

추출용매에 따른 제주산 황칠나무의 항산화 활성과 지표성분 분석

정준한, 김진솔, 이현화*
조선대학교 생명과학과

Analysis of Antioxidant Activities and Marker Components of *Dendropanax morbifera* Leveille According to Extraction Solvents

Jun-Han Jeong, Jin-Sol Kim, Hyun-Hwa Lee*
Department of Biology, Chosun University

요약 본 연구는 추출용매에 따른 황칠 잎과 줄기 추출물의 효능탐색을 위해 제주산 황칠 잎과 줄기를 이용하여 항산화 활성 및 지표성분 함량을 조사하였다. 제주산 황칠 에탄올추출물과 열수추출물의 총 폴리페놀함량, 플라보노이드 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, 총 폴리페놀함량은 잎 100 ℃ 열수추출물에서 38.92 mg TAN/g, 줄기 60 ℃ 열수추출물은 39.97 mg TAN/g 로 열수추출물에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며, 플라보노이드 함량은 잎 에탄올추출물에서 25.95 mg QUE/g과 줄기 60 ℃ 열수추출물에서 9.68 mg QUE/g으로 나타나 서로 다른 추출용매에서 유의적인 활성을 나타냈다. DPPH 라디칼 소거능 측정 결과, 잎과 줄기 모두 에탄올추출물에서 가장 우수한 DPPH 라디칼 소거 활성을 나타냈으며 또한 SOD, CAT, APX 항산화효소 활성에서도 에탄올추출물에서 유의적인 항산화 활성이 관찰되었다. 황칠의 폴리페놀 성분으로 알려진 hesperidin, chlorogenic acid와 항산화효능과 관련된 salicylic acid에 대한 지표성분 분석 결과, hesperidin과 chlorogenic acid의 함량은 잎, 줄기 모두 에탄올추출물에서 우수한 것으로 관찰되었고, salicylic acid의 함량은 121 ℃ 열수추출물에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 이와 같이 제주산 황칠의 유의적인 항산화 효능과 지표성분 함량이 확인되어 향후 제주산 황칠 원료의 제품 표준화를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract In this study, we investigated the variance in the antioxidant activity and marker components of *Dendropanax morbifera* Leveille by extraction conditions and the consequent efficacy of its leaf and stem extracts. We assessed the total polyphenol and flavonoid content, DPPH radical scavenging activity, antioxidant enzyme activities [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) activity], and content of marker components (hesperidin, chlorogenic acid, salicylic acid) in the extracts of *D. morbifera*. Our results showed that the highest total phenolic content was found in the 100 ℃ leaf water extracts and 60 ℃ stem water extracts (38.92, 39.97 mg TAN/g, respectively). The highest flavonoid content was found in the leaf ethanol extracts and 60 ℃ stem water extracts (25.95, 9.68 mg QUE/g, respectively). The ethanol extracts showed the strongest antioxidant activity in the DPPH assay and antioxidant enzyme activities. The marker components determined by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS) analysis showed that the hesperidin and chlorogenic acid content of the ethanol leaf extracts and salicylic acid content of the 121 ℃ water stem extracts were the highest. These results indicate that the extracts of *D. morbifera* provide promising antioxidant effects and marker components. This provides basic data that can be used for the standardization of extracts in the future.

Keywords : *Dendropanax Morbifera*, DPPH, Polyphenol, Flavonoid, Antioxidant Activity

이 논문은 2019년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyun-Hwa Lee(Chosun Univ.)

email: papaya@chosun.ac.kr

Received September 27, 2021

Accepted December 6, 2021

Revised October 21, 2021

Published December 31, 2021

1. 서론

황칠나무(*Dendropanax morbifera* Leveille)는 두릅나무과에 속하며 내한성이 약해 주로 우리나라의 완도 보길도, 제주도, 해남, 거문도, 고흥 외나도로 등 남, 서해안과 도서지방에 자생하는 상록 활엽수이다[1, 2]. 황칠나무에는 sesquiterpene에 속하는 β -selinene과 capnellane-8-one을 가장 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며 [1] 황칠나무의 잎 추출물은 고혈압[3], 지질 축적 억제, 콜레스테롤 합성 효소 저해효과[4], 당뇨질환 개선[5], 항산화와 간세포 보호 효과[6] 등이 보고되어 있다. 황칠나무 줄기 추출물은 유방암세포 MCF-7, MDA-MB-231에 대해 항암효과를 보였으며[7], 황칠 줄기에 있는 성분인 oleifolioside A가 NF- κ B와 MAPK 활성을 억제해 항염[8] 효과를 나타내는 것으로 확인되었다. 황칠발효액이 첨가된 김치는 품질과 저장성이 향상되었고[9], 환공재로서 무늬가 선명한 황칠나무는 표면장식용 가구에도 적합하며[10], 황칠나무의 수액인 황칠은 황금색을 띠는 천연 도료로 사용되고 있다[11]. 또한, 황칠나무 잎 에탄올 추출물을 첨가한 트리트먼트는 모발 손상을 완화하는 효과[12]를 가지고 있어 황칠나무는 식품, 가구, 도료, 미용 등 다양한 분야에 걸쳐 천연 건강 소재로써 사용되고 있다.

식물은 각 부위에 따라 함유하는 성분과 부위별 사용에 대한 제한이 다르므로 사용하고자 하는 부위는 안전하면서 효능이 우수한 부위를 선정해야 한다. 또한, 동일종이라도 기후, 토질 등의 재배환경에 따라 함유하는 성분이 달라질 수 있으므로 식물을 원료로 사용할 시 장기적으로 수급이 가능한 지역을 선정하는 것도 중요하다. 기능성 식품의 개발하기 위해선 원재료의 고유성분 변동을 최소화하고 일정하게 유지하는 표준화가 이뤄져야 하지만 식물의 기능성 성분은 산지, 채취 시기, 채취 부위, 추출방법 등 다양한 요소에 따라 변동되기 쉽다. 따라서 원료의 기능성 및 안정성을 확보하기 위해 추출용매와 시간, 온도, 압력 등의 기본적인 요소들뿐만 아니라 기능성을 대표하는 지표 성분 등을 관리해야 한다[13, 14]. 천연물의 일반적인 추출물 제조방법으로 사용되는 용매 추출은 용매와 추출하고자 하는 화합물의 친화력, 추출 품질, 경제적 비용 등을 고려하여 효율적인 추출을 위해 용매를 선택해야 하며 주로 물이나 에탄올, 메탄올, 아세톤 등의 유기용매를 사용하고 있다[13]. 열수추출은 주로 가용성분이 추출되어 낮은 수율과 열처리 과정 중 열에 민감한 물질들의 손실과 같은 단점이 있지만[15] 다양한

화학적 변화에 의해 생리활성물질이 증가한다는 보고가 있으며 대표적으로 페놀성 물질 함량의 증가가 나타난다고 하였다[16]. 한편 에탄올 추출은 추출 후 잔류용매를 완전히 제거해야 하고 독성으로 인한 안전성의 문제 등이 있지만 [15] 물에 잘 녹지 않는 생리활성물질들이 에탄올을 사용함으로써 추출이 용이하다고 보고되어[17] 본 실험에서는 에탄올추출과 열수추출을 통해 황칠 잎과 줄기 추출물을 제조하고자 하였다.

