또한 지속적으로 주목받고 있다. 쑥(*Artemisia* spp.)은 이러한 식물 자원 중 하나로, 국내를 비롯한 동아시아 지역에 널리 분포하며 전통적으로 식용 및 약용 소재로 활용되어 온 다년생 초본식물이다(Lee 등, 1992). 쑥에는 다양한 페놀 화합물, 플라보노이드 및 정유 성분이 함유된 것으로 알려져 있으며 이들 성분은 항산화, 항염 및 생리활성 조절과 관련된 기능을 나타내는 것으로 보고되어 왔다(Kim 등, 2012; Seo와 Yun, 2008). 또한, 쑥 추출물은 예로부터 피부 관련 소재로 활용되어 왔으며 이와 함께 피부 효능과 관련된 다양한 연구가 지속적으로 수행되어 왔다. 큰비쭉(*Artemisia fukudo*

Makino)은 국화과(Asteraceae) 쑥속(*Artemisia*)에 속하는 식물로, 갯쑥이라고도 불린다(Yoon 등, 2007). 큰비쑥은 국내 연안 및 염습지 지역을 중심으로 자생하는 식물로 알려져 있으나, 최근 연구를 통해 일반 농경지(밭) 조건에서도 재배가 가능함이 확인되면서 원료 확보 및 기능성 소재로서의 활용 가능성이 확대되었으며 또한 재배 큰비쑥은 자생 큰비쑥과 비교하여 생리활성과 안전성 측면에서 유사한 경향을 보이는 것으로 보고되었다(Kang 등, 2024). 한편, 화장품 산업에서는 합성 성분을 대체할 수 있는 천연·식물 유래 소재에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있으며, 항산화 및 항염과 같이 피부 노화 및 피부 장벽 손상과 밀접하게 연관된 효능을 동시에 기대할 수 있는 소재의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 피부 기능성을 지닌 천연물 유래 성분에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 합성 성분에 비해 부작용이 상대적으로 적은 천연 소재에 대한 소비자 선호도 또한 증가하는 추세이다(Ku 등, 2025). 또한 큰비쑥 추출물은 대한화장품협회(Korea Cosmetic Association, KCA)의 화장품 성분사전에 '*Artemisia fukudo* Extract'로 등재되어 있어 화장품 원료로 사용이 가능한 소재이다. 이는 큰비쑥이 화장품 산업에서 활용될 수 있는 제도적 기반을 갖추고 있음을 의미한다. 다만, 큰비쑥을 대상으로 한 피부 관련 선행연구들은 특정 생리활성 또는 단일 효능 평가에 국한된 경우가 대부분으로 동일 시료를 대상으로 여러 피부 관련 효능을 종합적으로 비교·분석한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 특히 화장품 및 피부 적용을 고려한 기초 효능 평가 자료는 기능성 소재로서의 활용 가능성을 판단하는 데 중요한 근거가 된다. 피부는 외부 환경에 지속적으로 노출되는 기관으로, 자외선(UV), 활성 산소종(reactive oxygen species, ROS), 염증성 사이토카인 등의 자극에 의해 산화적 스트레스가 유발되고, 이는 멜라닌 과다 생성, 콜라겐 분해, 피부 장벽 기능 저하 등 다양한 피부 노화 현상을 초래한다. 이러한 피부 노화 과정에서 tyrosinase 활성 증가에 따른 멜라닌 생성 촉진, matrix metalloproteinase-1 (MMP-1)에 의한 콜라겐 분해, 염증 매개물질인 nitric oxide (NO)의 과도한 생성 등이 주요 기전으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 따라서 이들 지표를 동시에 조절할 수 있는 천연 유래 소재는 피부 기능성 화장품 개발에 있어 중요한 연구 대상이 된다(Ho 등, 2022; Kim 등, 2011; Yoon 등, 2013). 또한 천연물 기반 기능성 소재의 산업적 활용을 위해서는 원료의 안정적 확보와 품질의 균일성이 중요하다. 자생 식물의 경우 채취 시기 및 환경 조건에 따라 성분 함량과 생리활성이 변동될 수 있으나, 재배 조건에서 생산된 원료는 상대적으로 표준화 및 대량 생산이 가능하다는 장점이 있다(Guelifet 등, 2025). 따라서 일반 농경지(밭) 조건에서 재배된 큰비쑥의 피부 관련 효능을 과학적으로 검증하는 것은 기능성 화장품 소재로서의 실질적 적용 가능성을 평가하는 데 있어 중요한 단계라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 일반 농경지(밭)에서 재배한 큰비쑥을 시료로

사용하여 피부 미백, 항염, 주름개선 및 보습 등의 피부 관련 기초 효능을 체계적으로 평가하고, 재배 원료로서의 기능성에 대한 과학적 근거를 확보함으로써 기능성 화장품 소재로서의 활용 및 산업적 적용 가능성을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료 및 추출물의 제조

본 연구에서는 전라남도 함평에서 재배된 큰비쑥을 7월에 채취하여 실험 재료로 사용하였다. 채취한 시료는 흐르는 물로 세척하여 토양 및 이물질을 제거한 뒤, 물기를 제거하고 -70°C 냉동고(DuoFreez U300, DAIHAN, Wonju, Korea)에 보관하였다. 이후 동결건조기(LP50, IlshinBioBase Co., Ltd., Dongducheon, Korea)를 이용하여 건조하였다. 건조된 *A. fukudo* Makino 시료는 분쇄 및 균질화한 후 추출에 사용하였다. 먼저, 큰비쑥 원물을 대형 증류 오일 추출장비를 이용하여 100°C에서 6시간 동안 수증기 증류를 수행하였으며, 이 과정에서 회수된 수용성 분획을 '증류수 추출수(distillate aqueous fraction)'로 정의하였다. 이후, 동결건조한 큰비쑥 분말 1.0 g에 해당 추출수 100 mL를 가하여 55°C에서 3시간 동안 열수 추출을 수행하였다. 이후 추출된 용액을 여과지(No. 1, Whatman International Ltd., Leicestershire, England)로 여과하여 침전물을 제거하고, 여과액을 동결건조하여 *in-vitro* 효능평가용 시료로 사용하였다.

