Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 22, No. 3 pp. 408-414, 2021

https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.3.408
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

수세미오이 발효추출물의 항산화 및 피부암 억제 효과

김송이, 감다혜, 김준희, 염서희, 박재현, 김진우*
선문대학교 식품과학과

Enhancement of Antioxidant and Skin Cancer Inhibition Effects by Fermented Luffa aegyptiaca Extract

Song Yi Kim, Da Hye Gam, Jun Hee Kim, Suh Hee Yeom, Jae-Hyun Park, Jin Woo Kim*
Department of Food Science, Sun Moon University

요 약 본 연구의 목적은 수세미오이 추출물을 유산균을 이용한 발효를 통해 항산화 활성과 함께 생체 활성 물질의 생산을 증대하고 자외선 흡수 및 피부 흑색종 세포 성장 억제를 강화하여 피부암 예방 효과를 향상시키는 데 있다. 수세미오이 발효추출물의 총 폴리페놀(TPC)과 항산화 활성도가 30.23 mg GA/g DM와 45.12%로 열수추출물보다 약 1.4배 높은 수준으로 확인되었다. 자외선 흡수율에 있어 발효추출물은 열수추출물보다 1.5배 높은 53.9%의 흡수율을 보였는데 발효를 통해 증가된 TPC에 의해 UV 흡수가 증가했다는 결론을 도출하였다. 항암효과에 있어 발효추출물과 열수추출물에서 각각 1.0 와 2.0 mg/mL에서 피부 흑색종세포에 대한 성장저해 효과가 나타나 추출물 발효에 따른 항암효과가 증가했음을 알 수 있었다. 발효추출물의 자외선 흡수율에 있어 열수출물보다 2.4배 높아 피부암 예방효과가 예상되며, 수세미오이 발효를 통해 항산화, 자외선차단과 피부암 저해 효과를 가지는 화장품, 식품 및 의약품 소재 개발 가능할 것으로 사료된다.

Abstract This study aimed to improve the production of bioactive materials with antioxidant activity using a fermented *Luffa aegyripia* extract and improve the anticancer effect by enhancing UV absorption and inhibiting melanoma cell growth. The total phenolic content (TPC) and antioxidant activity of the fermented extract were 30.23 mg GAE/g DM and 45.12%, respectively, which was 1.4 times higher than that of the hot-water extract (HWE). The fermented extract showed a UV adsorption rate of 53.9%, which was 1.5 times higher than HWE, and it was concluded that UV absorption was increased by TPC, which was increased through the fermentation of *L. aegyptiaca* extracts using *Lactobacillus*. In the anticancer effect test, fermented and HWE extracts had carcinogenic effects of 1.0 and 2.0 mg/mL, respectively. This suggests that the increased antioxidant activity due to the increase in TPC caused by fermentation contributed to the anticancer effect. The UV absorption rate of fermented extracts was 2.4 times higher than HWE, giving them potential use as cosmetics and pharmaceutical materials with high polyphenol contents and antioxidant properties and skin cancer prevention.

Keywords : *Luffa aegyptiaca*, Fermentation, Antioxidant, UV-B, Melanoma, Anti-cancer

*Corresponding Author : Jin Woo Kim(Sun Moon University)
email: biochem.jk@gmail.com
Received November 9, 2020 Revised March 3, 2021
Accepted March 5, 2021 Published March 31, 2021