최근 제주산 황칠나무의 부위별, 수확시기별, 추출용매별 quercetin의 함량 차이 분석[18], 황칠나무 부위에 따른 chlorogenic acid와 rutin 함량 분석[19]이 보고되었으나 황칠 부위별, 용매에 따른 항산화 활성과 지표 성분 분석에 관한 연구는 매우 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 황칠의 최대 자생지로 알려진 제주도 황칠나무의 잎과 줄기를 분리하여 추출용매에 따른 항산화 효능을 비교하고 hesperidin과 chlorogenic acid 그리고 salicylic acid 성분 함량차이를 비교 분석하여 황칠의 효능탐색과 기능성 식품 소재 및 원료 표준화를 위한 기초자료로써 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 황칠 추출물제조

실험에 사용된 제주산 황칠나무의 잎과 줄기는 전남 생약농업협동조합에서 2017년 4월에 구입하였고 식물 파쇄기로 세절한 후 사용하였다. 세절된 시료 200 g에 8배에 해당하는 70 % 에탄올과 증류수를 각각 1600 mL을 첨가하였다. 70 % 에탄올은 상온에서 24시간 반응하였고, 증류수는 60 ℃에서 24시간, 100 ℃에서 3시간, 121 ℃에서 15분 반응하여 총 4가지 조건으로 추출하였고 추출물 분류를 간단히 아래에 요약하였다(Fig. 1). 추출액은 Whatman No.2 여과지(Whatman plc, Kent, UK)로 여과하고 Vacuum evaporator(VV2000, Heidolph, Schwabach, Germany)로 감압 진공 농축 후 20 ℃에 보관하며 항산화 활성 및 성분 분석 실험에 사용하였다.

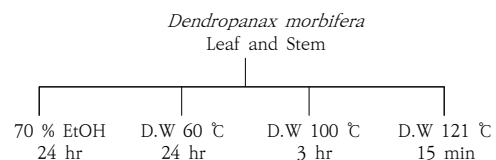


Fig. 1. Schematic diagram of extract conditions from *Dendropanax morbifera*.

2.2 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis의 방법[20]을 변형하여 측정하였다. 추출용매를 이용해 5 mg/mL의 농도로 만든 황칠 추출물 80 μ L에 Folin-Denis Reagent(Fluka, Bucs, Switzerland) 80 μ L를 혼합하여 실온에서 3분간 반응시킨 후 10 % sodium carbonate(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 80 μ L를 넣고 실온에서 1시간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 tannic acid(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 표준검량곡선을 작성하여 나타내었다.

2.3 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Nieva Moreno등의 방법[21]을 변형하여 측정하였다. 추출용매를 이용해 5 mg/mL의 농도로 만든 황칠 추출물 20 μ L에 10 % aluminum nitrate 20 μ L와 1 M potassium acetate 20 μ L 그리고 80 % 에탄올 0.94 mL를 혼합하여 실온에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 가지고 표준검량곡선을 작성하여 황칠 추출물의 총 플라보노이드 함량을 나타내었다.

2.4 DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법[22]을 변형하여 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 전자 공여 효과로 시료의 환원력을 측정하였다. 150 μ M DPPH(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액 0.98 mL에 20 mg/mL의 황칠 추출물 0.02 mL를 가하여 혼합한 다음 암조건에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로 합성 항산화제인 BHT(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내고 다음과 같이 계산하였다(1).

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = (1 - (A/B)) \times 100 \quad (1)$$

A : 시료 첨가구의 흡광도

B : 시료 무첨가구의 흡광도

2.5 항산화효소 활성 분석

제주산 황칠나무 잎과 줄기 동결 건조 분말에 50 mM

Potassium phosphate pH 7.0, 1 % Triton X-100, 1 % PVP-40 용액을 1 : 4의 비율로 혼합하고 12,000 rpm에서 20분 동안 원심분리한 다음 상층액을 BSA protein assay kit(Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)를 사용하여 정량 후 항산화 활성 분석에 사용하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 활성 측정은 Beauchamp C, Fridovich I의 방법[23]을 응용하여 xanthine/xanthine oxidase 반응으로 생성된 superoxide anion을 이용해 nitroblue tetrazolium(NBT)의 환원 정도를 측정하였다. 50 mM potassium phosphate pH 7.0, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM xanthine, 0.025 mM nitroblue tetrazolium(NBT) 용액 0.2 mL에 황칠 추출액 20 μ L를 혼합하고 25 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응시킨 후 3.3×10^{-6} mM xanthine oxidase를 가하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 활성 1 unit은 NBT 환원 저해율이 50 %가 되는 효소의 양을 의미하며, 다음의 계산식(2)에 따라 SOD 활성을 환산하였다[24].

$$\text{SOD inhibition rate(\%)} = (A-B)/A \times 100$$

$$\text{SOD activity(unit)} = \text{inhibition rate(\%)} / 50$$

$$\text{SOD activity(unit mg}^{-1}\text{)} = \text{SOD unit/Pr(ug)} \times \text{DF} \times 1000 \quad (2)$$

A: absorbance of blank, B: absorbance of sample, DF: dilution factor, Pr: concentration of sample

Catalase(CAT) 활성 측정은 Aebi의 방법[25]에 따라 기질인 hydrogen peroxide(H_2O_2)의 감소량을 측정하였다. 50 mM potassium phosphate pH 7.0, 10 mM H_2O_2 용액 0.2 mL에 황칠 추출액 20 μ L를 혼합한 후 240 nm에서 30초마다 2분 동안 흡광도를 측정하여 다음 계산식(3)과 같이 환산하였다. 43.6은 240 nm에서 H_2O_2 의 흡광계수를 나타내고 1 unit은 1분동안 1 μ M의 H_2O_2 를 분해하는 효소의 양을 의미한다.

$$\text{CAT activity(unit mg}^{-1}\text{)} = \frac{(B-A)/\text{min} \times \text{DF} \times 1000}{43.6 \times \text{Pr (ug)}} \quad (3)$$

A: absorbance of blank, B: absorbance of sample, DF: dilution factor, Pr: concentration of sample

Ascorbate peroxidase(APX) 효소 활성 측정은 Nacano와 Asada의 방법[26]에 의해 APX가 ascorbate를 산화시켜 일어나는 H_2O_2 의 감소량을 측정하였다. 50 mM

potassium phosphate pH 7.0, 0.5 mM ascorbate, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM H₂O₂ 용액 0.2 mL에 황칠 추출물 20 μ L를 혼합한 다음 37 $^{\circ}$ C에서 5분간 반응시킨 후 290 nm에서 혼합액의 흡광도를 측정한다. 다음 식 (4)을 이용하여 APX 활성을 계산하였다[27]. 이때 2.8은 290 nm에서 ascorbate의 흡광계수이다.

