

기린초(*Sedum kamtschaticum* Fisch.) 추출 분획물의 피부 미백효과 연구

윤지혜^{1,*} · 박지혜^{2,*} · 김보라^{3,†}

¹목원대학교 화학·화장품학부, 학생

²목원대학교 대학원 화학과, 대학원생

³목원대학교 화학·화장품학부, 교수

(2020년 10월 17일 접수: 2020년 10월 29일 수정: 2020년 10월 29일 채택)

Skin Whitening Effect of *Sedum kamtschaticum* Fisch. Solvent Fractions

Jihye Yoon^{1,*} · Jihye Park^{2,*} · Bora Kim^{1,2,†}

¹Division of Chemistry and Cosmetics, Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea

²Department of Chemistry, The Graduate School of Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea

(Received October 17, 2020; Revised October 29, 2020; Accepted October 29, 2020)

요약 : 한국 자생식물인 기린초(*Sedum kamtschaticum* Fisch.)는 열수 추출 형태로 혈액 순환 개선과 항산화 및 항염증 효과를 내는 한약재로 사용되어왔다. 선행연구를 통해 기린초 여러 부위에서 우수한 항산화 효과를 확인하여, 본 연구에서는 기린초의 줄기(Stem)와 뿌리(Root) 부위를 각각 70% ethanol (SKS, SKR)로 추출한 후, n-hexane (SSH), ethyl acetate (SSE, SRE), chloroform (SSC, SRC) 및 water (SSW, SRW) 순서로 용매 극성별로 분획하여 화장품 소재로서 응용 가능성을 확인하였다. 각 분획물마다 총 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 확인한 결과 뿌리추출물(SKR)이 줄기추출물(SKS)보다 우수한 함량과 효과를 나타냈고, 전체적으로 ethyl acetate 분획물(SSE, SRE)이 가장 효과가 우수했다. 또한, tyrosinase 활성 저해 효과도 ethyl acetate 분획물이 가장 우수하였고, 모든 분획물은 세포독성이 없는 10 µg/mL 농도에서 B16F10 멜라노마 세포에 처리했을 때 우수한 멜라닌 생성 저해력을 보였다. 70% ethanol 추출물(SKS, SKR)에 대해 HPLC 분석 시 gallic acid와 quercetin을 포함한 플라보노이드가 검출되었다. 본 연구에서는 기린초의 피부 항산화 효과와 미백효과를 나타내는 기능성화장품 천연소재로서 응용 가능성을 제시한다.

주제어 : 기린초, 항산화, 멜라닌 생성 저해력, 미백화장품 소재, 화장품

Abstract : *Sedum kamtschaticum* Fisch., a native plant of Korea, has been used in Korean traditional medicine in the form of water extract for its capacity to improve blood circulation and for its antioxidant and anti-inflammatory effects. Since previous research suggests that *S. kamtschaticum* Fisch. has excellent antioxidant and mushroom tyrosinase inhibition activities, in this

[†]Corresponding author
(E-mail: bora0507@mokwon.ac.kr)

study, the root and stem parts of *S. kamschaticum Fisch.* are extracted in 70% ethanol (SKS, SKR), fractionated with and in order of n-hexane (SSH), ethyl acetate (SSE, SRE), chloroform (SSC, SRC) and water (SSW, SRW) according to the polarity of each solvent, and tested for its applicability as a cosmetic material. According to the total polyphenol, flavonoid contents and DPPH radical scavenging activity of each fraction, the contents and scavenging activity of the root extractions (SKR) were higher than those of the stem extractions (SKS), ethyl acetate fractions (SSE, SRE) being the most effective. In addition, ethyl acetate fractions had the highest tyrosinase inhibition activity and melanin synthesis inhibition activity used on B16F10 melanoma cells, at the concentration of 10 µg/mL. HPLC analysis detected a variety of polyphenols including gallic acid and quercetin. This study suggests the potential role of *S. kamschaticum Fisch.* as a natural cosmeceutical material.

