

## 국내 야생식용식물 7종 에탄올 추출물의 항산화 활성 비교

지희영<sup>1</sup> · 주신윤<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>대진대학교 식품영양학과

### Comparison of antioxidant activities of ethanol extracts from seven species of wild edible plants in Korea

Hee Young Ji<sup>1</sup> and Shin Youn Joo<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, Daejin University

**Abstract** In this study, we investigated the potential of 70% ethanol extracts from wild edible plants (*Pueraria lobata* sprout, *Rosa multiflora* sprout, *Artemisia princeps* leaf, *Diospyros kaki* leaf, *Morus alba* leaf, *Robinia pseudoacacia* flower, *Inula britannica* var. *japonica* flower), as natural antioxidants. The antioxidant contents and activities of extracts were examined using various methods. The measurements of total polyphenol content revealed that *Rosa multiflora* sprout extract had the highest value and total flavonoid content showed that *Diospyros kaki* leaf extract had the highest value. Antioxidant activities were the highest in *Rosa multiflora* sprout for DPPH (IC<sub>50</sub> 232.52 µg/mL), ABTS<sup>+</sup> (IC<sub>50</sub> 470.10 µg/mL), superoxide<sup>-</sup> (IC<sub>50</sub> 431.88 µg/mL), nitrite (IC<sub>50</sub> 363.38 µg/mL) scavenging activity, and reducing power (2.47 O.D.). These results suggest that the ethanolic extract of *Rosa multiflora* sprout is a potential source of natural antioxidants.

**Keywords:** antioxidant content, antioxidant activity, natural antioxidant, wild edible plants, *Rosa multiflora* sprout

## 서 론

최근 현대인들은 약물, 스트레스, 환경오염 등의 외부 자극을 받아 인체 내 유리기(free radicals)와 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)이 생성되고 산화물질이 축적되어 항산화물질과 산화 간의 균형이 깨지면서 유전자의 DNA 손상, 세포 노화 그리고 동맥경화, 암, 염증질환 등의 다양한 질병이 발생하고 있다(Benzie, 2000; Hwang 등, 2006; Wilcox 등, 2004). 활성산소종은 일반 삼중항 상태의 산소보다 반응성이 큰 물질로 hydrogen peroxide, hydroxyl radical, superoxide anion radical, singlet oxygen 등과 이 물질들이 불포화 지방산과 반응하여 생성되는 alkoxy radical, hydroperoxide, peroxy radical 등을 포함한다(Circu와 Aw, 2010; Hitchler와 Domann, 2007). 활성산소종과 유리기의 문제점을 해결하기 위하여 가장 많이 이용되는 항산화제는 butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA) 등으로 항산화 효과가 뛰어나다고 알려져 있지만 고농도로 섭취할 시 인체의 유해성과 안정성 문제가 제기되어 천연 항산화제에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그 중 특히 식물 소재의 항산화 효과에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다(Brane, 1975). 천연 항산화제는 주로 식물의 페놀성 화합물로 뿌리, 줄기, 나무, 잎, 열매,

꽃 등 모든 부분에 존재하며, 그 성분으로는 vitamin C, carotenoid, flavonoid, phenolic acid 등의 폴리페놀이 주성분으로 확인되어 활성산소종과 유리기의 활성을 저해하거나 생성을 지연시키는 항산화 물질로 작용한다(Pyo 등, 2004; Wang 등, 2013; Zhag 등, 2011). 최근 천연 항산화제 소재로 국내산 구아바 잎 추출물의 항산화 활성(Cheon 등, 2019), 감 심지 에탄올 추출물의 항산화 활성(Byun 등, 2020), 비타민나무 잎 에탄올 농도별 추출물의 항산화 활성(Park과 Joo, 2021) 등이 연구되고 있다.

쑥(*Pueraria lobata*)은 극동아시아에 자생하는 콩과의 덩굴성 다년식물로 그 뿌리는 예로부터 편두통, 편도선염 및 감기 등의 약용식물로 사용되어 왔으며, 쑥의 순과 잎은 영양분의 함량이 높아 가축의 사료로도 다양하게 사용되고 있다(Lee와 Park, 2015; Yuk, 1989). 쩌레나무(*Rosa multiflora*)는 장미과에 속하는 식물로 뿌리는 이습과 활혈 등의 효능이 있고 잎은 피부 재생, 꽃의 증류액은 구창, 당뇨병, 심혈관계 질환을 치료한다고 알려져 있다(Black, 1987). 쑥(*Artemisia princeps*)은 국화과 쑥속에 속하는 번식력이 강한 다년생 초본으로 국내에 약 300여종의 쑥이 자생하고 있으며 경련, 마비, 전신강직 및 만성간염, 만성위장염, 토혈 등의 치료에 이용되었다(Lee, 1997; Lee 등, 2000). 감나무(*Diospyros kaki*)는 주로 동양에 자생하는 과실수로 감나무 잎에는 vitamin B<sub>1</sub>, 엽산, 판토텐산의 함유량이 높으며 감잎차는 성인병 예방, 니코틴 해독, 스트레스 해소 등의 효능을 갖고 있는 식품으로 알려져 있다(Choi와 You, 1992; Uchida 등, 1990; Yeo 등, 1995). 뽕나무(*Morus alba*)는 뽕나무과 뽕나무속에 속하는 식물로 뽕잎은 동의보감과 본초강목에서 뇌졸중, 소갈증 등에 효과가 있다고 하였고, 당뇨병을 예방하고 치료할 수 있다는 선형연구가 보고되었다(Jeong 등, 2002; Kim 등, 2001). 아카시아나무(*Robinia pseudoacacia*)는 장미목 콩과속에 속하는 낙엽교목으로 이노작용,