$$\text{APX activity (unit mg}^{-1}\text{)} = \frac{(B - A) \times DF \times 1000}{2.8 \times \text{Pr (}\mu\text{g)}} \quad (4)$$

A: absorbance of blank, B: absorbance of sample, DF: dilution factor, Pr: concentration of sample

2.6 지표물질 성분 분석

추출용매에 따른 제주산 황칠나무 잎과 줄기의 건조시료 내 지표물질 정량분석하기 위해 LC-MS/MS 질량분석기(AB SCIEX 4000 Q-Trap, Shimadzu LC 20A System)를 이용하였고 분석조건은 Table 1에 나타내었다. 3가지 지표물질 hesperidin, chlorogenic acid, salicylic acid는 sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구매하였고 분석 용매인 acetonitrile과 methanol은 모두 HPLC용을 사용하였다. 황칠 건조시료 20 mg를 메탄올과 증류수를 2 : 1의 비율로 혼합한 1.5 mL 용액에 녹인 후 상층을 50 % 메탄올로 씻은 100배, 줄기는 10배 희석하고 5~10 μ L를 주입하여 분석하였다. 각 시료는 LC-MS/MS 질량분석기를 이용하여 3회 반복하여 분석하였다.

Table 1. Conditions of LC-MS/MS for the confirmation of marker compound

Instrument	AB SCIEX 4000 Q-Trap
Column	Gemini C18(5 μ m, 5.0 mm $\times$ 2.0 mm)
	Gemini C18(5 μ m, 4.0 mm $\times$ 2.0 mm) guard cartridge
Mobile phase	A : 0.1 % formic acid with deionized water B : 0.1 % formic acid with acetonitrile (A : B = 80 : 20 (V/V))
Column flow rate	0.2 mL/min
Mode	Negative mode / Positive mode
Spray voltage	4500 V / 5500 V
Desolvation Temperature	500 $^{\circ}$ C

2.7 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복실험하여 평균과 오차값을 나타내었고, 통계처리는 IBM SPSS Statistics (SPSS Inc, Chicago, USA, version 19) 을 이용하여 분석하였다. 각 실험의 유의성 분석은 ANOVA 검정을 시행하였으며 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test로 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 제주산 황칠추출물의 수율 비교

제주산 황칠나무 잎과 줄기를 에탄올추출과 온도별 열수추출 방법으로 각각 추출한 결과, 황칠 잎 에탄올추출물의 수율은 4.8 %로 나타났고 잎 열수추출물 중 100 $^{\circ}$ C 열수추출물의 수율이 4.2 %로 가장 높게 나타났으며 121 $^{\circ}$ C 열수추출물에서 2.2 %로 낮은 수율을 보였다 (Table 2). 줄기의 경우, 에탄올추출물의 수율은 2.4 %였고 줄기 열수추출물 중 100 $^{\circ}$ C 열수추출물은 3.0 %로 가장 높은 수율을 보였으며 60 $^{\circ}$ C 열수추출물의 수율은 1.5 %로 낮은 수율을 나타냈다. 이팝나무 과육의 온도에 따른 열수추출물의 수율은 온도와 압력이 증가할수록 수율이 증가하였으며 이는 열처리 과정 중 식물 세포벽의 파괴로 인해 유용성분의 추출이 잘 이뤄져 수율이 증가된 것으로 보고하였다[28]. 민들레 잎의 50-90 $^{\circ}$ C 열수추출물의 수율은 70 $^{\circ}$ C 이후부터 수율이 감소하는 것으로 보고되어[29] 식물의 생리활성 물질에 따라 최적의 추출조건등이 다른 것으로 생각된다. 황칠의 경우 121 $^{\circ}$ C 열수추출의 수율은 100 $^{\circ}$ C 열수추출물보다 감소한 것으로 보아, 황칠의 열수추출의 경우 100 $^{\circ}$ C 열수추출이 황칠 잎과 줄기의 높은 추출효율을 얻기 위해 적합한 것으

Table 2. Extraction yield of Jeju *Dendropanax moribifera* leaf and stem extracts

Extraction condition	Yield (%)	
	Leaf	Stem
70 % EtOH 24 hr	4.8 $\pm$ 0.8 ^a	2.4 $\pm$ 0.3 ^b
D.W 60 $^{\circ}$ C 24 hr	4.0 $\pm$ 0.5 ^b	1.5 $\pm$ 0.3 ^c
D.W 100 $^{\circ}$ C 3 hr	4.2 $\pm$ 0.4 ^b	3.0 $\pm$ 0.3 ^a
D.W 121 $^{\circ}$ C 15 min	2.2 $\pm$ 0.6 ^b	2.4 $\pm$ 0.3 ^b

The data represent the mean $\pm$ SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

로 판단된다. 부위에 따른 황칠추출물의 수율은 줄기보다 잎에서 더 높게 나타났다. 추출 용매에 따른 황칠 잎의 수율은 에탄올추출물에서 유의적으로 높은 수율을 보였으며, 줄기의 수율은 100 ℃ 열수추출물에서 유의적인 함량 차이를 확인하였다. Lee 등[6]의 완도산 황칠 잎, 줄기 그리고 뿌리 중 잎 에탄올추출물에서 가장 높은 수율을 얻은 결과는 본 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 두릅순과 잎의 추출용매별 수율 조사결과 에탄올, 메탄올추출물보다 수용성 추출물에서 더 높은 수율을 보였다[30]. 이러한 결과들은 대상식물과 추출용매에 따라 수율이 달라질 수 있음을 나타낸다.

3.2 총 폴리페놀 함량 비교

추출용매에 따른 제주산 황칠 잎, 줄기의 항산화 활성을 확인하고자 총 폴리페놀함량을 측정하였다. 황칠 잎 에탄올추출물의 폴리페놀 함량은 28.78 mg TAN/g이며 60, 100, 121 ℃ 열수추출물의 폴리페놀 함량 각각 35.16, 38.92, 33.37 mg TAN/g 으로 나타나 100 ℃ 열수 추출물에서 유의적으로 높은 폴리페놀 함량을 보였다(Table 3). 황칠 줄기의 에탄올추출물은 21.39 mg TAN/g을 함유하고 있으며 60, 100, 121 ℃ 열수추출물에는 39.97, 28.64, 24.30 mg TAN/g의 함량을 보여 60 ℃ 열수추출물에서 높은 폴리페놀 함량을 나타냈다. 이러한 결과는 완도산 황칠나무 잎에서 에탄올추출물보다 열수추출물에서 상대적으로 높은 폴리페놀 함량을 보였다는 An 등[31]의 보고와 유사한 경향을 보여주었다. 가시오가피 잎, 줄기, 뿌리 및 열매의 추출용매별 폴리페놀 함량을 관찰한 연구결과에서는 가시오가피 잎의 90 ℃ 열수추출물에서 가장 높은 함량 조사되었으며 이 결과는 가시오가피의 유효성분이 물에 잘 녹는 극성물질이기 때문이라고 보고하였다[32]. 본 실험결과 추출 용매에 따른 제주산 황칠 잎과 줄기의 폴리페놀 함량은 각각

100 ℃, 60 ℃ 열수추출물에서 유의적으로 높은 함량을 확인하였으며 제주산 황칠의 항산화 유효성분은 극성물질과 관련이 높을 것으로 판단된다.