Keywords : *Sedum kamschaticum Fisch.*, *Skin whitening effect*, *Antioxidant*, *cosmeceutical agent*, *Melanin synthesis inhibition*, *Cosmetics*

1. 서론

피부는 외부 환경으로부터 신체를 구별하는 장벽으로 미생물에 대한 감염이나 수분 손실로부터 신체를 보호한다. 그러나 태어난 이후 피부와 신체의 모든 기관의 노화 과정이 시작되며[1], 피부 노화의 경우에는 내인적(intrinsic) 요소와 외인적(extrinsic) 요소에 의하여 유도된다. 나이에 따른 피부 두께 감소, 건조, 잔주름 등이 내인적 요소에 속하며, 외인적 요소로는 오염된 공기에 대한 노출, 흡연, 자외선 노출 등을 내세울 수 있다[2]. 특히, 자외선에 대한 장기적 노출은 외인성 노화의 가장 주요 요인으로 이를 광노화(photoaging)라고 한다[3]. 지속적인 자외선 노출은 피부 구조의 파괴를 일으키고, 멜라닌 과생성을 일으켜 기미나 검버섯을 만든다[4]. 멜라닌은 멜라닌 세포의 세포질 내 멜라노솜(melanosome)에서 합성되며, 자외선이나 성장인자(growth factor) 및 호르몬 등에 의해 세포 내 다양한 기전으로 합성된다[5]. 자외선에 의해 멜라닌 형성 세포(melanocyte)는 멜라닌 합성반응 과정(melanogenesis)을 통하여[6], 주요소인 tyrosinase가 L-tyrosine이라는 아미노산을 기질로 하여 L-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)로 수산화이 일어나며, 최종적으로 멜라닌 합성이 이루어진다[7,8]. 그러나 비정상적으로 생성된 멜라닌은 피부 흑색종 및 색소 침착을 일으킨다[4]. Arbutin, kojic acid, azelaic acid 등 다양한 tyrosinase 저해제를 사용하여 멜라닌의 과도한 생성을 막고자 하지만, tyrosinase 저

해제의 심각한 부작용 사례들이 보고되며[9], 피부 안전성 문제로 제한된 사용량으로 인해 [10] 인체에 부작용이 적고 효과가 뛰어난 자연 유래 멜라닌 생성 억제 미백 소재에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[11,12]. 기린초(*S. kamschaticum Fisch.*)는 한국, 중국 및 일본에서 자생하는 식물로 열수 추출물의 형태로 혈액 순환의 개선과 항산화 및 항염증 효과를 내는 생약으로 사용되어 왔다[13]. 기린초 메탄올 추출물의 경우, macrophage에서 prostaglandin E2 (PGE₂)와 cyclooxygenase-2 (COX-2) 생성을 억제한다고 알려져 있다[14]. 그러나 기린초의 미백화장품 소재로의 연구는 미비한 편으로 정확한 미백 기전이 밝혀진 바가 없다. 미백화장품 소재 중 천연 소재에 대한 탐색은 전 세계적으로 많이 시도되었고, 많은 연구 성과들을 가져왔다[15]. 본 저자는 기린초의 꽃, 잎, 줄기 및 뿌리 부위를 추출하여 항산화 효과를 확인한 결과 줄기와 뿌리추출물이 가장 효과가 좋은 것을 확인하여 본 연구에서는 기린초의 줄기와 뿌리 부위 별 추출물 및 용매 분획물의 미백 소재로서의 활성을 확인하여 미백 기능성화장품 소재로서의 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 실험

2.1. 재료 준비

기린초는 세척 후 건조하여 줄기와 뿌리로 구

분하여 각각 70% Ethanol 1 L로 55°C, 24 hrs 조건에서 2회 반복 환류 추출하였다. 추출 후 여과지(Whatman)를 이용하여 여과 후, 50°C에서 감압 농축하였다. 이후 추출물을 정제수 200 mL에 현탁해 n-hexane, ethyl acetate, chloroform 순으로 유기용매를 이용하여 분획하였다. 분획의 경우 용매 별로 300 mL씩 3번 반복하여 분획했으며, 이후 분획물도 감압 농축기를 이용하여 농축하였다(Fig. 1). 각각의 시료는 DMSO를 이용하여 최대 농도로 stock을 제조하였으며, -20°C 조건에서 보관하여 실험에 사용하였다.

2.2. DPPH radical 소거능 측정

기린초 추출물 및 분획물의 항산화 능력을 측정하기 위하여 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)를 이용하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정했다. 각 시료를 농도별로 96 well plate에 분주한 후 0.2 mM DPPH 용액을 첨가했으며, 25°C, 30 min 조건에서 반응시켰다. 양성 대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였다. 반응 후, microplate reader (Epoch, BioTek Instruments, Inc. USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, SC₅₀ (Scavenging Concentration of 50%)을 구하여 DPPH 라디칼 소거능을 비교하였다.