2.2. 분석 방법

본 연구에서는 큰비쑥 추출물의 피부 관련 기초 효능을 평가하기 위하여 미백, 항염, 주름개선 및 보습에 대한 4가지 *in vitro* 실험을 수행하였다.

2.2.1. Tyrosinase 활성 저해율 측정

미백 효능을 평가하기 위하여 mushroom tyrosinase와 L-tyrosine을 이용한 tyrosinase 활성 저해 실험을 수행하였으며, 양성대조군으로는 kojic acid를 사용하였다. 반응 완충액으로 sodium phosphate buffer를 사용하였고, mushroom tyrosinase와 L-tyrosine, 시험물질을 각각 첨가한 후 37°C에서 반응시켰다. 반응 후 microplate reader (SpectraMax i3x, Molecular Devices, San Jose, CA, USA)를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 활성 저해율은 시험물질을 처리하지 않은 무처리 대조군(non-treated control)의 흡광도를 기준으로 계산하였으며, 무처리 대조군의 효소 활성을 100%로 설정하여 산출하였다.

2.2.2. NO 생성 억제율 측정

항염 효능을 평가하기 위하여 RAW 264.7 세포를 이용하여

NO 생성 억제 실험을 수행하였으며, 세포 독성은 MTT assay를 통해 확인하였다. 양성대조군으로는 nordihydroguaiaretic acid (NDGA)를 사용하였다. 세포를 96-well plate에 분주하여 안정화시킨 후, 무처리 대조군(non-treated control)은 LPS와 시험물질을 처리하지 않은 군으로 설정하였고, 염증 유도 대조군은 LPS만 처리한 군(LPS-treated control)으로 설정하였다. 이후 LPS를 30 ng/mL의 농도로 처리하여 NO 생성을 유도하고, 시험물질을 농도별로 처리하여 24시간 동안 반응시켰다. 반응 종료 후 상층액을 Griess 시약과 반응시켜 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. NO 생성 억제율(%)은 non-treated control의 기초 NO 생성 수준을 보정한 후, LPS-treated control군을 기준으로 산출하였다.

2.2.3. MMP-1 발현 억제율 측정

주름 개선 효능을 평가하기 위하여 인간 섬유아세포(HDFn)를 이용하였으며 양성대조군으로는 adenosine을 사용하였다. 세포에 UV(2 J/cm²)를 조사한 후 시험물질과 양성대조군(adenosine)을 농도별로 처리하여 6시간 동안 37°C에서 반응시켰다(Kim 등, 2025; Ko 등, 2024). 이후 세포를 수집하여 단백질을 추출하고 BCA assay로 정량한 후 SDS-PAGE 및 Western blot 분석을 수행하였다. Western blot 분석에는 1차 항체로 anti-MMP-1 antibody (sc-58377, Santa Cruz Biotechnology, Dallas, TX, USA; 1:1,000)와 anti-β-actin antibody (2859s, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA; 1:3,000)를 사용하였으며, 2차 항체로 anti-mouse IgG antibody (62-6520, Invitrogen, Carlsbad, CA, USA; 1:3,000)를 사용하였다. Matrix metalloproteinase-1 (MMP-1) 발현 수준은 Image J software를 이용하여 정량화하였으며, β-actin을 내부 대조군으로 사용하여 보정하였다. MMP-1 발현 억제율은 UV-treated control군의 MMP-1 발현 수준을 기준으로 산출하였다.

2.2.4. Aquaporin-3 (AQP-3) 발현 증가율 측정

보습 효능을 평가하기 위하여 인간 각질형성세포(HaCaT)를 이용하여 AQP-3 발현 증가 효과를 확인하였다. 세포를 6 well plate에 분주하여 안정화시킨 후 시험물질을 농도별로 처리하고 37°C에서 6시간 동안 반응시켰다. 반응 종료 후 Trizol 방법을 이용하여 RNA를 분리하였으며, 분리된 RNA는 정량 후 RT premix (K-2041-B, Bioneer, Daejeon, Korea)를 사용하여 cDNA를 합성하였다. 이후 PCR premix (K-2602, Bioneer, Daejeon, Korea)를 사용하여 PCR을 수행하였다. AQP-3 primer는 forward 5'-AGACAGCCCCCTTCAGGATTT-3' 및 reverse 5'-TCCCTTGCCCTGAATATCTG-3'를 사용하였으며, annealing temperature는 56°C, cycle 수는 30 cycles, 증폭 산물의 크기는 226 bp였다. 내부 대조군으로 사용한 GAPDH primer는 forward 5'-TCCA

TGACAACTTTGGTATC-3' 및 reverse 5'-TGTAGCCAAATTCGTTGTCA-3'를 사용하였으며, annealing temperature는 56°C, cycle 수는 25 cycles, 증폭 산물의 크기는 471 bp였다. PCR 산물은 2% agarose gel에서 전기영동하여 밴드를 검출하였고, AQP-3 발현량은 Image J software를 이용하여 정량화하였다. 발현 증가율은 대조군 대비 백분율로 나타내었다.