\*Corresponding author: Shin Youn Joo, Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon, Gyeonggi 11159, Republic of Korea

Tel: +82-31-539-1865

Fax: +82-31-539-1860

E-mail: joo@daejin.ac.kr

Received July 30, 2021; revised September 29, 2021;

accepted September 30, 2021

임질, 수종, 대장하혈, 자궁이상출혈 등을 멈추게 하는 약재로 이용되었다(Jeung과 Shin, 1988). 금불초(*Inula britannica* var. *japonica*)는 국화과에 속해있는 여러해살이풀로 거담, 건위, 진정, 진토, 진해 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Lee, 2003; Song, 2003). 그러나 이들 시료에 대한 항산화 활성 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 식품의약품안전처에서 식품에 사용할 수 있는 원료 목록에 고시한 식물 중 나뭇, 차 등의 섭취방법으로 쉽게 접할 수 있는 야생식용식물 7종을 선정하여 70% 에탄올을 이용한 추출물을 제조한 후 항산화 물질과 활성을 조사하여 천연 항산화제로의 활용 가능성을 확인하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 시료 제조

본 실험에 사용한 야생식용식물 7종은 Table 1과 같으며, 강원도 고성군 토성면 일대(2020년 5월)에서 채취하여 세척과 풍건 후 분말화하여 -70°C의 초저온 냉동고(DF9010, Ilish Bio Base co.)에 보관하면서 사용하였다. 항산화 물질과 활성 측정에 사용한 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Folin & Ciocalteu's reagent, gallic acid, naringin 등은 Sigma-Aldrich사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 그 외 1급 시약을 구매하여 사용하였다.

야생식용식물 7종 분말 각 10 g에 70% 에탄올 90 mL를 첨가하여 20°C, 24시간, 150 rpm으로 shaking incubator (SI-900R, JeioTech, Daejeon, Korea)에서 추출한 후 여과(Whatman No. 1, Whatman Ltd., Maidstone, Kent, UK)하여 시료액으로 사용하였다.

### 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

야생식용식물 7종 추출물의 총 페놀 함량은 Dewanto 등(2002)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료별 추출액 0.1 mL에 2 N Folin & Ciocalteu's reagent 0.2 mL와 증류수 2 mL를 가하여 교반한 후 실온에 3분간 방치하였다. 이 반응액에 포화용액인 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 mL를 넣고 혼합하여 1시간 동안 암실에서 반응시킨 후 분광광도계(EMC-18PC-UV, EMCLAB GmbH, Duisburg, Germany)를 이용하여 765 nm에서 측정하였다. Gallic acid를 이용한 표준곡선을 통하여 총 페놀 함량을 구하였으며, 시료 1 g당 mg gallic acid equivalent (mg GAE/g)로 결과를 나타냈다.

야생식용식물 7종 추출물의 총 플라보노이드 함량은 Lee 등(1997)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료별 추출액 0.2 mL에 1 N NaOH 0.6 mL와 diethylene glycol 4 mL를 넣고 균일하게 혼합하여 1시간 동안 37°C에서 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin을 이용한 표준곡선을 통하여 총 플라보

노이드 함량을 구하였으며, 시료 1 g당 mg naringin equivalent (mg NE/g)로 결과를 나타냈다.

### DPPH 라디칼 소거능

야생식용식물 7종 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료별 추출액 0.5 mL와 DPPH 용액(1.5×10<sup>-4</sup> M) 2 mL를 혼합하여 30분 동안 실온의 암실에서 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능의 결과는 아래와 같은 식으로 계산하였고, 대조군을 기준으로 50%의 소거능을 보이는 시료 농도(IC<sub>50</sub>)의 값으로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100$$

### ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능

야생식용식물 7종 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 Re 등(1999)의 방법을 응용하여 측정하였다. ABTS 용액은 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 14:1로 혼합하여 실온의 암소에서 20시간 반응시켜 제조하였고, 제조한 ABTS 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 증류수로 희석하여 사용하였다. 각 시료별 추출액 0.1 mL에 희석한 ABTS 용액 1.6 mL를 혼합하여 5분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능의 결과는 아래의 식으로 계산하였고, 대조군을 기준으로 50%의 소거능을 보이는 시료 농도(IC<sub>50</sub>)의 값으로 나타내었다.

$$\text{ABTS}^+ \text{ radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100$$

### Superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능

야생식용식물 7종 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능은 Wang 등(2007)의 방법을 응용하여 측정하였다. 0.4 mM xanthine과 0.24 mM nitro blue tetrazolium (NBT)를 1:1로 혼합하여 만든 후 각 시료별 추출액 0.1 mL에 혼합용액 0.5 mL와 0.049 unit/mL 농도의 xanthine oxidase 1 mL를 가하여 40분 동안 37°C에서 반응시켰다. 반응 후 69 mM sodium dodecyl sulfate (SDS) 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하였다. superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능의 결과는 아래의 식으로 계산하였고, 대조군을 기준으로 50%의 소거능을 보이는 시료 농도(IC<sub>50</sub>)의 값으로 나타내었다.

$$\text{Superoxide}^- \text{ radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100$$

### 아질산염 소거능

야생식용식물 7종 추출물의 아질산염 소거능은 Kato 등(1987)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료별 추출액 0.2 mL에 1 mM sodium nitrite 0.1 mL와 pH를 1.2로 조정한 0.1 N HCl 1 mL를 가하여 혼합한 후 1시간 동안 37°C에서 반응시켰다. 이 반응액에 2% acetic acid 5 mL와 griess 시약 0.4 mL를 가하여 혼합한 후 15분간 실온에서 반응시킨 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. Griess 시약은 30% acetic acid를 이용하여 만든 1% sulfa

**Table 1.** List of wild edible plants used in this study

Scientific name	Korean name	Used part
<i>Pueraria lobata</i>	쑥	sprout
<i>Rosa multiflora</i>	찔레나무	sprout
<i>Artemisia princeps</i>	쑥	leaf
<i>Diospyros kaki</i>	감나무	leaf
<i>Morus alba</i>	뽕나무	leaf
<i>Robinia pseudoacacia</i>	아카시아나무	flower
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	flower

nilic acid와 1% 1-naphthylamine를 사용 직전에 1:1로 섞어 제조하였다. 아질산염 소거능의 결과는 아래의 식으로 계산하였고, 대조군을 기준으로 50%의 소거능을 보이는 시료 농도(IC<sub>50</sub>)의 값으로 나타내었다.

Nitrite scavenging activity (%)

$$= \frac{\text{Blank absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Blank absorbance}} \times 100$$

### 환원력

야생식용식물 7종 추출물의 환원력은 Wong과 Chye(2009)의 방법을 응용하여 측정하였고, 추출물을 농도별로 희석하여 실험에 사용하였다. 각 시료별 추출액 0.5 mL에 1% potassium ferricyanide 0.5 mL와 pH를 6.6으로 조정한 0.2 M phosphate buffer 0.5 mL를 가하여 혼합한 후 20분 동안 50°C에서 반응시켰다. 이 반응액에 0.1% FeCl<sub>3</sub> 0.2 mL와 10% TCA 용액 0.5 mL를 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 통계처리

야생식용식물 7종 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위한 실험은 최소 3회 이상 반복되었으며, 그 값은 평균과 표준편차로 나타내었다. 본 연구에서 사용한 통계 프로그램은 SPSS statistics (ver. 26, IBM Co., Armonk, NY, USA)이며, 시료 간 유의성을 확인하기 위하여 ANOVA (분산분석)를 실시하였다. 유의성이 있는 경우 Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )를 이용하여 사후검증을 하였다.

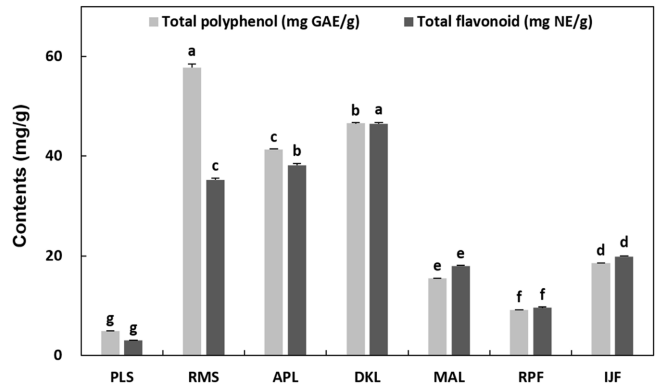
## 결과 및 고찰

### 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

식물에서 유래된 페놀성 화합물은 1개 이상의 수산기(-OH)를 가지고 있는 2차 대사산물로 그 종류는 크게 flavonoid류와 phenolic acid류로 구분되며, 활성산소종에 의한 단백질과 효소, 세포막 등의 손상을 효과적으로 예방하는 항산화 물질이다(Taso, 2010). 식물에 널리 분포되어있는 플라보이드는 페놀성 화합물로 C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>의 구조를 가지고 있고 antocyanin류, flavonol류 등이 대표적인 화합물이다(Lin 등, 2016).

야생식용식물 7종 추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Fig. 1과 같다. 총 페놀 함량을 측정한 결과 4.96-57.76 mg GAE/g으로 쥘레나무 순이 가장 높게 나타났고 감나무 잎, 쪽 잎, 금불초 꽃, 뽕나무 잎, 아카시아나무 꽃, 칩 순 순으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 총 플라보노이드 함량은 3.08-46.50 mg NE/g으로 총 페놀과 달리 감나무 잎이 가장 높았고 쪽 잎, 쥘레나무 순, 금불초 꽃, 뽕나무 잎, 아카시아나무 꽃, 칩 순 순으로 높게 나타났었다 ( $p < 0.05$ ).

