Vol.35, No.4, pp.501-511, 2023

Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences

RESEARCH ARTICLE

pISSN 2233-8322, eISSN 2508-870X
https://doi.org/10.22698/jales.20230040

백지 추출물의 항산화 및 미백 효능에 관한 연구

신언환*, 김영욱
울산과학대학교 호텔조리제빵과 교수

Antioxidative Activities and Whitening Effects of *Angelica Dahurica* Extract

Eon Hwan Shin*, Young Wook Kim
Professor, Dept. of Hotel Culinary Arts & Bakery, Ulsan College, Ulsan 44022, Korea

***Corresponding author:** Eon Hwan Shin (E-mail: sihn@uc.ac.kr)

Received: 20 November 2023
Revised: 30 November 2023
Accepted: 30 November 2023

A B S T R A C T

This study investigated the antioxidative activity and whitening efficacy of the *Angelica dahurica* 70% ethanol extract (ADE). The total polyphenol and flavonoid contents of ADE were 22.94 mg GAE/g and 18.47 mg QE/g, respectively. The ADE electron donating ability at 1,000 μg/mL was 22.6 %. The ABTS radical scavenging activity and ADE reducing power at 1,000 μg/mL were 25.32% and 0.59, respectively. ADE at 1,000 μg/mL reduced intracellular tyrosinase activity by 52.36%. Collectively, the results of this study suggest that ADE effectively inhibits tyrosinase activity and that *Angelica dahurica* could be used as a whitening agent and an antioxidant resource for functional foodstuffs, cosmetics, and industrial materials.

Keywords: *Angelica dahurica*, Antioxidative activity, DPPH radical, Total polyphenol, Tyrosinase inhibitory activity

서 론

체내에서는 에너지 공급을 위해 끊임없이 산화작용이 일어나고 이 과정 중에서 많은 양의 free radical이 생성되며, free radical은 각종 질환을 유발시킨다(Frankel, 1996). 세포내의 미토콘드리아에서 호흡대사과정 중 발생하는 free radical은 일부의 산소로부터 발생하는 활성산소종(ROS)이며, 음주, 흡연, 스트레스 등에 따라서 DNA, 단백질, 지질들과 반응하는 활성 산소종의 양이 점점 증가하게 된다. 이로 인해 증가된 활성산소종은 노화를 촉진시키고 암, 심장질환, 동맥경화 등의 원인이 되기도 한다(Crack and Aylor, 2005; Moskovitz et al., 2002). 다량의 활성산소로 인한 산화적 스트레스가 항산화제에 의해 감소되는 것이 알려지면서 항산화제 개발에 대한 관심이 높아지고 있으며, 인체에 대한 안전성이나 경제성에 대한 문제로 천연 항산화제에 대한 필요성이 높아지고 있다(Okonogi et al., 2007). 최근 약용식물 및 생약 등으로부터 특정성분이나 천연물이 가지는 2차 대사산물인 생리활성물질에 대한 관심이 증대되고 있

© Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. 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.

다. 특히 건강에 관한 관심이 높아지면서 천연 기능성 물질 탐색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Joung et al., 2007). 생리활성물질은 매우 적은 양으로 현저한 활성을 나타내는 고부가가치의 물질로서 현재 수많은 종류가 유용하게 이용되고 있으며, 또한 새로운 물질들이 연구 개발되고 있다(Tabance et al., 2001). 소비자들의 안전과 건강에 대한 욕구증대에 따라 인공합성품의 사용을 제한하려는 추세에 있어 천연물의 이용분야는 더욱 넓어지고 있는데, 허브를 포함한 다양한 유용식물을 이용하여 전 세계적으로 식물자원에서 항암, 항알레르기, 항비만, 항산화 및 항균 등에 효과있는 기능성 물질을 다량 함유하고 있는 자원을 선발하여 이들 유용한 물질들을 약, 식품첨가제 또는 화장품의 원료로 개발하려는 연구가 다양한 각도에서 진행되고 있다(Kim et al., 2006a) 최근 천연물에 대한 소비자들의 욕구가 높아져 각 분야에 걸쳐 부작용이 적은 천연물의 이용이 증가하고 있으며, 특히 천연물을 이용한 항균성 물질의 개발 연구가 활성화되고 있으며, 연구 또한 많이 진행되고 있으며(Lee et al., 2020), 화장품 업계에서는 이를 막기 위해 합성 방부제인 paraben류를 주로 사용하고 있으나 합성방부제의 안전성에 대한 문제가 대두되면서 천연 방부제에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다(Yang et al., 2012).