3.3 총 플라보노이드 함량 비교

추출용매에 따른 제주산 황칠 잎과 줄기의 플라보노이드 함량을 측정하여 Table 3에 나타냈다. 제주산 황칠 잎은 에탄올추출물에서 25.95 mg QUE/g의 플라보노이드 함량을 보였고 100 ℃ 열수추출물에서 12.67 mg QUE/g, 60 ℃ 열수추출물에서 12.58 mg QUE/g, 그리고 121 ℃ 열수추출물 추출물에서 12.05 mg QUE/g로 에탄올추출물에 비해 낮은 플라보노이드 함량을 나타냈다. 줄기의 경우, 에탄올추출물은 8.04 mg QUE/g, 60, 100, 121 ℃ 열수추출물에서 각각 9.68, 9.43, 8.70 mg QUE/g으로 나타나 60 ℃ 열수추출물에서 유의적으로 높은 플라보노이드 함량을 보였다. 황칠 잎에서는 에탄올추출물에서 가장 높은 플라보노이드 함량을 나타냈고 줄기의 경우 폴리페놀 함량 측정 결과와 비슷하게 에탄올추출물보다 열수추출물에서 유의적으로 높은 플라보노이드 함량을 나타냈다. Kim 등[33]의 연구에서 후박나무 가지보다 잎 추출물에서 높은 플라보노이드 함량을 나타냈다고 보고하였는데 이와 유사하게 제주산 황칠나무 잎 추출물의 플라보노이드 함량이 높은 경향을 보였다.

3.4 DPPH 라디칼 소거능

제주산 황칠 잎과 줄기의 추출용매별 항산화 활성을 평가하기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 잎과 줄기 에탄올추출물에서 각각 78.19, 54.96 %로 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다 (Table 4). 황칠 잎과 줄기 열수추출물의 항산화 활성 측정결과에서는 121 ℃ 잎 열수추출물과 100 ℃ 줄기 열수추출물에서 각각 49.09 %, 43.58 %로 활성이 높게 나타났다. 부위에 따른 황칠추출

Table 3. The contents of total polyphenol and flavonoid in Jeju *Dendropanax moribifera* leaf and stem extracts

Extraction condition	Total polyphenol contents (mg TAN/g extract powder)		Total flavonoid contents (mg QUE/g extract powder)	
	Leaf	Stem	Leaf	Stem
70 % EtOH 24 hr	28.78±0.12 ^d	21.39±0.16 ^d	25.95±0.02 ^a	8.04±0.03 ^d
D.W 60 ℃ 24 hr	35.16±0.06 ^b	39.97±0.27 ^a	12.58±0.01 ^b	9.68±0.04 ^a
D.W 100 ℃ 3 hr	38.92±0.11 ^a	28.64±0.24 ^b	12.67±0.05 ^b	9.43±0.04 ^b
D.W 121 ℃ 15 min	33.37±0.06 ^c	24.30±0.33 ^c	12.05±0.10 ^c	8.70±0.03 ^c

The data represent the mean ± SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

Table 4. DPPH radical scavenging activity (%) in Jeju *Dendropanax moribifera* leaf and stem extracts

DPPH radical scavenging activity (%)		
Extraction condition	Leaf	Stem
70 % EtOH 24 hr	78.19±0.07 ^a	54.96±0.07 ^a
D.W 60 ℃ 24 hr	39.27±0.40 ^c	37.67±0.59 ^c
D.W 100 ℃ 3 hr	27.11±0.15 ^d	43.58±1.33 ^b
D.W 121 ℃ 15 min	49.09±0.27 ^b	38.75±0.15 ^c

The data represent the mean ± SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

물은 추출용매와 상관없이 줄기보다 잎에서 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 보였다. Hwang 등[19]은 황칠나무 잎, 줄기 뿌리의 80 ℃ 열수추출물과 농도별 주정 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정에서 잎의 70 % 주정추출물이 85 %의 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 보였다고 보고하였고 또 후박나무 잎과 가지의 70 % 에탄올 추출물에서 각각 148.83, 159.29 ug/mL으로 가장 높은 소거능을 보여주었다고 보고하였다[33]. 이러한 결과는 시료, 시료의 농도, 추출용매, 측정 방법에 따라 DPPH 라디칼 소거능에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

3.5 항산화효소 활성 분석

제주산 황칠 잎과 줄기 추출물의 SOD, CAT, APX 활성을 측정한 결과, 황칠 잎의 SOD 활성은 에탄올추출물이 13.4 unit/mg 으로 가장 높았고 60, 100, 121 ℃ 열수추출물은 각각 12.8, 13.1, 12.8 unit/mg으로 나타나 그 중 100 ℃ 열수추출물이 유의적으로 높은 SOD 활성을 보였다(Fig. 2). 황칠 줄기의 SOD 활성은 에탄올추출물에서 11.58 unit/mg이었으며 60, 100, 121 ℃ 열수추출물에서 13.08, 13.05, 12.9 unit/mg으로 60 ℃ 열수추출물의 활성이 가장 우수하였지만 열수추출 온도에 따른 SOD 활성은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

추출용매에 따른 황칠 잎과 줄기 추출물의 CAT 활성의 경우, 잎 에탄올추출물의 CAT 활성은 11.1 unit/mg 이었고 잎 열수추출물에서는 100 ℃, 121 ℃, 60 ℃ 열수추출물 순으로 각각 11.4, 10.3, 9.2 unit/mg으로 측정되어 100 ℃ 열수추출물이 유의적으로 높은 CAT 활성을 나타내었다(Fig. 3). 줄기의 CAT활성은 에탄올추출물이 13.2 unit/mg으로 나타나 유의적으로 가장 우수한

활성을 보였고 열수추출물 중 121 ℃ 열수추출물에서 11.8 unit/mg으로 높은 CAT 활성을 나타냈다. 이 결과는 식물유래 천연색소 추출물의 항산화효소 활성을 비교한 연구에서 높은 CAT 활성을 보인 오디 증류수추출물 12.62 umol H₂O₂ decomposed/min/mg과 유사한 결과값을 보여주었다[34].