달맞이 순과 다래 순(Kwak과 Lee, 2014) 에탄올 추출물의 총 페놀 함량이 각각 60.42, 32.99 mg TAE/g로 달맞이 순은 본 연구의 쥘레나무 순(57.76 mg GAE/g)보다 다소 높았지만 다래 순의 경우 쥘레나무 순에 비해 낮은 함량을 보였다. 총 플라보노이드 함량은 달맞이 순과 다래 순이 각각 31.92, 29.32 mg RE/g으로 쥘레나무 순(35.21 mg NE/g)보다 다소 낮은 함량을 보였다. 쪽 수 집종의 항산화력 연구(Choi 등, 2006)에서 에탄올 추출물의 총 페놀과 총 플라보노이드 함량이 1.56-17.67 mg GAE/g, 0.83-8.52 mg QE/g으로 보고되어 본 연구의 쪽 잎(41.35 mg GAE/g, 38.13 mg NE/g)보다 낮은 함량을 보였으며, 두 연구의 결과가 다른 것



**Fig. 1.** Total polyphenol and flavonoid contents of 70% ethanol extracts from wild edible plants. GAE; gallic acid equivalents, NE; naringin equivalents, PLS; *Pueraria lobata* sprout extract, RMS; *Rosa multiflora* sprout extract, APL; *Artemisia princeps* leaf extract, DKL; *Diospyros kaki* leaf extract, MAL; *Morus alba* leaf extract, RPF; *Robinia pseudoacacia* flower extract, IJF; *Inula britannica* var. *japonica* flower extract. Different letters (a-g) above bars indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

은 추출용매 농도와 속의 품종 차이에 의한 것으로 사료된다. Hong 등(2008)은 감잎 80% 에탄올 추출물의 총 페놀 함량이 315.90 mg GAE/g으로 나타났다고 보고하여 본 연구의 감나무 잎 (46.55 mg GAE/g)보다 높았으며, 총 플라보노이드 함량은 43.64 mg QE/g으로 본 연구의 감나무 잎(46.50 mg NE/g)보다 낮게 나타났다. 이는 추출용매의 농도와 원산지 차이에 의한 것으로 사료된다. Kim 등(2014)은 개나리꽃, 진달래꽃, 목련꽃, 벚꽃 80% 에탄올 추출물의 총 페놀 함량이 14.10-18.90 mg GAE/g이라고 보고하였으며, 가장 높은 함량을 보이는 개나리와 본 연구의 금불초 꽃(18.50 mg GAE/g)이 비슷한 함량을 보였고 총 플라보노이드 함량은 0.30-4.90 mg CE/g으로 벚꽃이 가장 높다고 보고하였지만 본 연구의 아카시아나무 꽃(9.59 mg NE/g)보다 낮은 함량을 보였다.

### DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 일반적으로 많이 사용하는 방법으로 free radical을 가지고 있는 짙은 자색의 DPPH가 항산화 작용을 가지고 있는 물질에 의하여 탈색이 되는 정도에 따라 항산화능을 나타내는 방법이다(Blois, 1958; Loguercio와 Festi 2011).

야생식용식물 7종 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 IC<sub>50</sub>값으로 산출한 결과는 Table 2와 같다. 야생식용식물 7종 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>값은 쥘레나무 순, 쪽 잎, 감나무 잎이 각각 232.52, 504.77, 553.42 µg/mL로 높은 활성을 보였고, 칩 순은 21,673.33 µg/mL로 가장 낮은 활성을 보였다( $p < 0.05$ ).

보리순(Son 등, 2016) 80% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>값은 365.74 µg/mL로 본 연구의 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 232.52 µg/mL)보다 낮은 소거능을 보였다. Park 등(2002)은 쪽 70% 에탄올 추출물의 DPPH 소거능을 500 µg/mL에서 51%로 보고하여 본 연구의 쪽 잎(IC<sub>50</sub> 504.77 µg/mL)과 유사한 결과를 보였고, Kim 등(2018)은 세 품종의 대나무 잎 70% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>값이 630.33-846.21 µg/mL라고 보고하여 본 연구의 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 553.42 µg/mL)보다 낮고 뽕나무 잎(IC<sub>50</sub> 1,340.27 µg/mL)보다 높은 소거능을 보였다. 등나무 꽃(Oh 등, 2008) 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 1,000 µg/mL에서 보라색 꽃

**Table 2.** DPPH radical, ABTS<sup>+</sup> radical, superoxide<sup>-</sup> radical, and nitrite scavenging activity of 70% ethanol extracts from wild edible plants