2.3. 총 폴리페놀 함량 측정

기린초 추출물 및 분획물 내의 폴리페놀 성분을 정량하기 위하여 10% Folin-Ciocalteu (F-C) reagent (Sigma-Aldrich, USA)를 이용하여 폴리페놀의 함량을 정량했다. 10% F-C reagent와 700 mM Na₂CO₃ 용액을 분주한 후 25°C, 30 min 조건에서 반응시켰다. 이후 용액을 96 well plate를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 사용하여 standard curve를 그렸으며, 이후 기린초 추출물 및 분획물의 실험 결과를 곡선에 대입하여 폴리페놀 함량을 정량하였다.

2.4. 총 플라보노이드 함량 측정

기린초 추출물 및 분획물 내의 총 플라보노이드 함량을 정량하기 위하여 Diethyl glycol, 1 N NaOH 및 D.W를 첨가하여 반응된 색의 흡광도를 측정하였다. 시료를 농도별로 분주한 후 빛을 차단한 조건에서 37°C, 1 hrs 반응하였다. Microplate reader를 이용하여 420 nm에서 흡광

도를 측정하였다. Naringin (Sigma-Aldrich, USA)을 사용하여 standard curve를 그린 후, 시료의 결과값을 대입하여 총 플라보노이드 함량을 정량하였다.

2.5. HPLC analysis

분석에 사용된 chromatography 기기는 Waters Alliance e2695 HPLC system (Waters, Milford, MA)를 사용하였다. Column은 Kromasil 100-5C18 (250 × 4.6 mm)를 30°C로 유지하여 분석하였다. 이동상으로 3차 정제수는 Mili-Q system (Millipore, Bedford, MA, USA)으로 증류한 18 MΩ 이상인 탈이온수와 acetonitrile를 사용하였으며, 0.05% trifluoroacetic acid (TFA) water와 100% acetonitrile를 용매를 1 mL/min의 flow rate로 gradient elution condition으로 분석하였다. Detector의 경우 Waters 2998 photodiode array로 UV 210 nm에서 측정하였다.

2.6. Tyrosinase 활성 저해능 측정

기린초 추출물 및 분획물의 mushroom tyrosinase 활성 저해능력을 측정하기 위하여 0.1 M Potassium phosphate buffer (PPB, pH 6.8)를 사용하였다. 시료를 DMSO에 희석하여 농도별로 96 well plate에 첨가하고, 3 mM L-tyrosine (Sigma-Aldrich, USA)과 2000 U/mL mushroom tyrosinase (Sigma-Aldrich, USA)를 분주한 후 37°C, 10 min 조건에서 반응시켰다. Microplate reader를 이용하여 492 nm에서 흡광도를 측정했다. 양성대조군으로 kojic acid (Sigma-Aldrich, USA)를 사용하였으며, IC₅₀ (Inhibition concentration of 50%)을 구하여 tyrosinase 활성 저해능력을 비교하였다.

2.7. 세포 배양

B16F10 멜라노마 세포(B16F10 melanoma cell)는 ATCC (American Type Culture Collection)에서 분양받아 실험에 사용하였다. 배지는 Dulbecco's modified eagles medium (DMEM)에 1% penicillin/streptomycin과 10% fetal bovine serum (FBS)를 첨가하여 37°C, 5% CO₂ 조건으로 배양하였다.

2.8. 세포 생존율 측정

기린초 추출물 및 분획물이 세포 생존율에 미

치는 영향을 확인하기 위하여 WST-1 assay (water soluble tetrazolium salt-1 (WST-1) reagent)로 실험하였다. B16F10 멜라노마 세포를 96 well plate에 7.0×10^3 cell/well로 분주하여 24 hrs 배양한 후, 각 시료를 농도별로 처리하고 48 hrs 배양하였다. WST-1 시약을 첨가하여 4 hrs 동안 반응시킨 후 microplate reader로 450 nm에서 흡광도를 측정하여 세포 생존율을 확인하였다.

2.9. B16F10 멜라노마 세포 멜라닌 합성 저해능 측정

B16F10 멜라노마 세포(B16F10 melanoma cells, ATCC)를 60 π dish에 1×10^6 cells의 농도로 분주하고 24 hrs 배양하였다. 시료들은 각각 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 처리했으며, 세포의 멜라닌 생성을 유도하기 위해 3-Isobutyl-1-methylxanthine (IBMX, Sigma-Aldrich, USA)를 세포 생존율에 영향을 끼치지 않는 농도로 시료와 함께 처리하여 72 hrs 배양하였다. 세포를 떼어내어 centrifuge에서 11,000 rpm, 10 min 조건으로 원심분리하였다. 1 N NaOH를 pellet에 첨가하여 60°C, 1 hr 조건에서 용해시킨 용해물을 microplate reader를 이용하여 405 nm에서 멜라닌양을 측정하였다. Bradford assay를 실시하여 단백질 정량을 통해 멜라닌 생성량을 보정하였다. 멜라닌 생성 억제량은 200 μM IBMX로 처리한 대조군과 비교하여 저해율(%)로 표시하였으며, 양성 대조군은 kojic acid를 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도로 사용하였다.