제주산 황칠 잎의 APX 활성은 에탄올추출물은 2.13 unit/mg, 열수추출물에서는 100 ℃, 121 ℃, 60 ℃ 열수추출물 순서로 높은 APX 활성을 보였고 60 ℃ 열수추출물은 1.76 unit/mg으로 다른 추출물보다 유의적으로 낮은 APX 활성을 나타냈다. 줄기의 경우, 에탄올추출물의 APX 활성은 2.13 unit/mg으로 가장 우수하였으며 줄기 열수추출물의 APX 활성은 121 ℃, 60 ℃, 100 ℃ 열수추출물의 순서로 나타났으며 각각 3.03, 2.79, 2.00 unit/mg으로 121 ℃ 열수추출물에서 가장 높은 활성을 보였다(Fig. 4). 부위별 황칠의 APX 활성은 황칠 잎보다 줄기에서 우수한 활성을 나타냈고 추출용매에 따른 황칠 잎과 줄기 추출물에서는 잎과 줄기 모두 에탄올추출물에서 유의적으로 높은 APX 활성을 보였다.

식물의 대사과정과 외부 스트레스에 의해 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)이 발생하며 활성산소종에는 superoxide anion(O₂⁻), hydroxyl radicals(OH[•]), hydrogen peroxide(H₂O₂) 등과 같은 자유라디칼을 포함한다[35]. 과한 ROS로 발생하는 산화적 스트레스는 생체 구성 성분들의 손상을 일으켜 노화, 생육 저해 등의 원인이 되며 식물은 산화적 스트레스에 대한 방어작용으로 활성산소들을 제거하는 다양한 항산화 효소 또는 항산화제가 존재한다[36]. SOD는 세포에 해로운 superoxide anion radical(O₂⁻)를 제거하여 hydrogen peroxide(H₂O₂)로 전환시키는 항산화 효소로 알려져 있으며 이렇게 전환된 H₂O₂는 CAT와 APX 에 의해 물과 산소로 전환되어 활성산소로부터 보호하는 역할을 한다고 알려져 있다[37]. 항산화 효능이 높다고 알려진 감잎 추출물은 추출 온도와 추출시간에 따라 SOD 유사 활성의 차이를 나타내었고[38], 여주의 각 부위별 항산화 효소 활성은 열매보다는 잎에서 높은 효소 활성을 관찰할 수 있었으며 생체와 건조 시료에 따라 SOD의 활성에 큰 차이를 보여주었다[39]. 본 실험결과에도 황칠의 부위별, 추출용매별에 따른 항산화 효소 활성은 많은 차이를 나타냈으며 각각의 시료를 추출하는 과정에서 각 부위별의 물리, 화학적인 성질이 변화하여 항산화 효소의 활성에 차이를 나타내는 것으로 판단된다.

3.6 지표물질 성분 분석

제주산 황칠 잎과 줄기 추출물의 항산화 효과와 관련된 지표물질 hesperidin, chlorogenic acid, salicylic acid의 정량분석 결과는 Table 5에 나타내었다. 추출 용매에 따른 황칠 잎과 줄기의 hesperidin 함량은 에탄올 추출물에서 각각 4.980 mg/g, 0.263 mg/g으로 다른 추출물보다 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며 열수추출물은 온도 증가에 따라 hesperidin 함량이 증가하는 경향을 보였다. 황칠 잎과 줄기의 hesperidin 함량은 에탄올추출물에서 4.980, 0.263 mg/g으로 나타나 100 ℃ 열수추출물에 비해 각각 5.5, 21.9배 높은 함량이 검출되었다. Cheigh 등[40]의 감귤껍질의 추출용매에 따른 hesperidin 함량을 조사한 결과, 본 실험결과와 유사하게 70 % 에탄올추출물에서 90 ℃ 열수추출물보다 17.8 배 높은 hesperidin 함량을 보였으며 이는 hesperidin 이 물보다 극성이 낮은 에탄올에서 쉽게 용해되는 극성 용해도에 대한 차이로 보여진다.

황칠 잎과 줄기의 chlorogenic acid의 함량은 잎 에탄올추출물에서 19.950 mg/g, 줄기 에탄올추출물은 13.875 mg/g으로 다른 추출물에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 열수추출물 중에서는 100 ℃ 열수추출물의 chlorogenic acid 함량이 8.475, 5.933 mg/g으로 비교적 높은 함량을 나타냈지만 121 ℃ 열수추출물에서는 chlorogenic acid 함량이 감소하였다. 이는 chlorogenic acid는 온도의 영향에 매우 민감하며 온도

가 증가함에 따라 분해되는 특성에 따라[41] 황칠 잎, 줄기의 121 ℃ 열수추출물에서 chlorogenic acid가 분해 및 파괴되어 chlorogenic acid 함량이 감소한 것으로 판단된다. 황칠 잎과 줄기의 salicylic acid 함량은 잎 에탄올추출물에서 0.020 mg/g, 줄기 에탄올추출물은 0.004 mg/g로 가장 낮은 함량을 나타냈으며 열수추출물 중 121 ℃ 열수추출물에서 높은 함량을 보였다. 황칠 잎과 줄기의 121 ℃ 열수추출물의 salicylic acid 함량은 각각 0.052, 0.007 mg/g으로 에탄올 추출물에 비해 약 2배 높은 salicylic acid 함량을 나타냈다.

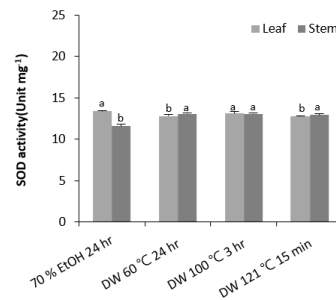


Fig. 2. Activities of SOD in *Dendropanax morbifera* leaf and stem extracts. The data represent the mean $\pm$ SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

Table 5. The contents of hesperidin, chlorogenic acid and salicylic acid in *Dendropanax morbifera* leaf and stem extracts using LC-MS/MS.

Compounds	Condition	Content (mg/g extracts)	
		Leaf	Stem
Hesperidin	70 % EtOH 24 hr	4.980 $\pm$ 0.697 ^a	0.263 $\pm$ 0.016 ^a
	D.W 60 ℃ 24 hr	0.003 $\pm$ 0.000 ^c	0.001 $\pm$ 0.000 ^b
	D.W 100 ℃ 3 hr	0.908 $\pm$ 0.040 ^b	0.012 $\pm$ 0.001 ^b
	D.W 121 ℃ 15 min	1.050 $\pm$ 0.128 ^b	0.014 $\pm$ 0.001 ^b
Chlorogenic acid	70 % EtOH 24 hr	19.950 $\pm$ 0.097 ^a	13.875 $\pm$ 0.147 ^a
	D.W 60 ℃ 24 hr	1.598 $\pm$ 0.020 ^d	4.883 $\pm$ 0.007 ^b
	D.W 100 ℃ 3 hr	8.475 $\pm$ 0.096 ^b	5.933 $\pm$ 0.035 ^b
	D.W 121 ℃ 15 min	8.175 $\pm$ 0.138 ^c	4.553 $\pm$ 0.013 ^b
Salicylic acid	70 % EtOH 24 hr	0.020 $\pm$ 0.002 ^c	0.004 $\pm$ 0.001
	D.W 60 ℃ 24 hr	0.045 $\pm$ 0.007 ^{ab}	0.006 $\pm$ 0.000
	D.W 100 ℃ 3 hr	0.042 $\pm$ 0.002 ^b	0.006 $\pm$ 0.002
	D.W 121 ℃ 15 min	0.052 $\pm$ 0.006 ^a	0.007 $\pm$ 0.001