1. 서론

수세미오이는 박과의 덩굴성 식물로서 열대 및 아열대 기후에서 성장하는 초본식물로 일반적으로 수세미라 불리며 민간요법에서 지혈, 해독, 이뇨, 혈행 부전 치료를 위해 이용된 기록이 있으며 미성숙 과실의 경우 과육이 스펀지의 구조를 가져 수세미로 널리 사용되고 있다[1]. 최근 다양한 약리효능을 가지며 재배가 용이한 수세미오이는 농가 수익 작물로써 널리 보급되고 있으며 유효성분인 스테롤, 사포닌과 플라보노이드 등이 보고됨에 따라 식용, 약재 및 화장용 소재로 활용도가 증가하는 추세이다[2]. 최근 기능성 화장품의 소재로서 천연추출물이 많이 연구되고 있으며, 특히 내재적인 노화와 자외선에 의한 광노화에 대한 연구가 활발히 진행 중이다[3]. 내재적인 노화는 피부 기저층의 단백질을 분해시켜 피부 건조, 잔주름 형성 및 탄력이 소실되는 물리적 특징을 일으키며 광노화는 자외선에 의하여 피부주름 생성, 피부 건조, 색소 침착 및 말초혈관을 확장시켜 피부노화를 촉진한다고 알려져 자외선 차단을 통한 광노화 방지에 많은 소재가 개발 되고 있다[4].

자외선은 태양광선의 전자파장으로 장파자외선(UV-A; 320-400 nm), 중파자외선(UV-B; 280-320 nm), 단파자외선(UV-C; 200-280 nm)으로 분류되며 피부 침투에 의한 피부 기저층에 광생물학적 반응을 일으켜 화상, 색소침착, 광노화, 및 피부암과 같은 질병을 유발한다[5]. 자외선 영역 중 UV-A는 피폭에 의한 즉시형 색소 침착을 발생시키며 UV-B는 고에너지 준위에 의한 일광화상을 유발시켜 지연형 색소 침착을 일으킨다[6]. 광노화의 주요 원인인 자외선은 진피층 내 기질금속 단백질(matrix metalloproteinases, MMP) 분해 효소의 활성을 증가 시켜 아교섬유를 분해하여 피부 주름을 증가시키고 탄력을 감소시켜 노화를 촉진시킨다. 특히, 지속적인 자외선 노출은 활성산소를 발생 시켜 산화적 스트레스에 의한 세포내 단백질, 지질 및 DNA의 손상을 일으켜 피부암의 원인이 되므로 피부암 발생 예방을 위해서는 항산화와 자외선차단 효과를 가지는 소재의 발굴이 중요하다[7].

자외선에 의한 피부노화와 피부암 방지에 대한 연구는 합성 및 천연소재로부터 신규 자외선 차단제, 항산화제나 치료제 발굴을 중심으로 진행되고 있으나, 최근에는 유산균을 이용한 발효를 통한 유용물질의 생산 및 효소적 전환 기술이 이용되고 있다. 당류를 발효하여 유기산을 생산하는 유산균은 식품의 풍미증진, 보존성 증대, 정장, 항균, 콜레스테롤 저하, 항암 및 면역 조절작용을 한다고 보고되고 있다[8]. 또한, 유산균에 의해 생산되는 α-galactosidase와 β-glucosidase는 식물체에 풍부하게 포함되어 있는 폴리페놀류 및 배당체를 분해하여 기능성을 증진한다는 연구 결과가 보고되고 있어 유산균을 이용한 발효 및 효소전환을 통한 고부가가치의 항산화 및 항암물질 생산에 대한 관심이 증가하고 있다[9].

본 연구에서의 목적은 수세미오이 추출물을 *Lactobacillus* 속 균주를 이용하여 발효 전후의 항산화, 자외선 차단 및 항암효과를 평가하고 수세미오이 발효추출물이 항암 기능성을 가지는 소재 화장품과 의약품 소재로 활용 가능성을 평가하는 데 있다.

2. 본론

2.1 실험재료

본 실험에서 사용된 수세미오이는 경북 영천에서 2020년에 생산된 건조물을 구매하여 사용하였고 초음파 추출을 위해 탁상형 초음파기(JAC Ultrasinic, Hwaseng, Korea)를 사용하여 40 kHz의 출력으로 80 ℃에서 30 분간 추출을 진행하여 분석에 사용하였다. 실험에 사용된 시약은 Sigma-Aldrich (St. Louis, USA)의 순도 99.5 % 이상 시약을 사용하였다.