2.3. 통계 분석

모든 실험 결과는 독립적으로 3회 수행한 실험값을 바탕으로 평균±표준편차(mean±SD)로 나타내었다. 각 실험군 간 차이에 대한 통계분석은 one-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하여 수행한 후, Tukey의 다중비교검정(Tukey's multiple comparison test)을 실시하였다. 통계적 유의성은 p<0.05를 기준으로 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Tyrosinase 활성 저해 효과

멜라닌(melanin)은 멜라노사이트(melanocyte)에서 합성되는 색소로, 자외선으로부터 피부를 보호하는 생리적 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다(Kwak 등, 2010). 그러나 멜라닌이 과도하게 생성되거나 피부에 축적될 경우 기미, 주근깨 및 색소 침착과 같은 피부 색소 이상을 유발하는 주요 원인이 된다(Roh와 Hwang, 2012). Tyrosinase는 멜라닌 합성의 핵심 효소로서 L-tyrosine을 L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)로 전환시키고 이를 DOPA quinone으로 산화시키는 반응을 촉매하며, 이러한 과정을 통해 최종적으로 멜라닌이 생성된다(Lee 등, 2024; Park과 Jeong, 2012). Tyrosinase 활성의 조절 여부는 멜라닌 생성량에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 미백 효능 평가에서 중요한 지표로 활용되고 있다(Park 등, 2021). 이에 따라 본 연구에서는 mushroom tyrosinase를 이용하여 큰비썬 추출물의 tyrosinase 활성 저해 효과를 평가하였다. 이때 tyrosinase 활성 저해율은 시험물질을 처리하지 않은 무처리 대조군(non-treated control)의 효소 활성을 100%로 설정하여 산출하였으며, 이에 따라 무처리 대조군은 0% 저해율로 나타내었다. 그 결과, 큰비썬 추출물은 무처리 대조군 대비 tyrosinase 활성을 유의적으로 억제하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 큰비썬 추출물은 3, 10, 30 및 100 µg/mL의 농도에서 각각 27.50%, 34.79%, 40.70% 및 52.59%의 tyrosinase 활성 저해율을 나타내었으며, 농도 증가에 따라 저해율이 증가하는 경향을 보였다. 또한 tyrosinase 활성에 대한 one-way ANOVA 분석 결과, 농도군 간 차이는 통계적으로 유의하였다[F(5,12)=131.5, p<0.0001]. 사후검정으로 Tukey의 다중비교검정을 수행한 결과, 무처리 대조군과 양성대조군인 kojic acid 처리군, 그리고 큰비썬 추출

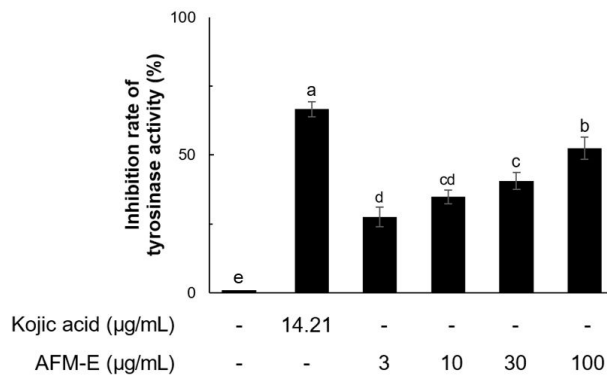


Fig. 1. Inhibitory effect of AFM-E on mushroom tyrosinase activity. AFM-E was tested at 3, 10, 30, and 100 μg/mL, and kojic acid (14.21 μg/mL) was used as a positive control. The non-treated control group, without AFM-E or kojic acid treatment, was included and presented as 0% inhibition. Tyrosinase inhibition (%) was calculated relative to the non-treated control, which was set at 100% activity. All values are mean±SD (n=3). Statistical significance among groups was analyzed by one-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison test [F(5,12)=131.5, $p<0.0001$]. Different letters above the bars indicate significant differences among groups according to Tukey's multiple comparison test ($p<0.05$). AFM-E, *Artemisia fukudo* Makino extract.

물 처리군 간 tyrosinase 활성 저해율에 유의적인 차이가 확인되었으며, 각 군 간 유의차는 Fig. 1에 문자 첨자로 나타내었다. 한편, 양성대조군으로 사용한 kojic acid는 14.21 μg/mL 농도에서 66.63%의 tyrosinase 활성 저해율을 나타내었다. Kim 등 (2017)은 큰비쭉 추출물이 tyrosinase 활성 저해와 함께 멜라닌 생성을 유의적으로 감소시킨다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 관찰된 tyrosinase 활성 저해 결과는 이러한 기존의 연구 결과와 유사한 경향을 보이며, 큰비쭉 추출물이 미백 소재로 활용될 수 있는 가능성을 제시한다. 이와 더불어, 다른 종류의 쭉(*A. princeps*)을 대상으로 수행된 연구에서도 쭉 추출물이 tyrosinase 활성을 농도 의존적으로 억제하는 것으로 보고된 바 있으며, 이는 쭉 중 전반에 걸쳐 미백 활성의 잠재성이 있음을 시사한다 (Kwak 등, 2001; Oh 등, 2025). 다만 본 연구는 mushroom tyrosinase를 이용한 효소 수준의 평가 결과이므로, 향후 멜라닌 생성량 변화나 관련 유전자 발현에 대한 추가 검토가 이루어진다면 보다 폭넓은 해석이 가능할 것으로 생각된다.