The data represent the mean $\pm$ SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

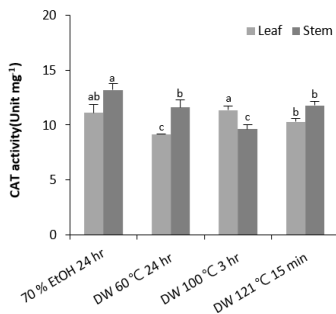


Fig. 3. Activities of CAT in *Dendropanax moribifera* leaf and stem extracts. The data represent the mean $\pm$ SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

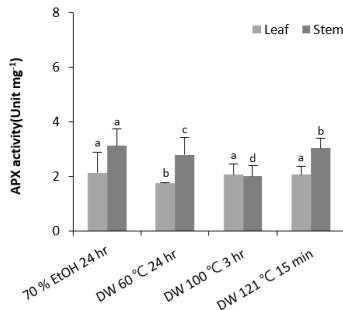


Fig. 4. Activities of APX in *Dendropanax moribifera* leaf and stem extracts. The data represent the mean $\pm$ SD for each group. The different letters mean significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple test.

다양한 플라보노이드 중 hesperidin은 특히 감귤류에 다량 함유되어 있으며[42], 식물에 풍부하게 함유되어 있는 hesperidin 등의 항산화 물질이 항산화 기능에 영향을 미치고[43] 또한 항암 효과도 있는 것으로 알려져 있다[44]. 폴리페놀 화합물 중 chlorogenic acid는 커피콩[45], 사과[46], 취나물, 상추[47] 등 과일과 채소, 식물등에 존재하는 대표적인 항산화 물질로 지질과 당대사를 조절하며[48] salicylic acid는 항균 효과, 피부장벽 기능 및 콜라겐 생성을 향상시키고[49], 항산화효과[50] 등으로 알려져 있다. 최근 황칠나무 잎에 rutin, chlorogenic acid, quercetin, hesperidin의 aglycone 형태인 hesperetin 등의 페놀화합물을 포함하고 있다고 보고되고 있다[18, 19, 48]. 제주산 황칠 잎의 추출용매에 따른 chlorogenic acid 함량은 주정의 비율이 클수록 높게 측정되었으며[51] 경남산 황칠 잎과 줄기의 chlorogenic

acid 함량이 80 °C 열수추출물에 비해 70 % 주정추출물에서 높게 조사되었다[19].

본 실험에서도 부위와 추출용매에 따른 제주 황칠의 chlorogenic acid의 함량은 잎과 줄기 모두 에탄올 추출물에서 유의적으로 가장 높은 함량이 측정되었다. Sun 등[52]의 나주산 황칠나무 잎 에탄올추출물에 대한 지표성분 함량 차이는 hesperidin > salicylic acid > chlorogenic acid 순으로 나타났다고 보고하였고 본 실험결과에서는 chlorogenic acid > hesperidin > salicylic acid 순으로 나타났다. 이러한 결과는 황칠나무의 채취시기와 재배지뿐 아니라 추출 용매도 지표 성분의 함량에 큰 영향을 주는 것으로 분석된다.

4. 결론

본 연구에서는 추출용매에 따른 제주산 황칠 잎과 줄기의 항산화 효능을 비교하고 황칠의 항산화와 관련된 지표성분으로 알려진 hesperidin과 chlorogenic acid 그리고 salicylic acid 성분 함량 차이를 비교분석하였다. 제주산 황칠 잎, 줄기의 에탄올추출물과 열수추출물의 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 조사한 결과 폴리페놀, 플라보노이드 및 DPPH 라디칼 소거활성은 줄기에 비해 잎에서 높은 활성을 보였으며 폴리페놀함량은 잎 100 °C 열수추출물과 줄기 60 °C 열수추출물, 플라보노이드는 잎 에탄올추출물과 줄기 60 °C 열수추출물에서 유의적인 활성을 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 잎과 줄기 모두 에탄올추출물에서 가장 높은 활성을 보였다. 또한 항산화효소 활성을 측정한 결과, SOD활성은 줄기보다 잎의 활성이 높았으며 잎 에탄올추출물과 줄기 열수추출물의 활성이 가장 높았고 CAT와 APX 활성은 잎과 줄기 모두 에탄올추출물의 활성이 높은 경향을 보였다. 잎과 줄기의 hesperidin, chlorogenic acid 및 salicylic acid 함량은 줄기에 비해 잎에서 우수하였으며 chlorogenic > hesperidin > salicylic acid 순으로 나타났고 hesperidin과 chlorogenic acid는 에탄올추출물, salicylic acid는 121 °C 열수추출물의 함량이 가장 높았다. 따라서 본 연구결과는 추출용매에 따른 황칠 잎과 줄기의 항산화효능과 지표성분의 함량에 차이를 나타내었으며 향후 제주산 황칠 원료의 제품 표준화에 대한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