2.2 균주 분리 및 동정

수세미오이 추출물 발효를 위한 균주를 분리하기 위해 Difco MRS media (BD Biosciences, Sparks, USA)를 사용하였다. MRS 고체배지는 한천 2 %(w/v)를 첨가하여 제조하였다. 균주분리를 위하여 김치 국물을 1/100으로 희석하여 0.1 mL을 평판 배지에 도말을 하여 35℃ 항온기에서 24 시간 배양하였다. 평판배지에서 단일 콜로니를 MRS 액체배지 10 mL에 백금이를 이용하여 접종하여 35℃ 항온기에서 48 시간 배양하였다. 수세미오이 발효균주는 API ZYM kit (bioMerieux Co., Marcy-l'Etoile, France)를 이용하여 β-glucosidase 외 18가지 효소 활성을 검사하였고 MRS 배지에서 최대 β-glucosidase 활성을 보이는 생장 및 발효 조건을 선택하여 균주를 선발하고 16S rRNA 유전자 염기서열을 이용한 균주동정은 코스모진텍(SungSoo Gu, Seoul)에 의뢰하였으며 Universal primer 27F (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3')와 1492R (5'-TACGGYTAC

CTTGTTACGACTT-3')을 사용하여 유전자를 증폭한 후 PCR 산물을 정제하여 염기서열을 해독하였다. BLASTN search와 CLUSTAL W 프로그램을 사용하여 해독된 균주의 염기서열과 서열 일치도가 높은 표준균주의 16S rRNA 유전자 염기서열을 비교하였다.

2.3 수세미오이 추출물 발효

Lactobacillus sp. SMK13 발효를 위해 MRS를 기본 배지로 사용하였으며 1 M HCl과 1 M NaOH를 이용하여 배지의 pH를 7로 조정하고 50 mL를 250 mL 배양 플라스크에 분주하여 고압멸균기(SAC05060P, DaeHan Sci.. Co., Korea)에서 121℃로 15 분간 멸균하였다. 멸균된 배지에 12 시간 배양한 종균을 1%를 접종하여 진탕배양기에서 35℃ 조건으로 150 rpm으로 24 시간 배양하였다. 조효소액 생산을 위해서 세포를 초음파 호모게나이저를 이용하여 파쇄하였다. 생산 된 조효소액을 0.1 M HCl과 0.1 M NaOH로 pH를 7로 조정하고 건조 수세미분말과 1:10의 고액비(w/v)로 혼합하여 48 시간 효소분해를 진행하였다.

2.4 동물세포 배양

사람 간암세포인 HepG2 (Human hepatoblastoma, KCLB No. 88065)는 Korea Cell Line Bank (KCLB)로부터 분양받았으며 흑색종세포인 B16F0 암세포주는 생물자원센터(KCTC, Korea)에서 분양받아 각각 10% Fetal Bovine Serum (FBS, Thermo Fisher Co, USA)와 1% Penicillin (Thermo Fisher Co, USA)가 함유된 DMEM 배지(Thermo Fisher Co, USA)를 이용하여 37℃, 5% CO_2 Incubator에서 배양하였고 80~85% confluency를 보일 때 3-4일마다 계대배양하여 실험에 사용하였다. 세포배양을 위해 37℃, 5 % CO_2 incubator를 사용하였다.

2.5 항산화 활성 측정

항산화 활성은 전자공여능 측정법의 하나인 DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity assay를 사용하였다[10,11]. DPPH 시약을 MeOH로 희석하여 분광광도계를 이용해 517 nm에서 O.D 값을 1.0로 맞춰 희석액을 준비하고 시료 0.25 mL에 희석한 DPPH 시약 1.25 mL를 가하여 암실에서 20분간 정치반응 후 원심분리하여 517 nm에서 흡광도를 측정하고 대조군과 비교하여 아래와 같이 자유라디칼 소거활성을 백분율로 표현하였다.

$$Radical\ scavenging\ activity\ (RSA, \%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 흡광도
B: 무처리군의 흡광도