백지(*Angelicae Dahuricae* Radix)는 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 구릿대의 뿌리에서 얻어진 생약으로 많은 양의 당과 미네랄을 함유하고 있으며, 중국에서 주로 폐, 비장, 위의 치료를 위해 환으로 복용되어 왔다(Joo and Kang, 2005). 여러 종의 쿠마린 성분과 미량의 정유 성분을 함유하는 것으로 알려져 있다(Jin et al., 2004; Kim et al., 1992; Kim and Chi, 1990). 성질은 따뜻하고 맛은 매우며, 진정(鎭靜), 진경(鎭痙) 효과가 있어 감기, 두통, 어지럼증과 치통 등에 사용하고, 풍한을 없애고 어혈을 풀고 피를 잘 돌게 하여 안면신경통, 산전산후의 혈뇨, 하혈 등에 사용된다. 또한 고름을 없애고 새 살이 잘 돋아나게 하여 옴과 버짐, 치루, 기미와 주근깨 흉터 등에도 효과적인 생약재로 알려져 있다(Kimura et al., 1996) 백지에 대한 생리활성 연구로는 피부 항노화(Youn et al., 2019), 항균 작용(Son and Kim, 2013), 항염효과(Choi et al., 2018: Li and Wu, 2017) 등이 보고되고 있다. 최근 연구에서는 백지 추출물이 지방대사를 조절함으로써 비만과 지방간의 치료제로서의 가능성을 가진다고 알려져 있으며(Lu et al., 2016), 당뇨 유발 쥐 모델에서 상처 회복 촉진 효과를 가진다고 보고되었다(Chao et al., 2021). 이와 같이 백지에 함유된 다양한 성분과 생리활성은 건강기능식품 기능성 원료로 개발 및 생산하는데 있어 매우 중요한 부분을 차지하고 있으며 건강기능식품 원료 이외에 백지에서 얻어진 생약으로 피부조직의 손상 및 외인성 노화를 예방하기 위하여 항산화, 미백, 주름 개선, 보습 기능이 있는 천연 기능성 화장품에 대한 소비자의 요구가 증가하고 있으며, 이에 따라 천연물을 이용한 화장품 소재로서의 가능성에 대한 연구가 필요한 실정이다. 하지만 아직도 많은 한약재에 대한 생리활성 연구는 비교적 많이 되어 있지 않아 다양한 생리활성 연구는 매우 중요한 자료로써 제공될 것이라고 생각된다. 본 연구에서는 백지 에탄올 추출물의 미백 효능 및 항산화 활성을 측정하여 항산화 및 화장품 천연소재로서의 활용 가치를 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 백지(*Angelicae Dahuricae* Radix)는 제천약소영농조합법인(Jecheon, Chungcheongbuk-do)에서 시료를 구입하였으며, 백지 추출은 시료 500 g에 10배의 70%(v/v) 에탄올을 가한 후 4시간 환류추출하고, 추출액을 여과한 후 감압농축(CCA-1100, Eyela, Tokyo, Japan)하여 -70°C에서 급속동결건조(PVTFA 10AT, ILSIN, Gyeonggi, Korea) 과정을 거쳐 분말 상태로 제조한 후 생리활성 물질 함량분석 및 미백활성 실험에 사용하였으며, 70% 에탄올로 추출한 추출물의 수율은 11.8%였다.

Imperatorin함량 측정

Imperatorin의 HPLC 분석은 백지 분말 시료 10 mg을 취하여 메탄올 2 mL MeOH로 녹여 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC에 20 μL 주입하였으며, HPLC 분석에 사용된 시약은 모두 HPLC grade를 사용하였다. 백지 추출물의 분석에 사용된 지표성분인 Imperatorin는 Sigma (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, Imperatorin의 분석 조건은 Table 1에 나타내었다.

총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

총 페놀 및 총 플라보이드 함량은 Kim et al.(2011)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 총 페놀 함량은 백지 시료액과 follin-ciocalteau's phenol regent(2%) 및 10% Na_2CO_3를 1:1:1의 비율로 혼합한 후 1시간 동안 반응시킨 후 750 nm에서 microplate reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하고 gallic acid 의 표준곡선을 이용하여 총 페놀 함량을 구하였다. 총 플라보노이드 함량은 각 백지 시료액 0.5 mL에 95% ethanol 1.5 mL, 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL, 증류수 2.8 mL를 첨가하여 상온에서 30분 동안 반응시킨 후 microplate reader로 415 nm에서 흡광도를 측정한 후 rutin 표준곡선을 이용하여 총 플라보노이드 함량을 측정하였다.