3.2. NO 생성 억제 효과

염증(inflammation)은 외부 자극이나 병원성 물질에 대한 생체 방어 반응으로, 대식세포(macrophage)가 활성화되면서 다양한 염증성 매개체가 생성되는 과정으로 정의된다. LPS에 의해 활성화된 대식세포는 신호 전달 경로가 활성화되어 inducible

nitric oxide synthase (iNOS)의 발현이 증가하고 NO의 과도한 생성이 유도된다(Jang과 Kang, 2022). 과잉 생성된 NO는 염증 반응을 증폭시키고 주변 조직 손상을 유발하는 주요 염증성 매개체로 작용하며, 피부에서는 만성 염증, 홍반 및 장벽 손상과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Koo 등, 2023). 따라서 본 연구에서는 LPS로 유도된 RAW 264.7 대식세포에서 NO 생성 억제 효과를 항염과 관련된 기초 지표로 활용하여 큰비쭉 추출물의 활성을 평가하였다. 큰비쭉 추출물은 100 μg/mL 농도까지 세포독성을 나타내지 않았으며, 이에 따라 초기 효능 평가 단계에서 농도 의존적 반응 범위를 확인하기 위한 단계적 스크리닝의 개념으로 3, 10, 30 및 100 μg/mL의 농도 범위를 적용하였다. NO 생성 억제율은 LPS-treated control군을 기준으로 산출하였으며, LPS-treated control군은 0% 억제율로 나타내었다. 큰비쭉 추출물은 3, 10, 30 및 100 μg/mL의 농도에서 각각 19.55%, 32.69%, 47.12% 및 75.64%의 NO 생성 억제율을 나타내었으며, 농도 증가에 따라 억제율이 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 한편, 양성대조군으로 사용한 NDGA는 0.91 μg/mL 농도에서 65.06%의 NO 생성 억제율을 나타내었다. NO 생성 억제율에 대한 one-way ANOVA 분석 결과, 군 간 차이는 통계적으로 유의하였다[F(5,12)=443.8, $p<0.0001$]. 사후검정으로 Tukey의 다중비교검정을 수행한 결과, 각 처리군 간 NO 생성 억제율에 유의적인 차이가 확인되었으며, 군

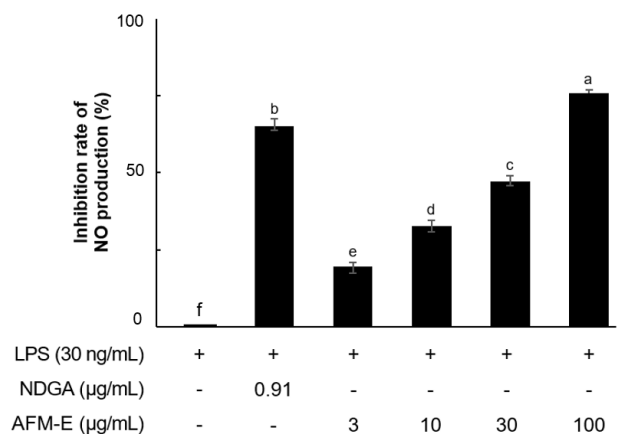


Fig. 2. Inhibitory effect of AFM-E on LPS-induced NO production in RAW 264.7 cells. AFM-E was tested at 3, 10, 30, and 100 μg/mL, and NDGA (0.91 μg/mL) was used as a positive control. The non-treated control group was used to determine the basal NO level, and the LPS-treated control group was included and presented as 0% inhibition. NO inhibition (%) was calculated relative to the LPS-treated control. All values are mean±SD (n=3). Group differences were analyzed by one-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison test [F(5,12)=443.8, $p<0.0001$]. Different letters above the bars indicate significant differences among groups according to Tukey's multiple comparison test ($p<0.05$). AFM-E, *Artemisia fukudo* Makino extract.

간 유의차는 Fig. 2에 문자 첨자로 나타내었다. 이러한 결과는 큰비쭉 추출물이 LPS로 유도된 대식세포에서 NO 생성과 관련된 반응을 조절할 가능성을 시사한다. 또한 Sun 등(2020)은 식물성 폴리페놀 화합물이 iNOS 유전자 발현을 억제하거나 산화 스트레스 매개 신호전달 경로를 차단함으로써 NO 생성을 감소시킨다고 보고하였다. 특히 *Artemisia* 속 식물에는 플라보노이드, 페놀산, 세스퀴테르펜류 등 다양한 생리활성 물질이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Bora와 Sharma, 2011; Carvalho 등, 2011). Yoon 등(2010)에 의하면 *A. fukudo* 에센셜 오일은 RAW 264.7 대식세포에서 LPS 자극에 의해 활성화된 NF- κ B 및 MAPK 신호를 억제하여 염증 반응을 완화한 것으로 보고되었으며, *A. princeps* 추출물 또한 LPS 유도 NO 생성과 iNOS, MAPK 및 NF- κ B 발현을 억제하는 것으로 나타났다(Kim 등, 2021). 더불어 *Artemisia gmelinii* 에탄올 추출물 역시 NF- κ B/MAPK 신호전달 경로를 조절하여 염증 반응을 완화하는 것으로 보고되었다(Kim 등, 2022). 이러한 선행연구 결과를 종합할 때, 본 연구에서 확인된 큰비쭉 추출물의 NO 생성 억제 결과는 *Artemisia* 속 식물의 염증 관련 활성에 관한 기존 보고와 일정 부분 상응하는 경향을 보였다. 다만 본 연구는 LPS 유도 NO 생성 억제에 대한 기초 평가 결과를 제시한 것으로, 큰비쭉 추출물의 항염 관련 활성을 뒷받침하는 자료로 해석할 수 있다. 향후 iNOS, MAPK 및 NF- κ B 관련 인자에 대한 추가 검토가 이루어진다면 항염 관련 반응에 대한 해석을 보다 구체화할 수 있을 것으로 판단된다.