Properties	Antioxidant activities (IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> , µg/mL)			
	DSA <sup>2)</sup>	ASA	SSA	NSA
<i>Pueraria lobata</i> (sprout)	21,673.33±556.49 <sup>3d4)</sup>	33,373.14±123.77 <sup>5</sup>	7,378.28±303.34 <sup>6</sup>	805.10±121.30 <sup>6</sup>
<i>Rosa multiflora</i> (sprout)	232.52±2.26 <sup>a</sup>	470.10±11.24 <sup>a</sup>	431.88±68.32 <sup>a</sup>	363.38±24.63 <sup>a</sup>
<i>Artemisia princeps</i> (leaf)	504.77±3.44 <sup>a</sup>	1,144.88±7.03 <sup>c</sup>	3,434.83±357.69 <sup>d</sup>	686.04±11.91 <sup>bc</sup>
<i>Diospyros kaki</i> (leaf)	553.42±12.04 <sup>a</sup>	854.60±7.03 <sup>b</sup>	1,033.85±30.61 <sup>b</sup>	598.97±12.97 <sup>b</sup>
<i>Morus alba</i> (leaf)	1,340.27±1.07 <sup>b</sup>	3,438.08±22.98 <sup>e</sup>	1,746.11±105.60 <sup>e</sup>	606.46±140.39 <sup>b</sup>
<i>Robinia pseudoacacia</i> (flower)	8,745.59±10.98 <sup>c</sup>	14,267.15±56.72 <sup>f</sup>	ND <sup>5)</sup>	790.07±21.18 <sup>c</sup>
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i> (flower)	1,327.99±22.82 <sup>b</sup>	2,803.43±29.60 <sup>d</sup>	1,718.71±159.98 <sup>e</sup>	722.19±8.87 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Amount required for 50% reduction of scavenging activity.

<sup>2)</sup>DSA: DPPH radical scavenging activity, ASA: ABTS<sup>+</sup> radical scavenging activity, SSA: superoxide<sup>-</sup> radical scavenging activity, NSA: nitrite scavenging activity.

<sup>3)</sup>Data are mean±standard deviation (n=3).

<sup>4)</sup>Different superscripts (a-g) in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

<sup>5)</sup>ND, Not done.

55.54%, 흰 색 꽃 56.58%를 나타내어 본 연구의 금불초 꽃(IC<sub>50</sub> 1,327.99 µg/mL), 아카시아나무 꽃(IC<sub>50</sub> 8,745.59 µg/mL)보다 높은 활성을 보였다. Park과 Joo (2021)의 연구에서 표준물질로 사용된 ascorbic acid의 IC<sub>50</sub>값은 20.54 µg/mL로 본 연구의 7종 시료에 비해 높은 활성을 보였다.

**ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능**

ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 ABTS와 potassium persulfate가 반응하여 생성된 청록색의 ABTS 라디칼이 항산화 물질과 반응하여 연한 녹색으로 탈색되는 원리를 이용한다(van den Berg 등, 1999).

야생식용식물 7종 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능을 측정하여 IC<sub>50</sub>값으로 산출한 결과는 Table 2와 같다. 야생식용식물 7종 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>값은 쥘레나무 순이 470.10 µg/mL로 높은 활성을 보였고 그 다음으로 감나무 잎이 854.60 µg/mL로 높은 활성을 보인 반면 취 순이 33,373.14 µg/mL로 낮은 활성을 보였다(p<0.05). 선행연구에 따르면 표준물질로 사용된 ascorbic acid의 IC<sub>50</sub>값이 46.32 µg/mL로 나타나(Park과 Joo, 2021) 본 연구의 시료 7종 에 비하여 높은 활성을 나타냈다. 야생식용식물 7종 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능보다 전체적으로 낮은 활성을 보였고 Jung 등(2012)의 연구에서도 이와 유사한 결과가 나타났다. Diplock(1997)은 항산화 물질의 작용 기작이 과산화물의 분해, 연쇄반응 개시의 방지, 전이금속 이온과 결합 등 다양하여 소거능이 다르게 나타날 수 있다고 보고하였다.

칠면초 순(Kim 등, 2019) 50% 에탄올 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 500 µg/mL 농도에서 52.97%로 본 연구의 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 470.10 µg/mL)과 유사한 결과를 보였다. Lee 등(2011)의 국내산 산채류 연구에 따르면 썩의 물과 메탄올 추출물 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 1,000 µg/mL에서 각각 46.70, 59.80%로 추출용매에 따라 소거능이 달랐으며, 본 연구의 썩 잎(IC<sub>50</sub> 1,144.88 µg/mL) 과도 추출용매가 달라 결과에 차이가 있는 것으로 사료된다. 두충나무 잎(Kim, 2020) 50% 에탄올 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능 IC<sub>50</sub> 값은 560.60 µg/mL으로 본 연구의 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 854.60 µg/mL), 뽕나무 잎(IC<sub>50</sub> 3,438.08 µg/mL)보다 높은 활성을 보였고, 등나무 꽃(Oh 등, 2008) 에탄올 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 1,000 µg/mL에서 보라색 꽃이 18.97%로 본 연구의 금불초 꽃

(IC<sub>50</sub> 2,803.43 µg/mL)과 유사한 활성을 보였다.

**Superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능**

Superoxide<sup>-</sup> 라디칼은 다른 유해 활성산소 전구체로 작용하므로 이를 소거할 수 있는 능력을 가진 물질을 탐색하는 것이 항산화제 개발에 효과적인 방법으로 알려져 있으며, superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능은 청색의 superoxide<sup>-</sup> radical-NBT 복합체가 항산화 물질과 반응하여 탈색이 되는 원리를 이용한다(Gülçin, 2006; Jin, 2011).