2.6 총 폴리페놀 함량(TPC) 측정

TPC (total polyphenolic content) 분석은 Folin-Ciocalteu 시약을 사용하여 측정하였다[12,13]. 추출물을 1 mg/mL로 희석한 후, 희석한 각 추출물을 0.14 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu 용액을 0.7 mL 첨가한 반응액을 실온에서 8 분간 방치한 후 7.5% Na_2CO_3 0.56 mL을 가하여 1 시간 반응을 진행시킨 후 분광광도계(UV1650PC; Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. TPC 함량은 표준물질인 갈릭산(Sigma-Aldrich, USA)를 농도별로 희석하여 표준곡선을 작성한 후 정량하였다. TPC 함량은 추출물 건조 중량당 정량된 갈릭산의 양을 mg으로 나타내어 mg gallic acid equivalent/g dry matter (mg GAE/g DM)로 표현하였다.

2.7 자외선 흡수량 측정

수세미오이 추출물과 발효추출물을 각각 50배 희석한 후 UV/VIS 분광광도기를 이용하여 200~400 nm의 UV 파장에서 흡수스펙트럼을 관찰하였다. 자외선 흡수능 비교를 위한 대조군으로 화학합성 자외선흡수제인 Disodium Phenyl Dibenzimidazole (DPD)를 사용하였으며, 100 ppm을 농도가 되게 정제수로 희석하여 수세미오이 추출물과 추출물 발효물의 자외선 흡수량을 비교하고 정제수를 기준선으로 투과 스펙트럼을 측정하여 백분율로 계산하였다.

$$UV adsorption\ (UVads., \%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 투광도 (%)
B: 무처리군의 투광도 (%)

2.8 세포생존율 측정

추출물과 발효물이 일반세포와 암세포 생존에 미치는 영향을 평가하고자 세포생존율 실험인 MTT assay를 수행하였다. 세포주를 1×10^4 cells/well로 96 well plate

에 180 uL씩 분주하여 24 시간 배양하였다. 이후 배지를 제거하고 추출물을 농도별로 희석하여, 20 uL씩 plate에 분주하du 37℃의 5 % 항온배양기에서 72 시간 배양하였다. 배지를 제거하고 MTT 시약(Sigma Aldrich, USA)을 0.25 mg/mL로 PBS에 용해시켜 배지와 혼합하여 plate에 분주한 후, 4 시간 배양하였다. 이후 formazon 결정을 용해를 위해 시약을 모두 제거하고 DMSO를 100 uL 분주하여 microplate reader를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.9 통계처리

본 실험의 결과값은 3회 독립실험한 결과값을 평균±표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성은 SPSS (SPSS Inc., IL, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 항목별 실험결과들은 일원배치분산분석 통해 유의성을 검증하였으며 Duncan's multiple test를 통해 시료간의 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 균주 분리 및 동정

김치로부터 분리한 균주를 MRS 배지에서 배양하여 명확한 단일 콜로니 형태를 보이는 균주를 선별하고 동정 및 계통학적 분류를 위하여 코스모진텍(Sungdong, Seoul)에 sequencing을 의뢰하여 분리한 균의 16S rRNA gene 영역은 2024 bp의 염기로 구성되어 있어 *Lactobacillus plantarum*에 속하는 균주로 확인되었으며, 최종적으로 *Lactobacillus* SMK13으로 명명하였다.

3.2 TPC 및 항산화 활성 평가

수세미오이의 열수추출물과 발효추출물의 TPC 비교에 있어 발효추출물에서 30.23 mg GAE/g가 확인되어 열수추출물에 비해 약 1.4배 높음이 확인하였고 항산화 활성의 지표인 전자공여능 또한 발효추출물에서 45.12%로 열수추출물이 비해 약 1.5배 높음이 확인되었다. 추출물 발효에 의한 TPC와 항산화 활성 증가는 발효에 의해 생성된 가수분해효소가 추출물에 포함된 폴리페놀의 집합체인 리그닌을 셀룰로스와 헤미셀룰로스로부터 해리시켜 폴리페놀 함량이 증가함에 따라 항산화능이 증가한 것으로 사료된다[14]

Table 1. Comparison of TPC and antioxidant activity of *L. aegyripia* extract and feremented extrat.