3.3. MMP-1 발현 억제 효과

콜라겐은 진피층을 구성하는 핵심 단백질로 피부의 탄력과 강도를 유지하는 역할을 수행한다. 그러나 노화가 진행되거나 자외선 및 외부 환경 자극에 노출될 경우 콜라겐 분해가 촉진되며, 이로 인해 주름이 형성되는 것으로 알려져 있다(Roh 등, 2021). 콜라겐 분해 과정에서 MMP-1은 콜라겐을 직접적으로 분해하는 주요 효소로 작용하며, MMP-1의 과도한 발현은 진피 내 콜라겐 감소를 유도하여 피부 탄력 저하 및 주름 생성을 촉진하는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2024). 이에 본 연구에서는 섬유아세포에서 큰비쭉 추출물의 MMP-1 발현 억제 효과를 평가하였다. 섬유아세포 생존율 실험 결과 30 μ g/mL까지는 유의한 세포독성이 나타나지 않았으나 100 μ g/mL에서 약 11.90%의 세포독성이 확인되었다. 이에 따라 본 연구에서는 비특이적 독성을 최소화하면서 초기 효능평가 단계에서 유효 반응 범위를 확인하기 위한 단계적 스크리닝의 개념으로 1, 3, 10 및 30 μ g/mL의 농도 범위를 설정하였다. UV 조사 후 MMP-1 발현은 증가하였으나, 큰비쭉 추출물 처리군에서는 농도 증가에 따라 MMP-1 발현 수준이 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 큰비쭉 추출물은 1, 3, 10 및 30 μ g/mL의 농도에서

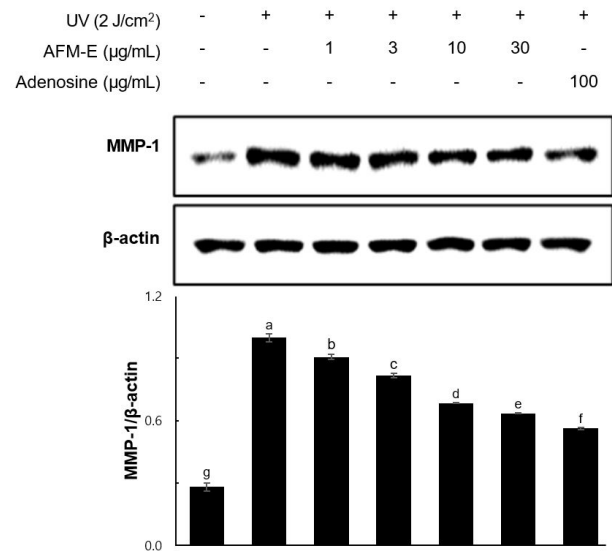


Fig. 3. Inhibitory effect of AFM-E on MMP-1 expression in human dermal fibroblasts. AFM-E was tested at 1, 3, 10, and 30 μ g/mL after UV irradiation, and adenosine (100 μ g/mL) was used as a positive control. MMP-1 expression was normalized to β -actin. All values are mean $\pm$ SD (n=3). Group differences were analyzed by one-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison test [F(6,14)=1146, p<0.0001]. Different letters above the bars indicate significant differences among groups according to Tukey's multiple comparison test (p<0.05). AFM-E, *Artemisia fukudo* Makino extract.

각각 12.79%, 25.25%, 43.80% 및 50.53%의 MMP-1 발현 억제율을 나타내었으며, 농도 증가에 따라 억제율이 증가하는 경향을 보였다. 또한 one-way ANOVA 분석 결과, 처리 농도에 따른 MMP-1 활성은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다 [F(6,14)=1146, p<0.0001]. 사후검정으로 Tukey의 다중비교검정을 수행한 결과, 각 처리군 간 MMP-1 발현 수준에 유의적인 차이가 확인되었으며, 군 간 유의차는 Fig. 3에 문자 첨자로 나타내었다. 한편, 양성대조군으로 사용한 adenosine은 100 μ g/mL 농도에서 60.78%의 MMP-1 발현 억제 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 큰비쭉 추출물이 섬유아세포에서 MMP-1 발현과 관련된 반응을 조절할 가능성이 있음을 보여준다. 또한 *Artemisia* 속 식물과 그 유래 성분이 피부 노화 개선과 관련된 효능을 나타낸다는 보고들이 있다. Kim 등(2025)에 의하면 *A. princeps* 유래 물질은 피부 섬유아세포에서 MMP-1 생성을 억제하고 콜라겐 합성을 증가시켜 항노화 효과를 보인 것으로 보고되었으며, *Artemisia vulgaris* 메탄올 추출물은 피부의 광손상에 대한 보호 효과와 함께 주름개선 효능을 보인 바 있다(Park 등, 2008). 이러한 선행연구들과 본 연구 결과를 함께 고려할 때, 큰비쭉 추출물은 주름개선과 관련된 기초 지표 중 하나인 MMP-1 발현 억제 측면에서 유의한 활성을 보인 것으로 판단된다. 다만,

본 연구에서는 섬유아세포에서의 MMP-1 발현 억제 효과를 중심으로 큰비쑥 추출물의 주름개선 관련 활성을 확인하였으며 향후 procollagen 또는 collagen 지표와 같은 추가적인 평가가 병행된다면, 큰비쑥 추출물의 주름개선 관련 효능을 보다 폭넓고 체계적으로 설명할 수 있을 것으로 기대된다.