전자공여능

DPPH radical 소거능은 전자 전달에 의한 항산화활성을 측정하는 방법으로, 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 전자나 수소를 받아 환원되어 안정한 분자를 형성하게 될 때, 보라색이 탈색되어지는 원리를 이용하여 다양한 천연소재로부터 항산화물질을 탐색하기 위해 많이 이용되고 간단하게 짧은 시간에 항산화 능력을 측정할 수 있는 방법이다. 1 mL 에탄올, 10 μL 추출물, 100 mM sodium acetate buffer(pH 5.5) 990 uL를 넣은 시험관에 0.5 mL의 0.5 mM DPPH 용액를 넣어 혼합한 후, 냉암실에서 5분간 반응 유도 후, 남아있는 radical의 농도를 UV spectrophotometer를

Table 1. HPLC conditions for imperatorin analysis

Instrument	Conditions		
Column	Shiseido C18 (5.0 μm, 4.6 mm × 250 mm)		
Column temp.	40°C		
Mobile phase (Gradient)	Time (min)	Solvent A[1)]	Solvent B[2)]
	0	10	90
	25	10	90
	30	40	60
	60	40	60
Detector	Waters 996 Photodiode Array Detector (305 nm)		
Flow rate	0.8 mL/min		
Injection volume	10 μL		
Run time	60 min		

[1)]Solvent A, CH_3CN
[2)]Solvent B, 30% CH_3CN

이용하여 517 nm에서 측정하였다(Lee and Lee, 2008). 전자공여능(%)은 [(1-As/Ac) × 100)]으로 나타내었고, As와 Ac에 실험군과 대조군의 흡광도 값을 각각 대입하여 계산하였다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{A_S}{A_C}) \times 100$$

As : 추출물 첨가구의 흡광도
Ac : 추출물 무첨가구의 흡광도

ABTS radical 소거활성 평가

ABTS 라디칼을 이용한 항산화능의 측정은 샘플 내의 항산화 물질에 의해 ABTS free 라디칼 제거되어 청록색이 탈색되는 원리이다(Cho et al., 2013). 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate 용액을 16시간 동안 암소에서 반응시키고 radical을 발생 후 96-well microplate에 시료 10 μL와 ABTS 용액 290 μL를 가해 혼합한 후 6분간 어두운 곳에서 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 구하고 소거활성을 계산하였다(Re et al., 1999). 다음 식에 의해 시료의 ABTS radical 소거능을 구하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능} = (1 - \frac{A_{Test}}{A_{Control}}) \times 100$$

Reducing power

Reducing power activity는 시료 0.1 mL, sodium phosphate buffer(0.2 M) 0.5 mL, potassium ferricyanide(1%) 0.5 mL를 혼합한 후 20분간 50°C에서 반응시키고 trichloroacetic acid(10%) 0.5 mL를 가한 후 10분간 원심 분리한 후, 0.5 mL의 상등액에 증류수 0.5 mL, iron(III) chloride(0.1%) 0.1 mL를 가하여 10분간 상온에서 반응시키고 700 nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하고(Cho et al., 2011), 구한 값을 이용하여 환원력을 비교하였다.

세포 생존 능력 측정

백지 추출물의 세포독성 평가는 세포 생존율 측정은 B16F10를 24 well plate에 2.5×10^5 cells/well이 되게 500 μL씩 분주하고 48시간 동안 37°C, 5% CO_2 incubator에서 적응시켰다. 이후 농도별로 조제한 시료를 처리하였고, 시료를 용해한 증류수를 대조군으로 사용하여 48시간 더 배양하였다. 1 mg/mL의 농도인 MTT 용액(Sigma, st. Louis, MO, USA)을 250 μL씩 첨가하여 4시간동안 처리하였다. MTT 용액을 제거하고 DMSO(Sigma, st. Louis, MO, USA) 500 μL를 가하여 침전물과 혼합시킨 후, 96 well plate에 옮겨 흡광도값을 540 nm에서 ELISA plate reader로 측정하였다.

Tyrosinase 저해 활성

Mushroom tyrosinase-150 unit(Sigma-Aldrich Co.) 150 μL, L-tyrosinase 225 μL(2.5 mM), 0.4 M Hepes

buffer(225 μL, pH 6.8), ethanol 300 μL 용액을 혼합 후 반응 전후 475 nm에서 흡광도를 각각 측정하여(Kim et al., 2006b) tyrosinase가 억제되는 정도를 다음과 같이 구하였다.

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

A and B: 각각 시료를 가지는 용액의 배양 전과 배양 후의 흡광도
C and D: 각각 시료를 넣지 않은 용액(기준 용액)의 배양 전과 배양 후의 흡광도

통계분석

통계처리는 SAS version 9.3(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다. 유의성 분석은 oneway ANOVA 검정을 실시하였으며, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성 $P < 0.05$ 수준에서 검정하였다. 항산화 성분과 항산화 활성의 상관성 분석은 Pearson correlation을 수행하여 $p < 0.01$ 수준에서 유의성을 검증하였고 상관계수를 구하였다.