야생식용식물 7종 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능을 측정하여 IC<sub>50</sub>값으로 산출한 결과는 Table 2와 같다. 야생식용식물 7종 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값은 쥘레나무 순이 431.88 µg/mL으로 활성이 가장 높았고 아카시아나무 꽃은 활성이 측정되지 않았으며, 그 외 시료들은 1,000 µg/mL 이상의 농도에서 50%의 소거능을 보였다(p<0.05). Park과 Joo (2021)의 연구에서 tannic acid의 IC<sub>50</sub>값이 20.18 µg/mL라고 보고되어 본 연구의 시료에 비해 활성이 높게 나타났다.

제주 동백나무 어린 잎(Jeong과 Kim, 2017) 70% 에탄올 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값은 136.00 µg/mL으로 본 연구의 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 431.88 µg/mL)보다 높은 활성을 보였다. 소리쟁이(Rhim 등, 2012) 95% 에탄올 추출물과 솔잎(Ji 등, 2021) 80% 에탄올 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능은 각각 500 µg/mL에서 61.1%, 200 µg/mL에서 50.96%로 본 연구의 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 1,033.85 µg/mL), 뽕나무 잎(IC<sub>50</sub> 1,746.11 µg/mL), 썩 잎(IC<sub>50</sub> 3,434.83 µg/mL) 보다 높은 활성을 보였다. Chung과 Jeon(2011)은 구절초 꽃 메탄올 추출물의 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능이 500 µg/mL에서 44.42%로 보고하였고, 본 연구의 금불초(IC<sub>50</sub> 1,718.71 µg/mL)보다 높은 활성을 보였다. Joo(2013)의 연구에 따르면 참빗살나무는 1,000 µg/mL에서 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능이 나타나지 않았고, 쇠비름, 감국은 1,000 µg/mL에서 superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능이 각각 16.96, 33.04%로 나타나 본 연구의 쥘레나무 순, 감나무 잎, 뽕나무 잎의 활성이 더 높게 나타났으며, 감국과 본 연구의 금불초 꽃의 활성은 유사하게 나타났다.

**아질산염 소거능**

아질산염은 식육가공품의 발색제로 사용되고 있으나 식품 또

**Table 3.** Reducing power of 70% ethanol extracts from wild edible plants

Properties	Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )			
	250	500	1,000	2,000
<i>Pueraria lobata</i> (sprout)	0.05 $\pm$ 0.00 <sup>1)Cf2)</sup>	0.05 $\pm$ 0.02 <sup>Cf</sup>	0.08 $\pm$ 0.01 <sup>Bg</sup>	0.13 $\pm$ 0.00 <sup>Ag</sup>
<i>Rosa multiflora</i> (sprout)	0.39 $\pm$ 0.01 <sup>Da</sup>	0.71 $\pm$ 0.01 <sup>Ca</sup>	1.23 $\pm$ 0.01 <sup>Ba</sup>	2.47 $\pm$ 0.06 <sup>Aa</sup>
<i>Artemisia princeps</i> (leaf)	0.29 $\pm$ 0.01 <sup>Db</sup>	0.53 $\pm$ 0.00 <sup>Cb</sup>	0.94 $\pm$ 0.01 <sup>Bb</sup>	1.76 $\pm$ 0.01 <sup>Ab</sup>
<i>Diospyros kaki</i> (leaf)	0.26 $\pm$ 0.01 <sup>Dc</sup>	0.49 $\pm$ 0.01 <sup>Cc</sup>	0.90 $\pm$ 0.01 <sup>Bc</sup>	1.64 $\pm$ 0.01 <sup>Ac</sup>
<i>Morus alba</i> (leaf)	0.11 $\pm$ 0.00 <sup>De</sup>	0.18 $\pm$ 0.04 <sup>Ce</sup>	0.37 $\pm$ 0.01 <sup>Be</sup>	0.67 $\pm$ 0.01 <sup>Ae</sup>
<i>Robinia pseudoacacia</i> (flower)	0.11 $\pm$ 0.00 <sup>De</sup>	0.19 $\pm$ 0.01 <sup>Ce</sup>	0.33 $\pm$ 0.00 <sup>Bf</sup>	0.62 $\pm$ 0.02 <sup>Af</sup>
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i> (flower)	0.14 $\pm$ 0.00 <sup>Dd</sup>	0.26 $\pm$ 0.01 <sup>Cd</sup>	0.46 $\pm$ 0.01 <sup>Bd</sup>	0.80 $\pm$ 0.01 <sup>Ad</sup>

<sup>1)</sup>Data are mean $\pm$ standard deviation (n=3).

<sup>2)</sup>Different superscripts in a row (A-D) and column (a-g) indicate significant differences at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

는 잔류농약 등에 존재하는 2급, 3급 아민류와 니트로화 반응을 하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하며, 이러한 작용은 위장 내가 강산성일 때 일어나기 때문에 아민류를 함유하는 식품을 섭취하였을 때 위내 강한 산성 환경에서 nitrosoamine이 생성될 가능성이 높다(Gray와 Dugan, 1975).