References

- [1] B. S. Jeong, J. S. Jo, B. S. Pyo, B. Hwang, "Studies on the Distribution of *Dendropanax moribiferae* and Component Analysis of the Golden Lacquer", *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, Vol.10, No.4, pp.393-400, Oct. 1995.
- [2] S. K. Choi, "Growth characteristics and native environment of *Dendropanax moribifera* LEV. in Wando, Korea", *Korean journal of medicinal crop science*, Vol.4, No.1, pp.1-6, Mar. 1996.
- [3] Y. B. Jo, J. H. Lee, "A Study on the effect of the *Dendropanax moribifera* extract on Anti-Hypertensive", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.17, No.11, pp.708-715, Nov. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.11.708>
- [4] X. Tan, H. K. Ryu, "Effects of *Dendropanax moribifera* Leaf Extracts on Lipid Profiles in Mice Fed a High-Fat and High-Cholesterol Diet", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.44, No.5, pp.641-648, May. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2015.44.5.641>
- [5] N. Y. An, J. E. Kim, D. Y. Hwang, H. K. Ryu, "Anti-diabetic effects of aqueous and ethanol extract of *Dendropanax moribifera* Leveille in streptozotocin-induced diabetes model", *Journal of Nutrition and Health*, Vol.47, No.6, pp.394-402, Dec. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.4163/inh.2014.47.6.394>
- [6] C. Y. Lee, M. H. Yang, J. O. Moon, "Antioxidant and Hepatoprotective Effects of the Ethanol Extract of *Dendropanax moribifera* Leveille on the t-Butyl Hydroperoxide-Induced HepG2 Cell Damages", *Korean Journal of Pharmacognosy*, Vol.50, No.1, pp.32-36, March. 2019.
- [7] K. J. Im, S. B. jang, D. Y. Yoo, "Anti-cancer Effects of *Dendropanax moribifera* Extract in MCF-7 and MDA-MB-231 Cells", *The Journal of Korean Obstetrics and Gynecology*, Vol.28, No.2, pp.26-39, May. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.15204/jkobgy.2015.28.2.026>
- [8] H. Y. Yu, K. S. Kim, Y. C. Lee, H. I. Moon, J. H. Lee, "Oleifolioside A, a New Active Compound, Attenuates LPS-Stimulated iNOS and COX-2 Expression through the Downregulation of NF- κ B and MAPK Activities in RAW 264.7 Macrophages", *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, July. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/637512>
- [9] D. H. Kim, S. M. Lee, H. K. Ro, "Effects of fermented *Dendropanax moribifera* extract on the quality of Kimchi during Fermentatio", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.48, No.10, pp.1120-1126, Sep. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2019.48.10.1120>
- [10] S. H. Jung, B. S. Park, D. J. Jung, D. S. Lee, S. T. Jo, et al., "A study on wood properties of major warm temperate tree species for the use of furniture materials", *Proceedings of the KSFDT Conference*, Korea Furniture Society, Seoul, Republic of Korea, Vol.4, pp.84-92, April. 2007.
- [11] H. D. Hwang, J. I. Moon, C. H. Park, H. J. Kim, B. Hwang, "Improving curing rate and physical properties of Korean *Dendropanax* Lacquer with thermal and photo initiator by dual curing", *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, Vol.38, No.4, pp.333-340, July. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.5658/WOOD.2010.38.4.333>
- [12] J. H. Ji, "Effect of *Dendropanax moribifera* Leaf Extract Treatment on Permanent Hair Waving", *Journal of Investigative Cosmetology*, Vol.11, No.3, pp.207-213, Sep. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.15810/jic.2015.11.3.004>
- [13] M. C. Kim, O. R. Kwon, S. Y. An, H. Y. Lee, D. W. Shin, et al., Functional ingredient standardization guide for health functional food developers, p.147, Ministry of Food and Drug Safety, 2008, pp.5-7
- [14] B. Y. Cho, J. H. Lee, M. J. Ra, S. Y. Kim, I. J. Kang, K. C. Han, O. H. Lee, "Analysis of Pectolinarin Content and Antioxidant activity in *Cirsium setidens* Nakai by Cultivars", *Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol.31, No.3, pp.210-215, Dec. 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.3.210>
- [15] M. H. Oh, K. Y. Yoon, "Biological activity of crude polyphenol fractions of *Cedrela sinensis* isolated using different extraction methods", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.49, No.4, pp.438-443, May. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2017.49.4.438>
- [16] V. Dewanto, X. Wu, K. K. Adom, R. H. Liu, "Processed sweet corn has higher antioxidant activity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.50, No.17, pp.4959-4964, Aug. 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0255937>
- [17] M. J. Lim, Y. R. Gu, J. H. Hong, "Extraction solvent-dependent antioxidant activities and cancer cell growth inhibitory effects of *Scutellaria baicalensis* extracts", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.26, No.5, pp.566-575, Aug. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2019.26.5.566>
- [18] K. H. Lee, H. J. Na, C. K. Song, S. Y. Kang, S. O. Kim, "Quercetin quantification in a Jeju *Dendropanax moribifera* Lev. extract by varying different parts, harvest times, and extraction solvents", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.25, No.3, pp.344-350, June. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.3.344>
- [19] C. E. Hwang, S. C. Kim, C. S. Cho, W. Y. Song, O. S. Joo, K. M. Cho, "Comparison of chlorogenic acid and rutin contents and antioxidant activity of *Dendropanax moribifera* extracts according to ethanol concentration", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.27, No.7, pp.80-87, Dec. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.7.880>

- [20] O. Folin, W. Denis, "On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents", *Journal of Biological Chemistry*, Vol.12, No.2, pp.239-243, June. 1912.
- [21] M. I. Nieva Moreno, M. I. Isla, A. R. Sampietro, M. A. Vattuone, "Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.71, No.1-2, pp.109-114, July. 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(99\)00189-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(99)00189-0)
- [22] M. S. Blois, "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature*, Vol.181, No.4617, pp.1199-1200, April. 1958.
DOI: <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- [23] C. Beauchamp, I. Fridovich, "Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels", *Analytical Biochemistry*, Vol.44, No.1, pp.276-287, Nov. 1971.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(71\)90370-8](https://doi.org/10.1016/0003-2697(71)90370-8)
- [24] A. R. Lee, S. S. Roh, "Anti-oxidant and Anti-melanogenic activity of the methanol extract of pine cone", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, Vol.14, No.3, pp.301-308, Sep. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.20402/ajbc.2016.0055>
- [25] H. Aebi, "Catalase in vitro", *Methods in Enzymol*, Vol.105, pp.121-126, Jan. 1984.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(84\)05016-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3)
- [26] Y. Nakano, K. Asada, "Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts", *Plant and Cell Physiology*, Vol.22, No.5, pp.867-880, August. 1981.
DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232>
- [27] J. W. Rijstenbil, "Assessment of oxidative stress in the planktonic diatom *Thalassiosira pseudonana* in response to UVA and UVB radiation", *Journal of Plankton Research*, Vol.24, No.12, pp.1277-1288, Dec. 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/24.12.1277>
- [28] H. S. Choi, Y. S. Lee, S. J. Seo, N. W. Kim, "Antioxidant and anti-aging activities of water extracts from *Chionanthus retusus* flesh according to different extraction temperatures", *The Korean Society of Food Preservation*, Vol.24, No.8, pp.1129-1137, Dec. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2017.24.8.1129>
- [29] Y. J. Koh, D. S. Cha, H. D. Choi, Y. K. Park, I. W. Choi, "Hot Water Extraction Optimization of Dandelion Leaves to Increase Antioxidant Activity", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.40, No.3, pp.283-289, June. 2008.
- [30] J. Y. Cha, H. Y. Ahn, K. E. Eom, B. K. Park, B. S. Jun, Y. S. Cho, "Antioxidative Activity of *Aralia elata* Shoot and Leaf Extracts", *Korean Journal of Life Science*, Vol.19, No.5, pp.652-658, April. 2009.
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2009.19.5.652>
- [31] N. Y. An, J. E. Kim, D. Y. Hwang, H. K. Ryu, "Anti-diabetic effects of aqueous and ethanol extract of *Dendropanax moribifera* Leveille in streptozotocin-induced diabetes model", *Journal of Nutrition and Health*, Vol.47, No.6, pp.394-402, Dec. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.4163/inh.2014.47.6.394>
- [32] S. J. Heo, H. Y. Ahn, M. J. Kang, J. H. Lee, J. Y. Cha, Y. S. Cho, "Antioxidative Activity and Chemical Characteristics of Leaves, Roots, Stems and Fruits Extracts from *Acanthopanax senticosus*", *Korean Journal of Life Science*, Vol.21, No.7, pp.1052-1059, July. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2011.21.7.1052>
- [33] N. I. Kim, N. H. Choi, H. J. Shin, "Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of *Machilus thunbergii* Leaves and Branch Extracts with Different Extraction Methods", *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, Vol.35, No.4, pp.310-318, Dec. 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2020.35.4.310>
- [34] H. O. Boo, S. J. Hwang, C. S. Bae, S. H. Park, W. S. Song, "Antioxidant Activity According to Each Kind of Natural Plant Pigments", *Korean Journal of Plant Resources*, Vol.24, No.1, pp.105-112, Feb. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.7732/kjpr.2011.24.1.105>
- [35] J. F. Curtin, M. Donovan, T. G. Cotter, "Regulation and measurement of oxidative stress in apoptosis", *Journal of Immunological Methods*, Vol.265, No.1-2, pp.49-72, July. 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-1759\(02\)00070-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1759(02)00070-4)
- [36] J. S. Kim, K. W. Kim, K. J. Choi, Y. K. Kwak, K. S. Im, K. H. Lee, H. Y. Chung, "Screening of Antioxidative Components from Red Ginseng Saponin", *Journal of Ginseng Research*, Vol.20, No.2, pp.173-178, Aug. 1996.
- [37] G. R. Buettner, "Superoxide Dismutase in Redox Biology: The roles of superoxide and hydrogen peroxide", *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, Vol.11, No.4, pp.341-346, March. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.2174/187152011795677544>
- [38] Y. J. Park, M. Kang, J. I. Kim, O. J. Park, M. S. Lee, D. J. Jang, "Changes of Vitamin C and Superoxide Dismutase(SOD)-like Activity of Persimmon Leaf Tea by Processing Method and Extraction Condition", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.27, No.3, pp.281-285, June. 1995.
- [39] Y. Park, H. O. Boo, Y. L. Park, D. H. Cho, H. H. Lee, "Antioxidant Activity of *Momordica charantia* L. Extracts", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol.15, No.1, pp.56-61, Jan. 2007.
- [40] C. I. Cheigh, E. Y. Chung, M. S. Chung, "Enhanced extraction of flavanones hesperidin and narirutin from *Citrus unshiu* peel using subcritical water", *Journal of Food Engineering*, Vol.110, No.3, pp.472-477, June. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.12.019>
- [41] D. Wianowska, M. Gil, "Recent advances in extraction