결과 및 고찰

Imperatorin함량 분석

백지 추출물에 함유된 Imperatorin의 함량은 Table 2에 나타내었으며 1.02%의 높은 함량을 나타내었다. Imperatorin은 페놀성 화합물들의 약리활성에 관한 연구도 활발하여 암세포에 대한 세포독성연구(Thanh et al., 2004), acetylcholinesterase 저해활성 연구가 있다(Kim et al., 2002). 추후 백지 추출물의 Imperatorin를 순수 분리하여 항산화 및 tyrosinase 억제 활성에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

식물성 식품 속에 함유되어 있는 페놀화합물의 기능은 다양하며, 식물성 식품에 함유되어 있는 페놀성 분자들은 체내에서 항산화, 항비만 및 항염증 등과 같은 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있으며(Cho et al., 2007), polyphenolic substance로서 플라보노이드류는 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성은 구조적 차이에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다(Middleton and Kandaswami, 1994). 70% 에탄올의 백지 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 3에 나타내었으며 총 페놀 함량은 22.94 ± 0.15 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 18.47 ± 0.14 mg

Table 2. Imperatorin content in *Angelica dahurica* 70% ethanol extract

Sample	Contents(%)
ADE[1)]	1.02 ± 0.17

Values are mean ± SE. Values are mean of triplicates.
[1)] *Angelica dahurica* 70% ethanol extracts.

QE/g으로 나타내었다. 페놀 화합물 함량이 높을수록 식물 기원의 시료에서 항산화 활성이 높은 것으로 알려져 있다(Duval and Shetty, 2001). Lee et al.(2007)의 연구결과 백지 환류 에탄올추출물의 페놀 함량이 26 mg/g인 결과와 비교할 때 약간 낮게 나타났다. 반면, 상황버섯 17.93 mg/g, 갈근 5.50 mg/g, 당귀 0.52 mg/g의 폴리페놀화합물을 함유한다는 결과(Moon et al., 2004)와 비교하면 백지 에탄올추출물의 폴리페놀 화합물 함량이 더 높은 것으로 나타났다. 백지 추출물의 항산화에 대한 효과가 있는 것으로 사료되며 추후 항산화 작용에 대한 깊은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

전자공여능

일반적으로 특정 물질에 대한 항산화활성을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있으나 그 중에서 DPPH free radical 소거 활성법은 간단하고 대량으로 측정이 가능하며, 비교적 간단하고 짧은 시간 내에 항산화 활성을 측정할 수 있어 널리 사용되고 있다(Que et al., 2006). 백지 추출물의 DPPH 소거능은 250, 500, 750, 1000 ug/mL의 농도에서 각각 11.2, 16.3, 18.4 및 22.6%로 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능은 증가하였으나(Fig. 1), 양성대조군으로 사용한 BHT보다 낮은 공여능을 보였으며, Kim et al.(2011)의 전자공여능 연구 결과 약간 높은 전자공여능을 나타내었다. 약용식물의 전자공여능을 측정한 결과와 비교하면 백지 에탄올 추출물의 전자공여능이 높은 것으로 확인되었다(Moon et al., 2004).

Table 3. Total polyphenol and flavonoid content of *Angelica dahurica* 70% ethanol extracts

Sample	ADE[1)]
Total Phenol contents (GAE[2)] mg/g)	22.94 ± 0.15
Total Flavonoid contents (RE[3)] mg/g)	18.47 ± 0.14

Values are mean ± SE. Values are mean of triplicates.
[1)]*Angelica dahurica* 70% ethanol extracts.
[2)]Gallic acid equivalent.
[3)]Quercetin equivalent.

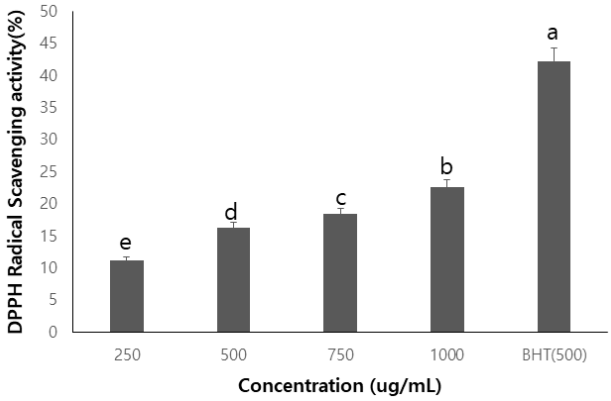

Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of *Angelica dahurica* 70% ethanol extract. Results are presented as the mean ± SD of three independent experiments in triplicate. Means with different letters on similar bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