야생식용식물 7종 추출물의 아질산염 소거능을 측정하여 IC<sub>50</sub> 값으로 산출한 결과는 Table 2와 같다. 야생식용식물 7종 추출물의 아질산염 소거능 IC<sub>50</sub>값은 쥘레나무 순이 363.38  $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 높은 소거능을 보였고 다음으로 감나무 잎과 뽕나무 잎이 각각 598.97, 606.46  $\mu\text{g/mL}$ 로 높은 소거능을 보인 반면 아카시아나무 꽃 추출물과 칩 순이 각각 790.07, 805.10  $\mu\text{g/mL}$ 로 낮은 소거능을 보였다( $p<0.05$ ). Noh 등(2002)은 페놀 화합물과 아질산염 소거능과의 상관관계가 높다고 하였으며, Cooney와 Ross(1987)는 다양한 페놀성 화합물이 산성의 조건에서 니트로화 반응을 강력하게 억제한다고 하였고 본 연구에서도 대부분 시료에서 총 페놀 함량이 높을수록 아질산염 소거능이 높게 나타났다.

오가피 순(Yu 등, 2012) 80% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능은 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 13.20%로 본 연구의 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 363.38  $\mu\text{g/mL}$ )과 칩 순(IC<sub>50</sub> 805.10  $\mu\text{g/mL}$ )이 더 높은 소거능을 보였다. 개뽕썩(Ryu 등, 2011) 잎 80% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능 IC<sub>50</sub>값은 1,937.56  $\mu\text{g/mL}$ 로 본 연구의 썩 잎(IC<sub>50</sub> 686.04  $\mu\text{g/mL}$ )보다 낮은 활성을 보였으며, 음나무(Jun 등, 2009) 잎 70% 에탄올 추출물의 아질산염 소거능은 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 49.50%로 본 연구의 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 598.97  $\mu\text{g/mL}$ ), 뽕나무 잎(IC<sub>50</sub> 606.46  $\mu\text{g/mL}$ )의 활성이 더 높게 나타났다. Chung 과 Jeon(2011)은 구절초 꽃 메탄올 추출물의 아질산염 소거능이 2,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 63.95%로 보고하였고, 본 연구의 금불초 꽃(IC<sub>50</sub> 722.19  $\mu\text{g/mL}$ ), 아카시아나무 꽃(IC<sub>50</sub> 790.07  $\mu\text{g/mL}$ )보다 낮은 활성을 보였다. 선행연구에서 표준물질로 사용된 ascorbic acid의 아질산염 소거능 IC<sub>50</sub>값이 236.95  $\mu\text{g/mL}$ 로 보고(Park과 Joo, 2021)되어 본 연구의 7종 시료보다 다소 높은 활성을 보였다.

### 환원력

환원력은 활성 산소종 및 유리기에 전자들을 공여하는 능력으로 이를 항산화 활성 검정 수단으로 이용할 수 있으며, 항산화 활성이 큰 물질일수록 환원력이 높아 녹색으로 발색되고 흡광도 값이 크게 나타난다(Yim 등, 2006).

야생식용식물 7종 추출물의 환원력을 측정된 결과값은 Table 3와 같다. 야생식용식물 7종 추출물의 환원력은 추출물의 농도가

높을수록 활성이 유의적으로 높아지며, 모든 농도에서 쥘레나무 순이 0.39-2.47 O.D.로 가장 높았고 칩 순이 0.05-0.13 O.D.로 낮은 활성을 보였다( $p<0.05$ ). 선행연구에 의하면 ascorbic acid의 환원력이 500  $\mu\text{g/mL}$ 에서 3.00 O.D.로 보고(Park과 Joo, 2021)되어 본 연구의 시료에 비해 높은 환원력을 나타냈다. 본 실험에서 대부분의 시료가 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 증가함에 따라 환원력이 증가하였다. 이러한 결과는 환원력이 전자의 공여를 통한 라디칼 소거능과 높은 연관성이 있기에 DPPH 라디칼 소거능이 높을수록 환원력이 높아지고, 이는 시료에 함유된 페놀 화합물에 의존적인 것으로 보고되었다(Gordeon, 1990; Tabart 등, 2009).

오가피 순(Yu 등, 2012) 80% 에탄올 추출물의 환원력은 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 0.18 O.D.로 보고하였고 같은 농도의 쥘레나무 순(1.23 O.D.)보다 낮은 환원력을 나타냈으며, Ryu 등(2011)은 개뽕썩 잎 80% 에탄올 추출물의 환원력이 284.60  $\mu\text{g/mL}$ 에서 흡광도 값이 0.5에 이른다고 보고하여 본 연구의 썩 잎(500  $\mu\text{g/mL}$ , 0.53 O.D.)보다 높은 환원력을 보였다. Lee와 Lee(2020)는 까마귀썩나무 잎 80% 에탄올 추출물의 환원력이 시료 농도에 의존적으로 증가하였다고 보고하여 본 연구의 경향과 일치하였고, 까마귀썩나무 잎의 환원력은 2,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 환원력은 1.49 O.D.로 같은 농도의 감나무 잎(1.64 O.D.)보다 낮았다. 등나무 꽃(Oh 등, 2008) 에탄올 추출물의 환원력은 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 보라색 꽃이 0.69 O.D., 흰 색 꽃이 0.58 O.D.로 같은 농도의 금불초 꽃(0.46 O.D.), 아카시아나무 꽃(0.33 O.D.)보다 높은 환원력을 보였다.