Assays	Results		Significance
TPC (mg GAE/g DW)	HWE[1]	22.34±0.83	$p<0.05$
	Fermented HWE	30.23±1.20	
Antioxidant activity (%)	HWE	29.74±1.67	$p<0.05$
	Fermented HWE	45.12±2.72	

[1]HWE: hot-water extraction, Experimental results were expressed as average values ± standard deviation (n = 3).

3.3 자외선 흡수 효능 평가

UV-A는 진피층에 도달하여 활성산소의 생성을 유도하여 진피층 세포에 손상을 주며 UV-B는 표피세포인 케라티노사이트로 하여금 멜라닌 합성인자를 방출하도록 하여 인자들이 멜라노사이트를 활성화시켜 멜라닌 합성을 유도하게 된다. 따라서 자외선으로부터 색소침착 억제 및 주름생성 억제를 위해서는 피부에 도달하는 UV-B 및 UV-A를 차단시킬 필요가 있다[15].

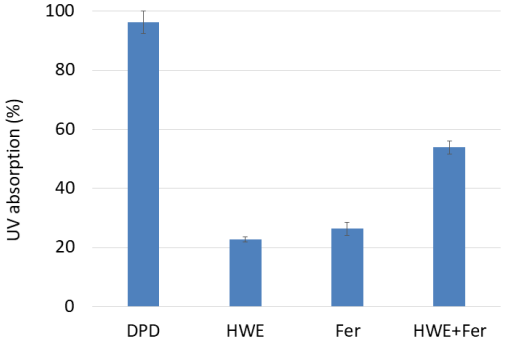

Fig. 1. Effect of *L. aegyripia* extract and fermented extract on ultraviolet absorption, DPD = Disodium Phenyl Dibenzimidazole 100 ppm; HWE = hot-water extraction; Fer = *Lactobacillus* SMK13; HWE+Fer = fermented extract by *Lactobacillus* SMK13

수세미오이 열수추출물과 발효추출물의 UV-B (270-290 ㎚) 흡수능을 측정한 결과 UV-B 영역인 280 ㎚에서 모든 처리군에서 UV-B 차단효과를 보였다. 화학합성 자외선흡수제인 DPD에서 96.3%의 높은 흡수능을 보였으며 발효추출물에서 53.9 %의 흡수율을 보여 수세미오이 추출물의 발효를 통해 UV-B 흡수소재의 생산이

가능함을 확인하였다. 특히 열수추출에 비해 발효추출물이 흡수율에서 2.4배 증가함을 보여 추출물 발효를 통해 유용물질 및 UV-B 흡수율 증가가 가능함을 입증하였다. 자외선흡수제로 화장품에 널리 사용되는 DPD에 비해 약 50% 수준의 흡수율이 관찰되었다. 따라서 수세미 추출물은 UV-B 영역의 자외선을 흡수하여 일광화상의 위험성을 감소시키는 동시에 지연형 색소 침착을 억제시키는 효과를 기대할 수 있어, 추후 추출효율의 증대와 발효공정 최적화를 통해 추출물 성분 중에 자외선 차단에 주요 역할을 하는 활성성분의 수율 증대를 통해 기존 합성 자외선차단제의 대체가 가능할 것으로 사료된다.