- and analysis procedures of natural chlorogenic acids", *Phytochemistry Reviews*, Vol.18, pp.273-302, Oct. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9592-y>
- [42] P. K. Wilmsen, D. S. Spada, M. Salvador, "Antioxidant Activity of the Flavonoid Hesperidin in Chemical and Biological Systems", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.53, No.12, pp.4757-4761, May. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0502000>
- [43] S. L. Lee, S. Y. Joo, "Effects of premature mandarin powder on the quality characteristics and antioxidant activities of scone", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.28, No.2, pp.231-239, Feb. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.2.231>
- [44] T. Tanaka, H. Kohno, M. Murakami, R. Shimada, S. Kagami, T. Sumida, Y. Azuma, H. Ogawa, "Suppression of azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 rats by mandarin juices rich in β -cryptoxanthin and hesperidin", *International Journal of Cancer*, Vol.88, No.1, pp.146-150, Aug. 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1002/1097-0215\(20001001\)](https://doi.org/10.1002/1097-0215(20001001))
- [45] M. Jeszka-Skowron, A. Sentkowska, K. Pyrzyńska, M. P. De Peña, "Chlorogenic acids, caffeine content and antioxidant properties of green coffee extracts: influence of green coffee bean preparation", *European Food Research and Technology*, Vol.242, pp.1403-1409, Feb. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2643-y>
- [46] I. W. Hwang, C. S. Kim, S. K. Chung, "The Physicochemical Qualities and Antioxidant Activities of Apple Juices Marketed in Korea", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.18, No.5, pp.770-705, Oct. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2011.18.5.700>
- [47] J. E. Ryu, W. H. Kim, H. J. Bae, Y. J. Jung, Y. J. Choi, et al., "Determination of Chlorogenic Acids Content in Vegetables, Root and Tuber Crops by LC-MS/MS", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.49, No.8, pp.836-847, Aug. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.8.836>
- [48] J. Lee, K. I. Seo, M. J. Kim, S. J. Lee, E. M. Park, et al., "Chlorogenic Acid Enhances Glucose Metabolism and Antioxidant System in High-fat Diet and Streptozotocin-induced Diabetic Mice", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.41, No.6, pp.774-781, June. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.6.774>
- [49] B. M. Kim, "The study of oligopeptide synthesis and biological activity", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.12, pp.62-70, Dec. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.62>
- [50] S. G. Go, "The efficacy and scientific excellence of Korean ginseng", *Korea Food Research Institute*, Vol.2, No.3, pp.63-68, Oct. 2009.
- [51] J. S. Youn, M. S. Kim, H. J. Na, H. R. Jung, C. K. Song et al., "Screening test for *Dendropanax moribifera* Leveille extracts: in vitro comparison to ox-LDL-induced lipid accumulation, ethanol-induced fatty liver and HMG-CoA reductase inhibition", *Journal of Applied Biological Chemistry*, Vol.61, No.1, pp.1-8, March. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3839/iabc.2018.001>
- [52] S. Sun, T. Li, L. Jin, Z. H. Piao, B. Liu, et al., "*Dendropanax moribifera* Prevents Cardiomyocyte Hypertrophy by Inhibiting the Sp1/GATA4 Pathway", *The American Journal of Chinese Medicine*, Vol.46, No.5, pp.1021-1044, July. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1142/S0192415X18500532>

정 준 한(Jun-Han Jeong)

[준회원]



- 2020년 2월 : 조선대학교 생명과학과 (이학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 일반대학원 생명과학과 (석사과정)

<관심분야>

식물생리, 분자생물

김 진 솔(Jin-Sol Kim)

[준회원]



- 2017년 2월 : 조선대학교 생명과학과 (이학사)
- 2019년 2월 : 조선대학교 일반대학원 생명과학과 (이학석사)
- 2019년 4월 ~ 현재 : 조선대학교 자연과학대학 생명과학과 연구원

<관심분야>

식물생리, 분자생물

이 현 화(Hyun-Hwa Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 조선대학교 일반대학원 생물학과 (이학석사)
- 2002년 8월 : 조선대학교 일반대학원 생물학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 생명과학과 교수

〈관심분야〉

식물생리, 분자생물