ABTS

ABTS radical은 potassium persulfate와의 반응으로 생성된 peroxide radical 의 ABTS가 항산화성 물질에 의해 제거되면서 청록색이 탈색되어지는 것을 이용하여 항산화능의 차이에 의해 청록색이 탈색되는 정도를 흡광도 수치로 나타낸다. DPPH radical 소거능의 경우에는 유리라디칼이 소거되어지는 것을 이용하는 반면, ABTS radical 소거능은 양이온인 라디칼이 소거되어지는 것을 이용한다(Miller et al., 1993). 백지 추출물의 ABTS radical 소거능은 Fig. 2에 나타내었다. 연꽃 뿌리에 함유된 폴리페놀 성분이 radical 소거에 관여한다는 보고(Park et al., 2016)와 같이 본 실험에 사용된 백지 또한 페놀 및 플라보노이드 등의 성분이 ABTS radical 소거능에 작용하였으리라 기대된다.

환원력 측정

환원력은 시료가 Fe^{3+}에 수소를 공여하여 라디칼을 안정화시킴으로써 Fe^{2+}로 환원되는 것을 이용한 방법으로, 환원력을 평가한 655 nm의 값은 250, 500, 750, 1000 μg/mL의 농도에서 각각 0.13, 0.22, 0.41 및 0.59를 나타내어 농도 의존적으로 증가함을 나타내었다(Fig. 3). 백지에탄올 추출물을 이용하여 환원력 뿐만 아니라 hydroxy radical 및 free radical 소거활성을 측정한 결과 매우 강한 항산화 효과를 나타내었다고 보고(Park and Choi, 2022)하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

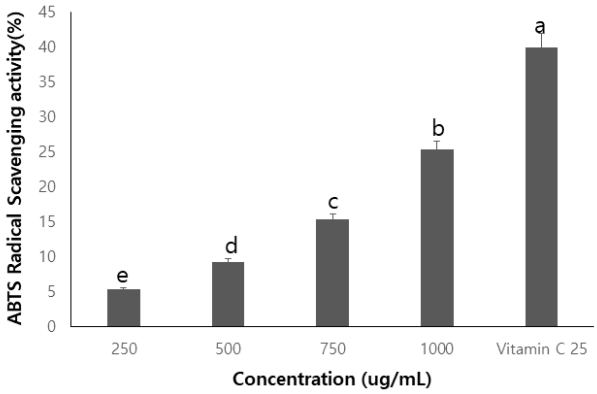

Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of *Angelica dahurica* 70% ethanol extract. Means with different letters on similar bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

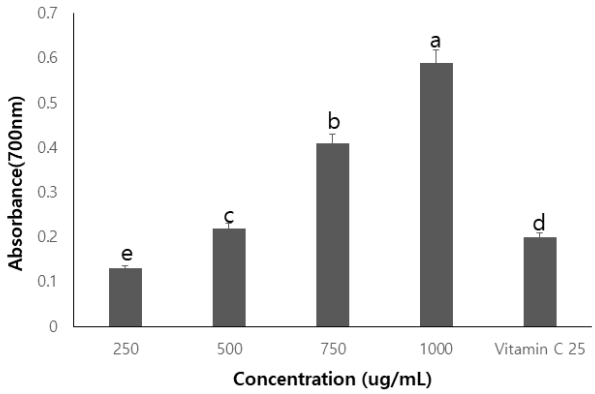

Fig. 3. Reducing power of *Angelica dahurica* 70% ethanol extracts. Means with different letters on similar bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

항산화 성분과 항산화 활성의 상관관계 분석

항산화 활성을 평가하는 *in vitro* 방법은 기전에 따라 크게 5가지 유형으로 금속이온 킬레이팅, 수소공여기전, 항산화성 효소기전, 산소 소거기전 및 일중항산소 제거기전 등으로 나눌 수 있다(Lee et al., 2012; Yang et al., 2011). 본 연구에서는 농도별 백지에탄올 추출물의 항산화 성분(총 페놀 및 플라보노이드 함량)과 항산화 활성(DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, reducing power)을 평가하였으며, 실험결과를 바탕으로 항산화 성분과 항산화 활성에 대한 상관관계를 비교하여 R^2 값으로 나타내었다(Table 4). 그 결과 모든 항산화 활성실험 값이 항산화 성분에 대하여 1에 가까운 R^2 값을 나타내어 페놀 및 플라보노이드가 증가함에 따라 항산화 활성도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 위의 결과로 보아 백지 에탄올 추출물은 라디칼 소거능 및 산화·환원작용을 통하여 항산화 활성을 가지는 것으로 사료되며, 천연 항산화 소재로서의 활용가능성이 높을 것으로 기대된다.