3.4 수세미오이 열수추출물의 항암효과

수세미오이 열수추출물의 인체사용 안전성과 항암효과를 확인하기 위하여 인체정상인 신장세포(HEK-293)와 암세포인 흑색종세포(B16F10)을 대상으로 열수추출물을 농도별로 처리하여 생존율을 확인하여 항암효과를 평가하였다(Fig. 2). 수세미오이 추출물의 농도를 0.0~4.0 mg/mL로 처리한 후 72 시간 세포를 배양하여 농도에 따른 생존율의 변화를 MTT assay로 측정하였을 때, 신장세포와 흑색종세포 모두에서 열수추출물의 농도 증가에 따라 세포성장이 유의하게 감소하는 경향을 보여 수세미오이 열수추출물이 신장세포와 흑색종세포 모두에서 성장을 저해함을 알 수 있었다($p < 0.05$). 일반세포에 미치는 열수추출물 농도별 세포성장 저해 효과를 평가했을 때, 미처리군 대비 0.5 mg/mL까지는 세포성장에 저해가 없으나 1.0 mg/mL 처리군에서부터 세포성장 저해($p < 0.05$)가 확인되었다. 한편, 수세미오이 열수추출물이 흑색종세포 성장에 미치는 영향을 평가했을 때, 4.0 mg/mL 이상에서 세포성장을 저해하는 것으로 확인되어 ($p < 0.05$) 흑색종세포에 비해 신장세포의 성장저해에 대한 영향이 더 높았으며 흑색종세포에 대한 항암효과는 4.0 mg/mL 이상부터 항암효과가 있다는 결론을 도출하였다.

3.5 수세미오이 발효추출물의 항암효과

열수추출물의 발효를 통한 기능성 증대를 목적으로 *Lactobacillus* SMK13를 이용하여 추출물의 발효를 진행하고 발효물의 신장세포와 흑색종세포에 대한 성장저해 및 항암효과 비교를 진행하였다(Fig. 3). 발효추출물 농도를 앞선 실험과 같은 수준인 0.0~4.0 mg/mL로 처리하고 세포생존율을 측정하였다. 농도별 처리에 있어 신장세포와 흑색종세포 모두에서 농도 의존적으로 세포성장이 저해됨을 보였다($p < 0.05$). 신장세포에 미치는 발효추출물의 농도에 따른 세포성장 저해 효과를 비교했을 때, 미처리군 대비 2.0 mg/mL 처리군에서부터 세포성장을 저해하는 것으로 확인되었으며($p < 0.05$), 1.0 mg/mL에서는 신장세포의 성장을 저해하지 않음이 확인되었다. 반면, 발효추출물은 1.0 mg/mL에서부터 암세포 성장을 저해함을 확인되었고 신장세포 성장저해는 2.0 mg/mL부터 발생되어 1.0 mg/mL에서 인체 사용에 안전성을 확보하며 흑색종 세포에 대한 항암효과를 보였다.

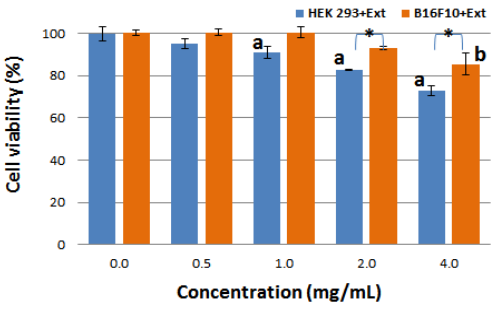

Fig. 2. Cytotoxicities of HWE from *L. aegyripia* on HEK-293 and B16F10 cells. Values are the mean±S.D. (n=3). The asterisk (*) indicates the significance ($p < 0.05$) between HEK and B16F10. The letters a (HEK-293) and b (B16F10) indicated that the different concentration of HWE showed significant growth inhibition compared to the control group (0 mg/mL).

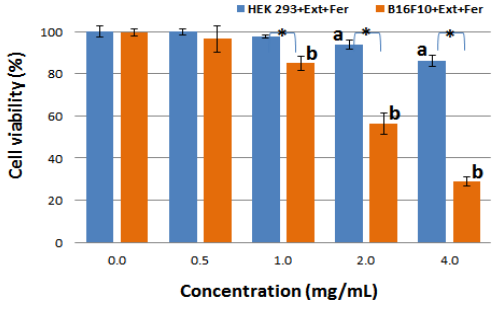

Fig. 3. Cytotoxicity of fermented extract from *L. aegyptiaca* on HEK-293 and B16F10 cells. Values are the mean±S.D. (n=3). The asterisk (*) indicates the significance ($p < 0.05$) between HEK and B16F10. The letters a (HEK-293) and b (B16F10) indicated that the different concentration of fermened extract showed significant growth inhibition compared to the control group (0 mg/mL).