2.10. 통계 처리

모든 실험은 3회 반복 실험하였으며, 평균 \pm 표준편차(Standard deviation, SD)로 표기하였다. GraphPad Prism을 이용한 One-way analysis of variance (ANOVA) test를 실시하였으며, Bonferroni 방법을 사용하여 사후검증을 시행하였다. $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의하다고 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기린초 추출 분획물의 DPPH radical 소거능 측정

Fig. 1에는 각 추출단계와 분획물의 이름을 표

시하였다. SKS의 SC_{50} (27.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$)은 SKR의 SC_{50} (13.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$)의 약 2배 정도 뿌리추출물 (SKR)가 줄기추출물(SKS)보다 항산화 효과가 더 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. 줄기분획물 중 SSE는 DPPH assay에서 양성 대조군으로 사용되는 ascorbic acid의 SC_{50} 과 비슷한(4.10 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 효과를 나타내었다. SSH도 추출물에 비해 낮은 SC_{50} (22.2 $\mu\text{g}/\text{mL}$)을 보이며 매우 우수한 항산화 효과를 나타내었다. 뿌리분획물 중에서도 SRE의 SC_{50} (7.54 $\mu\text{g}/\text{mL}$)이 가장 낮았다. 각각의 분획물은 n-hexane, water 및 chloroform의 순서로 좋은 라디칼 소거능 정도를 나타냈다(Table 1). 즉, 줄기와 뿌리 모두 ethyl acetate 분획물 (SSE, SRE)이 가장 항산화력이 우수하였다.

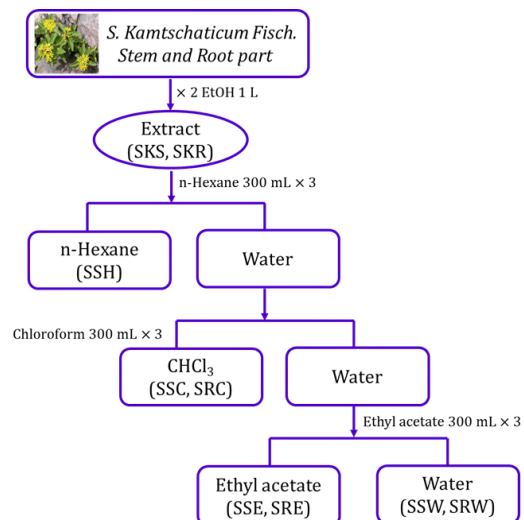


Fig. 1. After extracting the stem (SKS) and root (SKR) part of the *S. kamtschaticum* Fisch. with 70% ethanol, they were fractionated into the polarity of organic solvents in order of n-hexane (SSH), ethyl acetate (SSE, SRE), chloroform (SSC, SRC), water (SSW, SRW). The yield of n-hexane fraction for root part was insignificant small amount.

3.2. 기린초 추출 분획물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량 측정 결과, SKR에서 SKS보

다 많은 폴리페놀 함량이 측정되었다. SKR에서 검출된 총 폴리페놀 함량은 SKS에 비해 약 1.3배 정도였다. 줄기분획물은 추출물보다 적은 양의 폴리페놀이 검출되었다. SSW에서의 폴리페놀양이 가장 많이 함유하고 있으며, SSE, SSC 및 SSH 순으로 폴리페놀의 양이 많음을 확인할 수 있었다. 그에 비해 뿌리분획물은 SRE에서 추출물보다 많은 양의 폴리페놀이 검출되었다. 나머지 분획물은 추출물보다 적은 양의 폴리페놀이 확인되었다 (Table 1). 총 플라보노이드 함량 측정 결과 분획물에 비해 줄기 및 뿌리추출물이 함량이 많은 것을 확인하였다. SKR 내의 플라보노이드 함량이 SKS보다 약 2배 많았으며, 두 부위에서 공통적으로 추출물, ethyl acetate, n-hexane, water 및 chloroform 분획물 순서로 플라보노이드 함량이 높은 경향성을 보였다.