세포생존 능력 측정

B16F10 melanoma cell에서 의 세포 생존율을 확인하기 위해 MTT assay를 실시하였다. 70% 에탄올 추출물은 각각 25 μg/mL에서 106.40%, 50 μg/mL에서 102.11%, 100 μg/mL에서 99.35%, 200 μg/mL에서 98.76%, 400 μg/mL에서 96.54%로 나타났다. B16F10 melanoma cell에서 백지추출물을 처리한 모든 농도에서 80% 이상의 생존율을 나타내어 세포에 대한 독성이 나타나지 않았다는 것을 확인하였다(Fig. 4).

Table 4. Correlation analysis (R) among the antioxidant activity and antioxidant compounds of *Angelica dahurica* 70% ethanol extract

Parameter	DPPH	ABTS	Reducing power	TPC[1)]	TFC[2)]
DPPH	1.000				
ABTS	0.993**	1.000			
Reducing power	1.000**	0.984**	1.000		
TPC[1)]	0.998**	0.999**	1.000**	1.000	
TFC[2)]	0.978**	0.995**	0.982**	0.996**	1.000

[1)]Total phenolic content
[2)]Total flavonoid content
**The correlation coefficients are significant at the 0.01 level.

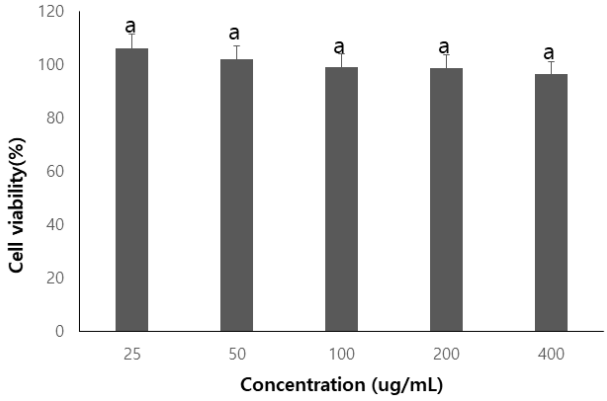

Fig. 4. Cell viability of *Angelica dahurica* 70% ethanol extract in B16F10 melanoma cells.

Table 5. The effects of *Angelica dahurica* 70% ethanol extracts on tyrosinase activity

Control	Arbutin (ug/mL)	ADE[1)] (ug/mL)		
	1000	100	500	1000
100 ± 0.51	35.01 ± 2.03	9.64 ± 0.09[c)]	41.21 ± 0.14[b)]	52.36 ± 0.11[a)]

Values are mean ± SE. Values are mean of triplicates.
[1)]*Angelica dahurica* 70% ethanol extracts.

Tyrosinase 저해 활성 확인

Melanin 생성 과정에 있어서 핵심적인 요소는 피부 내에서 tyrosinase이다. 이 효소는 아미노산인 tyrosine으로 시작되는 멜라닌 생합성 과정 중에서 tyrosine으로부터 3,4-dihydroxy phenylalanine(DOPA), DOPA로부터 DOPA quinone 그리고 dihydroxyindole(DHI)로부터 melanin을 형성한다(Lee et al., 2012). 백지 추출물을 대상으로 tyrosinase 저해활성을 측정하였다(Table 5). 백지 추출물 100, 500, 1,000 μg/mL에서 각각 9.64%, 41.21% 및 52.36%의 저해율을 나타내어 백지 추출물은 천연소재로서의 미백기능에 효과적인 가치가 있음을 기대할 수 있다. Ha et al.(2009)의 찔레꽃 잎과 뿌리의 에탄올 추출물에 대한 tyrosinase 활성억제 연구결과 200 μg/mL의 농도에서 tyrosinase 활성을 20% – 25% 억제한다고 보고되었으며, 일부 생약과 해조류의 tyrosinase 저해 활성 연구결과(Cho, 2004) 치자 36%, 인삼 27%, 매생이 21%의 저해율을 나타내어, 백지 추출물의 활성이 우수함을 확인할 수 있었으며 돌단풍 잎의 피부미백 효과와 유사한 결과를 나타내었다(Ha et al., 2016).