수세미오이의 발효추출물의 신장세포 생장저해는 열수추출물과 유사한 수준이나 흑색종세포 성장을 보다 효과적으로 저해하여 열수추출물에 비해 항암효과가 우수함이 확인되었다.

4. 결론

본 연구의 목적은 김치 유산균을 이용한 수세미 추출물의 발효를 통하여 항산화 활성, 자외선 차단과 피부암 예방효과가 증진된 발효물의 생산함에 있다. 발효에 사용된 김치 유산균은 국내산 김치에서 분리된 *Lactobacillus* SMK13을 사용하였고 발효추출물의 TPC는 30.23 mg GAE/g DM으로 열수추출에 비해 1.5배 증가됨이 확인되었다. 항산화 활성의 지표인 전자공여능은 발효추출물에서 45.12 %로 열수추출물보다 약 1.5배 높은 효과를 보였고 자외선 흡수에 있어 UV-B를 50% 이상 흡수하여 열수추출물 대비 자외선 흡수 효과가 우수함을 보였으며 피부암세포에 대한 성장저해 효과를 확인하였을 때 1.0 mg/mL에서 신장세포 성장은 억제하지 않으나 피부암세포인 흑색종세포 성장을 억제하여 인체 사용에 안전하며 항암효과가 있음이 확인되었다. 실험 결과 김치 유산균을 이용한 수세미오이 발효추출물은 생리활성물질 생산 증진에 따른 항산화 효과를 증진뿐만 아니라 자외선 흡수 효과와 항피부암의 효능을 가져 피부노화 방지와 피부암 방지에 효과적인 화장용 소재로 사료되며 향후 자외선 흡수용 소재로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

References

[1] Hee J. L, Ji H. M, Woo M. L, Sang G. L, Dong K. P and Moo K. Y, "Antioxidant Enzymes and Antimicrobial Activities in Sponge Gourds" *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* Vol.32, No.5, pp.702-709 (2014)
DOI: http://dx.doi.org/10.7235/hort.2014.13069

[2] Oh S. I and Lee M. S "Antioxidative and Antimutagenic Effects and Hyperplasia Inhibitory Activity of Cancer Cells from Luf a cylindrica Extracts" *Kor J. Food & Nutr.* Vol.25, No.4, pp.888-896 (2012)
DOI: http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2012.25.4.888

[3] Kim D. H., Bae W. R., Kim Y. S., Shin D. W., Park S. G. and Kang N. G. "Photoprotective Effects of *Silybum marianum* Extract" *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea.* Vol. 45, No. 2, pp.209-216 (2019)
DOI : https://doi.org/10.15230/SCSK.2019.45.2.209

[4] Chang M. S, Ko E. B, Lee H. J, Kim J. S and Park Se. K. "The Effects of *Nelumbo nucifera* on Utraviolet-B Irradiated human Keratinocytes", *Kor. J. Herbology*, Vol.26, No.2, pp.45-49 (2011).
DOI: https://doi.org/10.6116/kjh.2011.26.2.045

[5] Han, M., Han, H. J., Jung, M. H., Yoo, R. H., Hwang, C. E., Myung, S. H., and Lee, C. G. "Screening of Freshwater Microalgae for Resistance to Ultraviolet Radiation", *J. Marine Bio. Biotech.*, Vol.6, No.2, pp.131-137 (2014).
DOI: https://doi.org/10.15433/ksmb.2014.6.2.131

[6] Sung, K. C., and Kim, K. J. "Tyrosinase activated inhibition effect & analysis of Pine-Needles extract", *J. Korean Applied Sci. Tech.*, Vol.22, No.1, pp.71-76 (2005).
DOI: https://doi.org/10.12925/jkocs.2005.22.1.11

[7] Sim, G. S., Kim, J. H., Kim, J. H., Lee, D. H., Park, S. M., Lee, B. C., & Pyo, H. B. "Effects of the *Draronis sanguis* on Antioxidation and MMP-1 Expression in Human Dermal Fibroblast". *J. Soc. Cosm. Sci. Korea*, Vol.30, No.4, pp.439-444 (2004).
DOI: https://doi.org/210.101.116.15/jkocs.2005.22.1.11