3.3. 기린초 추출 분획물의 tyrosinase 활성 저해능 측정

SKS의 IC₅₀ (637.3 µg/mL)과 SKR의 IC₅₀ (658.1 µg/mL)을 통해 SKS이 SKR에 비해 tyrosinase 활성 저해능이 우수함을 확인하였다. 줄기분획물의 경우 SSE의 IC₅₀가 359.6 µg/mL로 줄기추출물보다 더 좋은 효과를 나타냈으며,

SSW, SSC, SSH 순으로 IC₅₀이 낮게 나타났다. 뿌리 분획물 또한 SRE의 IC₅₀이 561.6 µg/mL로 뿌리 분획물 중 가장 낮았으며, SRW, SRC 순으로 IC₅₀ 값이 낮았다. 두 결과를 통해 분획물의 tyrosinase 활성 저해능이 ethyl acetate, water 및 chloroform 순으로 좋음을 확인할 수 있었다 (Table 1).

3.4. 기린초 추출 분획물의 세포 생존율 측정

기린초 줄기분획물 중 SSW에서 세포 생존율이 가장 높게 나타났으며, 그에 비해 SSE, SSH 및 SSC는 20 µg/mL에서 독성을 보였다(Fig. 2(a)). 기린초 뿌리분획물 또한 SRW에서 가장 높은 생존율을 확인하였으며, 다른 분획물은 20 µg/mL에서 다소 독성이 있음을 확인했다(Fig. 2(b)). 줄기와 뿌리를 통틀어 모든 분획물은 10 µg/mL에서 80% 이상의 생존율을 보였으며, 이를 토대로 B16F10 멜라노마 세포에서의 10 µg/mL 이하로 멜라닌 생성 저해력 시험을 수행하였다.

3.5. B16F10 멜라노마 세포 멜라닌 생성 저해능 측정

세포 독성이 나타나지 않는 10 µg/mL 농도에서 실험을 진행하였으며, positive control인 kojic

Table 1. The table shows the result of DPPH radical scavenging activity *in vitro* test, total polyphenol, flavonoid contents and tyrosinase inhibition activity (a) the stem part fractions (fr.), (b) the root part fractions (fr.).

(a)

Stem fr.	Polyphenol content (mg/g)	Flavonoid content (mg/g)	DPPH scavenging (SC ₅₀)	Tyrosinase inhibition (IC ₅₀)
SKS	361.5 ± 58	169.8 ± 2	27.7 µg/mL	637.3 µg/mL
SSH	62.6 ± 4	44.1 ± 8	22.2 µg/mL	1199.9 µg/mL
SSE	137.9 ± 31	121.9 ± 1	4.1 µg/mL	359.6 µg/mL
SSC	88.9 ± 8	36.4 ± 16	48.1 µg/mL	777.7 µg/mL
SSW	215.5 ± 17	37.7 ± 17	47.3 µg/mL	572.5 µg/mL

(b)

Root fr.	Polyphenol content (mg/g)	Flavonoid content (mg/g)	DPPH scavenging (SC ₅₀)	Tyrosinase inhibition (IC ₅₀)
SKR	491.3 ± 63	380.2 ± 8	13.8 µg/mL	658.1 µg/mL
SRE	1077.3 ± 81	104.3 ± 23	7.5 µg/mL	561.6 µg/mL
SRC	96.1 ± 28	15.1 ± 4	308.6 µg/mL	2825.7 µg/mL
SRW	304.1 ± 94	48.3 ± 9	36.7 µg/mL	1013.7 µg/mL

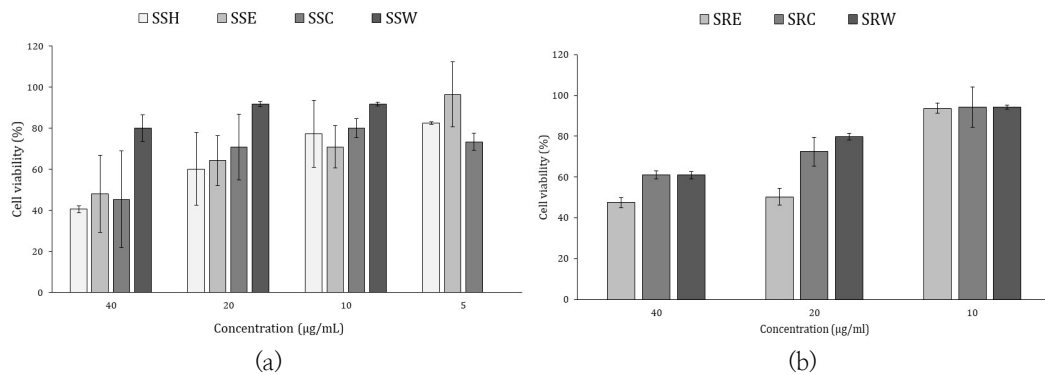


Fig. 2. The cell viability of *S. kamtschaticum* Fisch. (a) stem part, (b) root part, Each bar shows mean ± S.D. from three independent experiments. The experiment was conducted by the WST-1 assay.