요 약

본 연구에서는 한방에서 생약으로 사용되고 있는 백지의 천연 기능성 화장품 소재로서의 활용 가능성을 검토하기 위해 70% 에탄올로 추출하여 항산화 활성 및 미백효과에 대해 알아보았다. 70% 에탄올의 백지 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 각각 22.94 ± 0.15 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 18.47 ± 0.14 mg QE /g으로 나타내었다. DPPH radical, 환원력, ABTS radical 등의 항산화능력은 유의적으로 증가함을 나타내었으며 미백제로 알려진 arbutin과 비교하였을 때, tyrosinase 저해활성이 동일 농도에서 더 높게 나타났다. 백지 추출물은 천연소재로서의 위의 결과로 보아 백지 추출물은 라디칼 소거능 및 산화·환원작용을 통하여 항산화 활성을 가지는 것으로 사료되며, 천연 항산화 소재 및 미백기능에 효과적인 가치가 있는 소재로서의 활용가능성이 높을 것으로 기대된다.

사 사

본 논문은 2023년도 울산과학대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌(References)

Chao, Y. H., Yang, W. T., Li, M. C., Yang, F. L., Lee, R. P. (2021) *Angelica dahurica* and *Rheum officinale* facilitated diabetic wound healing by elevating vascular endothelial growth factor. Am J Chin Med 49:1515-1533.

Cho, M. L., Lee, H. S., Kang, I. J., Won, M. H., You, S. G. (2011) Antioxidant properties of extract and fractions from

Enteromorpha prolifera, a type of green seaweed. Food Chem 127:999-1006.

Cho, M. L., Yoon, S. J., Kim, Y. B. (2013) The nutritional composition and antioxidant activity from *Undariopsis peterseniana*. Ocean Polar Res 35:273-280.

Cho, Y. J. (2004) Study on the tyrosinase activity inhibition and free radical scavenging activity of natural materials. MS thesis, Sookmyung Womans University, Seoul, Republic of Korea. pp.19-54.

Cho, Y. J., Ju, I. S., Kim, B. C., Lee, W. S., Kim, M. J., Lee, B. G., An, B. J., Kim, J. H., Kwon, O. J. (2007) Biological activity of Omija (*Schizandra chinensis Baillon*) extracts. J Korean Soc Appl Biol Chem 50:198-203.

Choi, M. K., Yim, D. S., Cjoi, S. S. (2018) Anti-bacterial and Anti-inflammatory Effects of Angelica dahurica Extracts in Helicobacter pylori-infected Human Gastric Epithelial AGS Cells. Kor Pharmacogn 49:255-261.

Crack, P. J., Aylor, J. M. (2005) Reactive oxygen species and the modulation of stroke. Free Radic Biol Med 38:1433-1444.

Duval, B., Shetty, K. (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea(*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed andise root extract. J Food Biochem 25:361-377.

Frankel, E. N. (1996) Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. Food Chem 57:51-55.

Ha, H. G., Park, M. A., Lee, C. M., Kim, Y. C. (2016) Anti-melanogenic effects of *Aceriphyllum rossii* leaf ethanol extract on melanocytes. J Invest Cosmetol 12:9-14.

Ha, S. E., Kim, H. D., Park, J. K., Chung, Y. O., Kim, H. J., Park, N. B. (2009) Melanogenesis inhibition effect of *Rosa multiflora* extracts in B16 melanoma cells. Korean J Plant Res 22:317-322.

Jin, M. H., Jung, M. H., Lim, Y. H., Lee, S. H., Kang, S. J., Cho, W. G. (2004) Promoting synthesis of collagen from Angelica dahurica root. Kor J Pharmacogn 35:315-319.

Joo, E. Y., Kang, W. J. (2005) Analysis on the components of the Angelica dahurica root. Korean J Food Preserv 12:476-481.

Joung, Y. M., Park, S. J., Lee, K. Y., Lee, J. Y., Suh, J. K., Hwang, S. Y., Park, K. E., Kang, M. H. (2007) Antioxidative and antimicrobial activities of Lilium species extracts prepared from different aerial parts. Korean J Food Sci Technol 39:452-457.

Kim, D. K., Lim, J. P., Yang, J. H., Eom, D. O., Eun, J. S., Leem, K. H. (2002) Acetylcholinesterase inhibitors from the roots of *Angelica dahurica*. Arch Pharm Res 25:856-859.

Kim, H. J., Ahn, M. S., Kim, G. H., Kang, M. H. (2006a) Antioxidant and antimicrobial activity of *Pleurotus erygii* extracts prepared from different aerial part. Korean J Food Sci Technol 38:779-804.

Kim, H. S., Chi, H. J. (1990) Studies on essential oils of plants of Angelica genus in Korea. Kor J Phamacogn 21:121-125.

Kim, K. S., Kim, J. A., Eom, S. Y., Lee, S. H., Min, K. R., Kim, Y. (2006b) Inhibitory effect of piperlonguminine on melanin production in melanoma B16 cell line by downregulation of tyrosinase expression. Pigment Cell Res 19:90-98.