[8] Lee D. E, Huh C. S, Ra J, Choi I. D, Jeong J. W, Kim S. H, et al. "Clinical evidence of effects of *Lactobacillus plantarum* HY7714 on skin aging: a randomized, double blind, placebocontrolled study." *J Microbiol Biotechnol,* Vol.25, No.12, pp.2160-2168 (2015)
DOI: http://dx.doi.org/10.4014/jmb.1509.09021

[9] Chung, J. H., Bae, Y. S., Kim, Y. J., and Lee, J. H. "Characteristics of bacteriocin produced by a *Lactobacillus plantarum* strain isolated from kimchi", *Mic. Biotech. Letter*s, Vol.38, No.4, pp.481-485 (2010).
DOI: http://dx.doi.org/10.1665411/mbl.1509.09021

[10] Seo, H. S., Jeong, B. H., and Cho, Y. G. "The antioxidant and anticancer effects of butterbur (*Petasites japonicus*) extracts." *Korean J. Plant Res,* Vol.21, No.4, pp.265-269 (2008).

[11] Lee, J. M., Chang, P. S., and Lee, J. H. "Comparison of oxidative stability for the thermally-oxidized vegetable oils using a DPPH method." *KoSFoST,* Vol.39, No.2, pp.133-137 (2007).

[12] Jung H. J, Han Y. J, Lee D. K, Gam D. H, Kim J. W "Optimization of alkaline hot-water extraction conditions for production of polyphenolic compounds and flavonoids from Korean thistle (*Cirsium japonicum*)" *J. of Advanced Eng. Tech.,* Vol.11, No.2, pp.095~099 (2018).
DOI: https://doi.org/10.35272/jaet.2018.11.2.95

[13] Lee J. S, Kim H. W, Kim O. D, Yoon Y. K, Jang K. H, and Lee D. J "Evaluation of Biological Activities of Different Plant Parts in *Lysimachia barystachys* Bunge" *Korean J. Intl. Agri.* Vol.21, No.2, pp.132-135 (2009).

[14] Min B. R., Han Y. J., Lee D. Y., Jung H. J., Jung H. J. and Kim J. W "Optimization of Microwave-assisted Extraction Conditions for Production of Bioactive Material from Corn Stover" *Korean Chem. Eng. Res.*, Vol.56, No.1, pp.66-72 (2018)
DOI: https://doi.org/10.9713/kcer.2018.56.1.66

[15] Lee Y. K, and Kim J. D "Influence of Sun-expose on the Skin Aging" *J. Kor. Soc. Cosm.*, Vol.13, No.2, pp.841-850 (2007).

김 송 이(Song-Yi Kim) [준회원]

- 2019년 2월 : 선문대학교 식품과학과 (학사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 선문대학교 응용생물과학과 (석사)

〈관심분야〉
발효, 바이오

감 다 혜(Da-Hye Gam) [준회원]

- 2019년 2월 : 선문대학교 식품과학과 (학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 응용생물과학과 (석사)

〈관심분야〉
바이오, 화장품학

김 준 희(Jun-Hee Kim) [준회원]

- 2017년 2월 ~ 현재 : 선문대학교 식품과학과 (학사)

〈관심분야〉
생물, 바이오

염 서 희(Suh-Hee Yeom) [준회원]

- 2018년 2월 ~ 현재 : 선문대학교 식품과학과 (학사)

〈관심분야〉
발효, 바이오

박 재 현(Jae-Hyun Park) [준회원]

- 2017년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 식품과학과 (학사)

〈관심분야〉
생물, 바이오

김 진 우(Jin-Woo Kim) [정회원]

- 1997년 2월 : 인하대학교 생물공학과 (공학석사)
- 2000년 5월 : Colorado State Univ.(美) 화학공학과 (공학석사)
- 2004년 10월 : McGill Univ. (캐) Biosystems Engineering (박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 식품과학과 교수

〈관심분야〉
생물, 바이오