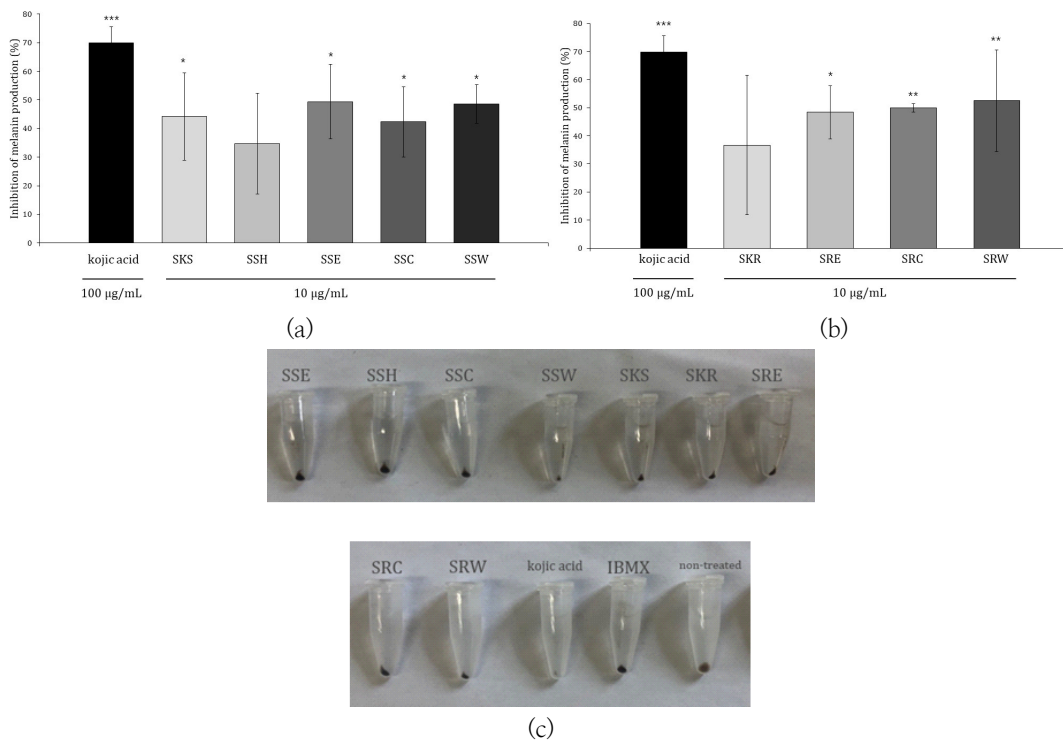


Fig. 3. The inhibition of melanin production of *S. kamtschaticum* Fisch. (a) stem part. (b) root part. The samples containing 200 µM of IBMX were treated at the concentration of 10 µg/mL. kojic acid was treated at the concentration of 100 µg/mL. (c) the picture of the cell pellets. Each bar shows mean ± S.D. from three independent experiments.

* p < 0.05, *** p < 0.001 compared to the untreated control group.