3.4. AQP-3 발현 증가 효과

피부의 수분 항상성 유지에는 수분과 글리세롤의 이동을 조절하는 막 단백질인 AQP-3가 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다. AQP-3는 각질형성세포에 발현되어 피부 내 수분 전달과 보습 유지에 관여하며, 그 발현이 감소할 경우 피부 건조 및 장벽 기능 저하가 유발되는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2016; Song과 Kim, 2020). 이러한 점을 고려하여, 본 연구에서는 각질형성세포에서 큰비쑥 추출물의 AQP-3 발현 증가 여부를 평가하였다. 보습 평가는 각질형성세포를 이용하여 수행하였으며, 세포 생존을 검토 결과 3 µg/mL까지는 유의한 세포독성이 나타나지 않았으나 10, 30 및 100 µg/mL에서는 각각 11.22%, 17.66% 및 21.28%의 세포독성이 확인되었다. 이에 따라 본 연구에서는 비특이적 독성을 최소화하면서 보습 관련 반응을 확인하기 위한 범위로 0.3, 1 및 3 µg/mL의 농도를 설정하여 AQP-3 발현을 평가하였다. 그 결과, 큰비쑥 추출물 처리군에서 control군에 비해 AQP-3 발현 수준이 증가한 것으로 나타났다(Fig. 4). 큰비쑥 추출물은 0.3, 1 및 3 µg/mL의 농도에서 각각 115.02%, 118.28% 및 119.01%의 AQP-3 발현 증가율을 나타내었다. AQP-3 발현 수준에 대한 one-way ANOVA 분석 결과, 군 간 차이는 통계적으로 유의하였다[F(3,8)=480.1, $p<0.0001$]. Tukey의 다중비교검정 결과, control군과 큰비쑥 추출물 처리군 간에는 유의적인 차이가 확인되었으며, 처리 농도군 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 군 간 유의차는 Fig. 4에 문자 첨자로 나타내었다. 비교적 낮은 농도에서부터 유의적인 발현 증가가 관찰된 점은 큰비쑥 추출물이 세포 수준에서 AQP-3 발현 조절과 관련된 활성을 가질 가능성을 시사한다. AQP-3의 발현 증가는 각질형성세포의 수분 유지 능력 향상과 함께 피부 장벽 기능 회복에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며, 이는 피부 건조 완화 및 보습 지속력 향상과 관련될 수 있다. 이와 관련하여 *Artemisia argyi* 추출물은 인간 각질형성세포에서 AQP-3 및 hyaluronan synthase 2 (HAS2) 발현을 증가시켜 피부 수분 유지 능력을 향상시키는 것으로 보고되었으며(Wang 등, 2023), *A. princeps* 추출물은 건조 피부 장벽 개선과 관련된 생리활성을 나타낸 바 있어 피부 수분 유지 강화에 활용 가능성이 제기되었다(Hirano 등, 2017). 이러한 선행연구들은 *Artemisia* 속 식물이 피부 수분 조절과 관련된 지표에 영향을 미칠 수 있음을 보여주며, 본 연구에서 확인된 큰비쑥 추출물의 AQP-3 발현 증가 역시 이러한 경향과 유사한 결과로

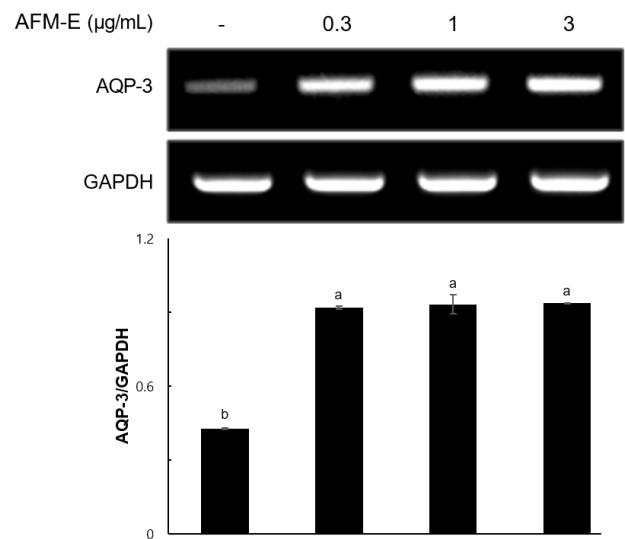


Fig. 4. Effect of AFM-E on AQP-3 expression in HaCaT cells. AQP-3 expression was normalized to GAPDH. All values are mean±SD (n=3). Statistical significance among groups was analyzed by one-way ANOVA followed by Tukey's multiple comparison test [F(3,8)=480.1, $p<0.0001$]. Different letters above the bars indicate significant differences among groups according to Tukey's multiple comparison test ($p<0.05$). AFM-E, *Artemisia fukudo* Makino extract.

볼 수 있다. AQP-3 발현 증가는 피부 보습과 관련된 생리적 반응을 반영하는 지표로 활용될 수 있으며, 본 연구 결과는 큰비쑥 추출물이 보습과 관련된 활성 가능성을 지닐 수 있음을 시사한다. 다만 보습 관련 특성을 보다 명확히 평가하기 위해서는 피부 수분 함량, 수분 손실량 또는 장벽 기능과 관련된 추가적인 평가가 함께 이루어질 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 AQP-3 발현 증가에 대한 양성대조군과의 직접적인 비교가 이루어지지 않았으므로, 향후 이러한 평가와 비교 검토를 함께 진행할 경우 큰비쑥 추출물의 보습 관련 활성에 대한 해석을 더욱 뒷받침할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 요약

본 연구는 일반 농경지(밭)에서 재배한 큰비쑥의 피부 관련 기초 효능을 평가하고 기능성 화장품 소재로서의 활용 가능성을 검토하고자 수행되었다. 전라남도 함평에서 재배된 큰비쑥을 채취하여 동결건조 후 열수 추출한 큰비쑥 추출물을 이용하여 미백, 항염, 주름개선 및 보습 효능을 *in vitro*에서 평가하였다. 큰비쑥 추출물은 tyrosinase 활성을 농도 의존적으로 억제하여 100 µg/mL에서 52.59%의 저해율을 나타냈으며, 이는 멜라닌 생성 억제와 관련된 미백 가능성을 시사하였다. 또한 LPS로 유도된 RAW 264.7 세포에서 NO 생성을 최대 75.64%까지