Kim, P. S., Lee, T. J., Kim, Y. H., Kim, J. S. (2011) Anti-oxidative activities of *Angelica dahurica* Radix ethanol extract. JKAIS 12:4378-4384.

Kim, S. H., Kang, S. S., Kim, C. M. (1992) Coumarin glycosides from the roots of Angelica dahurica. Arch Pharm Res 15:73-77.

Kimura, T., But, P. P. H., Guo, J. X., Sung, C. K. (1996) International collation of traditional and folk medicine: Part 1. World Scientific, Singapore, pp.117-118.

Lee, H. H., Lee, S. Y. (2008) Cytotoxic and antioxidant effects of Taraxacum coreanum Nakai. and T. officinale WEB. extracts. Korean J Medicinal Crop Sci 16:79-85.

Lee, M. Y., Yoo, M.S., Whang, Y. J., Jin, Y. J., Hong, M. H., Pyo, Y. H. (2012) Vitamin C, total polyphenol,

flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. Korean J Food Sci Technol 44:540-544.

Lee, T. B., So, Y. K., Kim, S. Y., Hwang J. Y. (2020) Biological activities of cosmetic material from ten kinds of flower ethanol extracts. Korean J Medicinal Crop Sci. 28:260-275.

Lee, Y. S., Jang, S. M., Kim, N. W. (2007) Antioxidative activity and physiological function of the roots. J Korean Soc Food Sci Nutr 36:20-26.

Li, D., Wu, L. (2017) Coumarins from the roots of Angelica dahurica cause anti-allergin inflammation. Exp Ther Med 14:874-880.

Lu, X., Yuan, Z. Yan, X., Jiang, J., Yu, X., Yang, X. W., Xing, D. M., Du, L. J. (2016) Effects of *Angelica dahurica* on obesity and fatty liver in mice. Chin J Nat Med 14:641-652.

Middleton, E., Kandaswami, C. (1994) Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. Food technol 48:115-119.

Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V. (1993) A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clin Sci 84:407-412.

Moon, J. S., Kim, S. J., Park, Y. M., Hwang, I. S., Kim, E. H., Park, J. W., Park, I. B., Kim, S. W., Jang, S. G., Park, Y. K., Jung, S. T. (2004) Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. Korean J Food Preserv 11:201-206.

Moskovitz, J., Yim, M. B., Chock, P. B. (2002) Free radicals and disease. Arch Biochem Biophys 397:354-359.

Okonogi, S., Duangrat, C., Anuchpreeda, S., Tachakittirungrod, S., Chowwanapoonpohn, S. (2007) Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. Food Chemistry 103:839-846.

Park, G. H., Sim, Y. M., Lee, W. I., Sung, S. H., Oh, M. S. (2016) Protection on skin aging mediated by antiapoptosis effects of the water lily (*Nymphaea Tetragona* Georgi) via reactive oxygen species scavenging in human epidermal keratinocytes. Pharmacology 97:282-293.

Park, S. J., Choi, Y. H. (2022) Antioxidative activity and whitening effects of *Rhus chinensis* methanol extract. JALES 34:50-60.

Que, F., Mao, L., Zhu, C., Xie, G. (2006) Antioxidant properties of Chineses yellow wine, its concentrate, and volatiles. LWT-Food Science and Technology 39:111-117.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med 26:1231-1237.

Son, J. H., Kim, D. C. (2013) In Vitro Anti-Bacterial and Anti-Inflammatory Effects of Trichosanthes Semen, Gardeniae Fructus, and Angelicae Dahuricae Radix Aqueous Extracts. The Journal of Oriental Obstetrics & Gynecology 26:41-58.

Tabance, N., Kirimer, N., Demirci, B., Demirci, F., Baser, K. H. C. (2001) Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Micromeria cristata subsp. phrygia* and enantiomeric distribution of borneol. J Agric Food Chem 49:4300-4303.

Thanh, P. N., Jin, W. Y., Song, G., Bae, K., Kang, S. S. (2004) Cytotoxic coumarins from the roots of *Angelica dahurica*. Arch Pharm Res 27:1211-1215.

Yang, H. G., Kim, H. J., Kim, H. S., Park, S. N. (2012) Antibacterial and antioxidative activities of *Artemisia princeps* Pampanini extracts. Kor J Microbiol Biotechnol 40:250-260.

Yang, H. J., Park, M. J., Lee, H. S. (2011) Antioxidative activities and components of Gardenia jasminoides. Korean J Food Sci Technol 43:51-57.

Youn, S. N., Kim, Y. j., Lee, Y. j., Kim, M. R., Yoo, W. K. (2019) Effect of ethanol extract from mixture including Angelicae Dahuricae Radix on Dermal Anti-aging and Whitening. Korea Journal of Hebology 34:109-115.