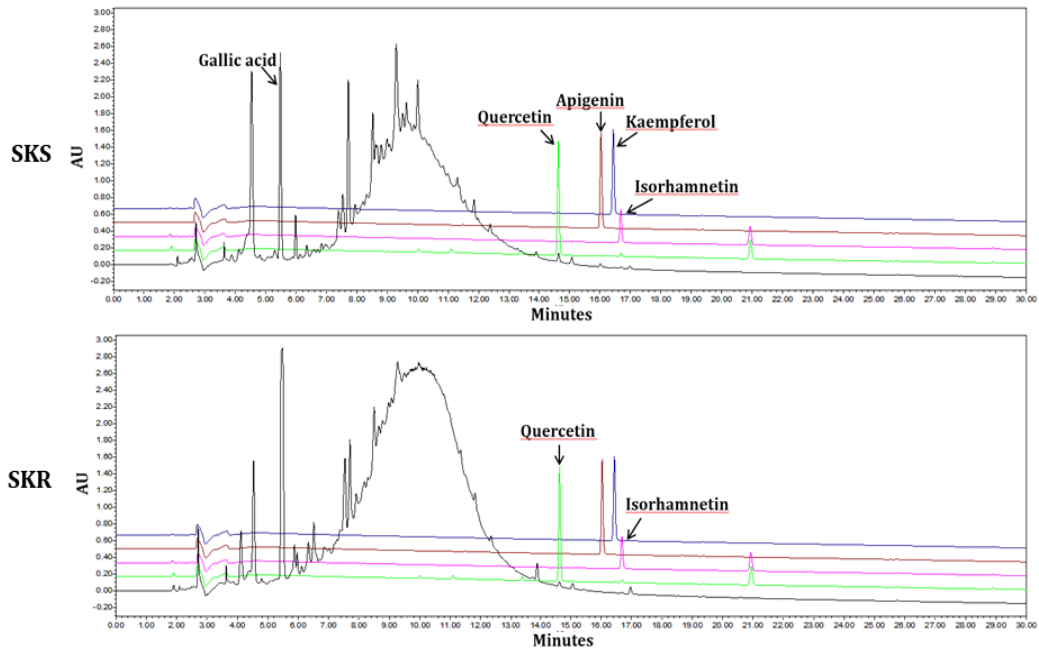


Fig. 4. Analysis of HPLC in SKS and SKR. Each extract was detected as gallic acid, quercetin, apigenin, kaempferol and isorhamnetin as standard samples.

acid는 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 멜라닌 생성 저해능을 확인하였다. 줄기분획물에서 SSE가 약 49.3%의 멜라닌 생성 저해율을 보이며, 10배 높은 농도인 kojic acid와 비슷한 정도의(69.9%) 높은 활성을 보였다. SSW, SKS, SSC 및 SSH 순서로 높은 멜라닌 합성 저해능을 나타냈다(Fig. 3(a)). 뿌리분획물에서는 SRW가 약 52.5%의 멜라닌 합성 저해율을 보이며, positive control인 kojic acid와 비슷한 정도의(69.9%) 높은 활성을 보였다. SRC, SRE 및 SKR 순서로 높은 멜라닌 합성 저해능을 보였다(Fig. 3.(b)). 분획물 중 SRW가 가장 높은 저해능을 보였으며, SRC, SSE, SSW, SRE, SKS, SSC, SKR 및 SSH 순으로 멜라닌 생성 저해능이 좋음을 확인하였다.

3.6. 기린초 추출물의 HPLC 분석 결과

줄기추출물에서는 gallic acid와 quercetin, apigenin, kaempferol, isorhamnetin의 플라보노이드가 소량 검출되었고, 뿌리추출물에서는 quercetin, isorhamnetin이 소량 검출되었다. Gallic acid는 Wnt/ β -catenin pathway 저해함

으로써 tyrosinase 발현 전사인자를 억제하여 미백효과를 보인다고 보고되었다[16]. 이와 같이 다양한 2차 대사산물들은 복합적으로 tyrosinase 활성 저해 이외에도 다양한 흑화 기전을 조절함으로써 매우 우수한 멜라닌 생성 저해력을 나타낸 것으로 보인다.

4. 결론

본 연구에서는 기린초 추출물 및 분획물의 항산화 효과 및 미백 활성 정도를 확인하기 위해 *in vitro* 실험으로 DPPH radical 소거능 실험, 폴리페놀 및 플라보노이드 정량, tyrosinase 활성 저해 시험, 세포 생존능력 시험 및 B16F10 멜라노마 세포 멜라닌 합성 저해능 시험을 진행하였다. DPPH radical 소거능 결과에서는 SSE가 4.10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 SC_{50} 값을, SRE가 7.54 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 SC_{50} 값을 나타냈다. 총 폴리페놀 함량 측정 결과에서는 SSW, SRW에서 높은 폴리페놀 함량을 보였으며, SRE는 매우 높은 폴리페놀 함량을 보

였다. 총 플라보노이드 함량 측정의 경우 추출물에서 분획물보다 높은 함량의 플라보노이드 함량을 확인할 수 있었으며, SKR에서 가장 많은 플라보노이드가 나타났다. 뿌리, 줄기에는 HPLC 분석을 통해 gallic acid, quercetin, apigenin, kaempferol, isorhamnetin가 검출되었고 이는 다양한 생리활성을 나타낼 것으로 사료된다. 대부분의 실험 결과를 통해 ethyl acetate 분획물(SSE, SRE)이 좋은 효과를 가지는 경향성을 보였으나, B16F10 멜라노마 세포 멜라닌 합성 저해능 시험에서는 다른 분획물에서도 좋은 효과를 가졌음을 확인할 수 있었다. 또한, tyrosinase 활성 저해 시험에서 다소 높지 않은 활성을 보였던 대부분의 시료가 B16F10 멜라노마 세포 멜라닌 합성 저해능 시험에서 kojic acid와 비슷하게 좋은 활성을 보이는 것을 통해 기린초 추출물 및 분획물이 멜라닌 합성 저해 기전에서 tyrosinase 생성 이전의 단계의 인자를 저해함으로써 미백 효과를 발현하는 것으로 유추할 수 있다. 이는 추후 분자 생물학적 실험을 통해 자세한 피부 미백 기전을 알 수 있을 것으로 생각한다. 앞서 진행한 실험들의 결과를 통해 기린초 추출물 및 분획물은 피부 항산화 및 미백 기능성화장품 원료로서 활용 가능성을 제시한다.