감소시켜 항염 관련 활성을 나타내었고, UV 자극을 가한 인간 섬유아세포에서는 MMP-1 발현을 최대 50.53% 억제함으로써 콜라겐 분해 억제를 통한 주름개선과 관련된 가능성을 보여주었다. HaCaT 세포에서는 AQP-3 발현을 최대 119.01%까지 증가시켜 피부 수분 조절과 관련된 보습 가능성을 시사하였다. 이러한 연구 결과를 통해 일반 농경지(밭) 조건에서 재배된 큰비쭉이 피부 미백, 항염, 주름개선 및 보습과 관련된 주요 기전을 동시에 조절하는 복합 기능성 소재로서 활용될 수 있음을 보여주었으며, 이와 같은 결과는 재배 큰비쭉의 피부 관련 기능성을 종합적으로 검토하는 데 활용될 수 있을 것으로 생각되며, 기능성 화장품 원료로서의 활용 가능성을 시사한다. 나아가 향후 제품 개발 및 상용화 가능성을 검토하기 위한 근거로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Funding

None.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Na HS. Methodology: Kim EH, Na HS. Formal analysis: Kim EH, Park MY, Lee HY, Kim JH, Oh GY, Lee SH, Ha TM, Kim JY, Park S, An YJ, Park YM. Writing - original draft: Kim EH, Park YM. Writing - review & editing: Na HS, Park YM.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Eun Hee Kim (First author)

<https://orcid.org/0009-0008-7011-6312>

Mun Young Park

<https://orcid.org/0009-0007-1452-9131>

Hee Yeon Lee

<https://orcid.org/0009-0007-7945-3692>

Je Hyoung Kim

<https://orcid.org/0000-0001-6304-5589>

Gyu Yeon Oh

<https://orcid.org/0000-0003-0726-8328>

So Hyeon Lee

<https://orcid.org/0009-0009-2467-0862>

Tae Man Ha

<https://orcid.org/0009-0003-4240-453X>

Jin Yeong Kim

<https://orcid.org/0000-0003-0613-8951>

Hwan Sik Na

<https://orcid.org/0000-0002-4982-5690>

Sook Park

<https://orcid.org/0000-0002-9856-9638>

Yang Joon An

<https://orcid.org/0009-0008-3501-8506>

Yoo Min Park (Corresponding author)

<https://orcid.org/0009-0004-1079-7858>

References

- Bora KS, Sharma A. The genus *Artemisia*: A comprehensive review. *Pharm Biol*, 49, 101-109 (2011)
- Carvalho IS, Cavaco T, Brodelius M. Phenolic composition and antioxidant capacity of six *Artemisia* species. *Ind Crops Prod*, 33, 382-388 (2011)
- Guelifet K, Kherraz K, Messaoudi M, Ferhat MA, Khattabi L, Bendrihem KA, Zahnit W, Harchaoui L, Aggoun K, Addad D, Benmohamed M, Azoudj Y, Boumechhour A, Rastrelli L. Seasonal and extraction-dependent variation in the composition and bioactivity of essential oils from wild *Rosmarinus officinalis* L. *Molecules*, 30, 4258 (2025)
- Hirano A, Goto M, Mitsui T, Hashimoto-Hachiya A, Tsuji G, Furue M. Antioxidant *Artemisia princeps* extract enhances the expression of filaggrin and loricrin via the AHR/OVOL1 pathway. *Int J Mol Sci*, 18, 1948 (2017)
- Ho SH, Kim D, Shin Y, Lee JO, Kim YJ, Lee JM, Jang Y, Park SJ. Effects of PB203 on the skin photoaging of ultraviolet B (UVB)-irradiated hairless mice and human keratinocytes. *J Biomed Transl Res*, 23, 215-234 (2022)
- Jang SJ, Kang SA. Anti-inflammatory effect of chung-dae in LPS-treated raw 264.7 cells. *Korean J Food Nutr*, 35, 116-126 (2022)
- Kang BR, Kim EH, Kim YK, Kim AH, Oh GY, Park YM, Jo AH, Na HS, Shin MY, An YJ, Cho JY, Lee SH. Comparison of the physicochemical properties of native and cultivated *Artemisia fukudo* Makino. *Food Sci Preserv*, 31, 267-275 (2024)
- Kim DH, Joh EH, Trinh HT, Han MJ. Anti-inflammatory effect of fermented *Artemisia princeps* Pamp in mice. *Biomol Ther*, 18, 308-315 (2010)
- Kim DW, Baek TS, Kim YJ, Choi SK, Lee DW. Moisturizing Effect of jellyfish collagen extract. *J Soc Cosmet Sci*