References

1. S. Zhang, E. Duan, "Fighting against skin aging: the way from bench to bedside", *Cell Transplantation*, Vol.27, No.5, pp. 729-738, (2018).
2. J. Krutmann, A. Bouloc, G. Sore, B. A. Bernard, T. Passeron, "The skin aging exposome", *Journal of Dermatological*, Vol.85, No.3, pp. 152-161, (2017).
3. A. C. Mora Huertas, C. Schmelzer, W. Hoehenwarter, F. Heyroth, A. Heinz, "Molecular-level insights into aging processes of skin elastin", *Biochimie*, Vol.128-129, pp. 163-173, (2016).
4. Y. R. Jung, D. H. Kim, S. R. Kim, H. J. An, E. K. Lee, T. Tanaka, N. D. Kim, T. Yokozawa, J. N. Park, H. Y. Chung, "Anti-wrinkle effect of magnesium lithospermate B from *Salvia miltiorrhiza* BUNGE: inhibition of MMPs via NF- κ B signaling", *PLoS One*, Vol.9, No.8, e102689, (2014).
5. S. Jeon, W. Hwang, Y. Hong, M. Kim, E. Ahn, S. Park, "Inhibitory effects of *Hericium erinaceus* extracts on melanin synthesis and oxidative stress", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, Vol.14, No.4, pp. 427-435, (2016).
6. Y. M. Yoon, S. H. Bae, S. K. An, Y. B. Choe, K. J. Ahn, I. S. An, "Effects of ultraviolet radiation on the skin and skin cell signaling pathways", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, Vol.11, No.4, pp. 417-426, (2013).
7. T. I. Oh, J. M. Yun, E. J. Park, Y. S. Kim, Y. M. Lee, J. H. Lim, "Plumbagin suppresses α -MSH-induced melanogenesis in B16F10 mouse melanoma cells by inhibiting tyrosinase activity", *International Journal of Molecular Sciences*, Vol.18, No.2, pp. 320, (2017).
8. Y. S. Baek, Y. B. Ryu, M. J. Curtis-Long, T. J. Ha, R. Rengasamy, M. S. Yang, K. H. Park, "Tyrosinase inhibitory effects of 1,3-diphenylpropanes from *Broussonetia kazinoki*", *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Vol.17, No.1, pp. 35-41, (2009).
9. D. H. Han, K. S. Park, "Analysis on the purchasing condition and satisfaction of whitening cosmetics", *Journal of the Korean Society of Fashion & Beauty*, Vol.4, No.4, pp. 42-55, (2006).
10. E. J. Seo, E. S. Hong, M. H. Choi, K. S. Kim, S. J. Lee, "Antioxidant and skin whitening effects of *Rhamnus yoshinoi* extracts", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.42, No.6, pp. 750-754, (2010).
11. J. S. Han, D. H. Yi, "Effects of pine needles fermentation extracts on antioxidant activity and inhibition of melanin synthesis", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, Vol.10, No.10, pp. 619-624, (2012).

12. M. Y. Yoon, E. H. Han, Y. S. Han, "A study on anti-oxidant activity and whitening action of *Plantago asiatica* L seed extract", *Journal of the Korean Society of Beauty and Art*, Vol.14, pp. 259-269, (2013).
13. K. H. Bae, *The Medicinal Plants of Korea*, pp. 202, *Kyo-Hak Publishing*, (2000).
14. D. W. Kim, K. H. Son, H. W. Chang, "Anti-inflammatory activity of *Sedum kamtschaticum*", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.90, No.2-3, pp. 409-414, (2004).
15. J. S. Park, H. G. Kim, "The research of the way to gain domestic and foreign market economy force of whitening cosmetics", *International Area Studies Review*, Vol.21, pp. 121-141, (2017).
16. T. R. Su, J. J. Lin, C. C. Tsai, T. K. Huang, Z. Y. Yang, M. O. Wu, "Inhibition of melanogenesis by gallic acid: possible involvement of the PI3K/Akt, MEK/ERK and Wnt/ β -Catenin signaling pathways in B16F10 cells", *International Journal of Molecular Sciences* Vol.14, No.10, pp. 20443-20458, (2013).