- Korea, 42, 153-162 (2016)
- Kim HE, Jo MG, Karadeniz F, Seo YW, Kong CS, Oh JH. Screening of skin-improving effects of halophyte on human dermal fibroblasts. *J Life Sci*, 35, 703-713 (2025)
- Kim HR, Kim S, Kim SY. Anti-arthritis activity of *Artemisia princeps* Pampanini on complete Freund's adjuvant-induced arthritis. *J Life Sci*, 31, 736-744 (2021)
- Kim JE, Chae KY, Park SN. Antioxidative and inhibitory activities on tyrosinase of *Hippophae rhamnoides* leaf extracts. *J Soc Cosmet Sci Korea*, 37, 265-273 (2011)
- Kim KM, Sohn YJ, Yeon JH. Anti-ageing activities of nanovesicles derived from *Artemisia princeps* in human dermal cells and human skin model. *J Extracell Biol*, 24, e70033 (2024)
- Kim MJ, Kim S, Hyun KH, Kim DS, Kim SY, Hyun CG. Antimelanogenic of *Artemisia fukudo* Makino extract in melanoma cells. *Korean Soc Biotechnol Bioeng J*, 32, 233-237 (2017)
- Kim MJ, Yang YJ, Yang JH, Lee WY, Kim WH, Lee JN, Park KI. Antioxidant activity and MMP-1 inhibitory activity of *Panax Ginseng* sprout extracts. *Herb Formula Sci*, 32, 83-90 (2024)
- Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH. Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. *J Life Sci*, 22, 844-851 (2012)
- Kim SY, Shin DU, Eom JE, Jung SY, Song HJ, Lim KM, Kim GD, Yun SI, Kim MY, Shin HS, Lee SY. *Artemisia gmelinii* attenuates lung inflammation by suppressing the NF- κ B/MAPK pathway. *Antioxidants*, 11, 568 (2022)
- Ko HJ, Sim SA, Park MH, Ryu HS, Choi WY, Park SM, Lee JN, Hyun CG. Anti-photoaging effects of upcycled *Citrus junos* seed anionic peptides on ultraviolet-radiation-induced skin aging in a reconstructed skin model. *Int J Mol Sci*, 25, 1711 (2024)
- Koo HJ, Kim SH, Ha CW, Jang SH, Choi JH, Lim JD, Sohn EH. Aqueous extract of *Allium victorialis* var. platyphyllum rhizome improves skin barrier and suppresses inflammation. *Korean J Med Crop Sci*, 31, 169-179 (2023)
- Ku HB, Son ES, Park MJ, Kim GN. Mechanisms of melanin biosynthesis and whitening effects of natural product-derived food ingredients: A review of recent research trends. *J East Asian Soc Diet Life*, 35, 240-248 (2025)
- Kwak JH, Seo UK, Han YH. Inhibitory effect of mugwort extracts on tyrosinase activity. *Korean J Biotechnol Bioeng*, 16, 220-223 (2001)
- Kwak TJ, Chang MY, Lee SM, Park SK, Park SN. Comparative study of melanin content in corneocyte with skin color. *J Soc Cosmet Sci Korea*, 36, 193-198 (2010)
- Lee GD, Kim JS, Bae JO, Yoon HS. Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in wormwood (*Artemisia montana* Pampan). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 21, 17-22 (1992)
- Lee SH, Park SY, Choi JW, Choi HJ, Park SJ, Hwang JH, Lee JH, Kim KC, An CB, Jeong JB. Inhibitory effect of *Nicotiana debneyi* against the melanogenesis. *Korean J Plant Res*, 37, 455-460 (2024)
- Oh JS, Park JS, Im SY. As a whitening effect and bioactive agent *Artemisia Princeps* extract evaluation. *J Beauty Art Manag*, 19, 99-112 (2025)
- Park JA, Jeong SH. Melanin inhibitory activity and changes in the melanin and erythema values of *Rumex crispus* L. extracts. *Kor J Aesthet Cosmetol*, 10, 291-297 (2012)
- Park SH, Hong YM, Choi YJ, Choi JH, Kim BK. Antiwrinkle effects of mugwort (*Artemisia vulgaris*) extracts on UVB-irradiated hairless mouse skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1136-1141 (2008)
- Park SI, Yoon HR, Shin JH, Lee SJ, Kim DY, Lee HM. Tyrosinase inhibitory activity and melanin production inhibitory activity of taraxinic acid from *Taraxacum coreanum*. *Korean J Plant Res*, 34, 368-376 (2021)
- Roh JS, Yeom HJ, Oh MJ, Lee JY. A study on the antioxidant and MMPs protein expression inhibitive effect of *Punica granatum* L. extract and its stabilization with liquid crystal emulsion. *J Life Sci*, 31, 164-174 (2021)
- Roh SS, Hwang DS. Inhibitory effect of active compounds isolated from *Impatiens balsamina*(Garden Balsam) for melanogenesis. *J Haehwa Med*, 21, 125-133 (2012)
- Seo KS, Yun KW. Antioxidant activities of extracts from *Artemisia capillaris* THUNB. and *Artemisia iwayomogi* KITAM. used as injin. *Korean J Plant Res*, 21, 292-298 (2008)
- Song H, Kim MS. Anti-aging & skin hydration effects of spore oil extracted from *Ganoderma lucidum*. *J Conver Inf Technol*, 10, 232-238 (2020)
- Sun C, Zhao C, Capanoglu Guven E, Paoli P, Simal-Gandara J, Ramkumar KM, Wang S, Buleu F, Pah A, Turi V, Damian G, Dragan S, Tomas M, Khan W, Wang M, Delmas D, Puy Portillo M, Dar P, Chen L, Xiao J. Dietary polyphenols as antidiabetic agents: Advances and opportunities. *Food Front*, 1, 18-44 (2020)
- Wang Z, Wang Q, Zhong W, Liang F, Guo Y, Wang Y, Wang Z. Moisturizing and antioxidant effects of *Artemisia argyi* essence liquid in HaCaT keratinocytes. *Int J Mol Sci*, 24, 6809 (2023)
- Yoon WJ, Lee JA, Kim KN, Kim JY, Park SY. *In vitro* Anti-inflammatory activity of the *Artemisia fukudo* extracts in murine macrophage RAW 264.7 cells. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 464-469 (2007)
- Yoon WJ, Moon JY, Song G, Lee YK, Han MS, Lee JS, Ihm

BS, Lee WJ, Lee NH, Hyun CG. *Artemisia fukudo* essential oil attenuates LPS-induced inflammation by suppressing NF-kappaB and MAPK activation in RAW 264.7 macrophages. Food Chem Toxicol, 48, 1222-1229 (2010)

Yoon YM, Bae SH, An SK, Choe YB, Ahn KJ, An IS. Effects of ultraviolet radiation on the skin and skin cell signaling pathways. Kor J Aesthet Cosmetol, 11, 417-426 (2013)