### 요 약

본 연구는 야생에서 자란 식용식물 7종을 선정하여 항산화 물질과 활성을 측정하였다. 야생식용식물 7종 에탄올 추출물의 총 페놀 함량은 쥘레나무 순(57.76 mg GAE/g), 감나무 잎(46.55 mg GAE/g), 썩 잎(41.35 mg GAE/g)순으로 높은 함량을 보였고, 총 플라보노이드 함량은 감나무 잎(46.50 mg NE/g), 썩 잎(38.13 mg NE/g), 쥘레나무 순(35.21 mg NE/g) 순으로 높은 함량을 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 232.52  $\mu\text{g/mL}$ ), 썩 잎(IC<sub>50</sub> 504.77  $\mu\text{g/mL}$ ), 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 553.42  $\mu\text{g/mL}$ )이 높았으며, ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 470.10  $\mu\text{g/mL}$ )과 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 854.60  $\mu\text{g/mL}$ )이 높은 활성을 보였다. superoxide<sup>-</sup> 라디칼 소거능은 쥘레나무 순(IC<sub>50</sub> 431.88  $\mu\text{g/mL}$ )이 다른 추출물들에 비해 현저히 높은 활성을 나타냈고, 아질산염 소거능은 쥘레나무

순(IC<sub>50</sub> 363.38 µg/mL)이 가장 높았고 그 다음으로 감나무 잎(IC<sub>50</sub> 598.97 µg/mL)이 높은 소거능을 보였다. 환원력은 각 시료별 추출액의 농도가 증가할수록 환원력도 증가하였으며, 모든 농도에서 쯤레나무 순(0.39-2.47 O.D.)의 환원력이 높게 나타났다. 따라서 본 연구의 결과 쯤레나무 순이 총 페놀 함량과 항산화 활성이 가장 높게 나타나 천연 항산화제로서의 활용성이 가장 높을 것으로 기대된다.

## References

- Benzie IFF. Evolution of antioxidant defense mechanisms. *Eur. J. Nutr.* 39: 53-61 (2000)
- Black HS. Potential involvement of free radical reaction in ultraviolet light-mediated cutaneous damage. *Photochem. Photobiol.* 46: 213-221 (1987)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 181: 1199-1200 (1958)
- Branen AL. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxy toluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59-63 (1975)
- Byun EB, Kim MJ, Kim SJ, Oh NS, Park SH, Kim WS, Song HY, Han JM, Kim KW, Byun EH. Antioxidant activity and neuroprotective effects of ethanol extracts from the core of *Diospyros kaki*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 52: 60-66 (2020)
- Choi YM, Chung BH, Lee JS, Cho YG. The antioxidant activities of *Artemisia spp.* collections. *Korean J. Crop Sci.* 51: 209-214 (2006)
- Choi SH, You MR. Determination of thiamine contents in selling green tea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 177-179 (1992)
- Cheon WY, Seo DY, Kim YH. Antioxidative and hepatocyte protective effects of guava (*Psidium guajava* L.) leaves cultivated in Korea. *Korean J. Food Nutr.* 32: 033-040 (2019)
- Chung HJ, Jeon IS. Antioxidative activities of methanol extracts from different parts of *Chrysanthemum zawadskii*. *Korean J. Food Preserv.* 18: 739-745 (2011)
- Circu ML, Aw TY. Reactive oxygen species, cellular redox systems, and apoptosis. *Free Radic. Biol. Med.* 48: 749-762 (2010)
- Cooney RV, Ross, PD. N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: effects of vanillin and related phenols. *J. Agric. Food Chem.* 35: 789-793 (1987)
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4959-4964 (2002)
- Diplock AT. Will the good fairies please prove to us that vitamin E lessens human degenerative disease? *Free Radic. Res.* 27: 511-532 (1997)
- Gordon MH. The mechanism of antioxidant action in vitro. In *Food Antioxidants*. Hudson BJF (ed). Elsevier Applied Science, London, UK. pp. 1-18 (1990)
- Gray JJ, Dugan Jr LR. Inhibition of n-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* 40: 981-984 (1975)
- Gülçin İ. Antioxidant activity of caffeic acid (3, 4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology.* 217: 213-220 (2006)
- Hitchler M.J, Domann FE. An epigenetic perspective on the free radical theory of development. *Free Radic. Biol. Med.* 43: 1023-1036 (2007)
- Hong JH, Kim HJ, Choi YH, Lee IS. Physiological activities of dried Persimmon, fresh persimmon and persimmon leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 957-964 (2008)
- Hwang, HS, Lee, YK, Lee KG. Fractionation of banaba leaves extract (*Lagerstroemia speciosa* L. Pers) and its antioxidant activity. *Food Eng. Prog.* 10: 120-124 (2006)
- Jeong CH, Joo OS, Shim KH. Chemical components and physiological activities of young mulberry (*Morus alba*) stem. *Korea J. Food Preserv.* 9: 228-233 (2002)
- Jeong DW, Kim MY. Phenolic contents and antioxidant activities of extracts from young leaves of *Camellia japonica* L. in Jeju. *J. Appl. Biol. Chem.* 60: 307-311 (2017)
- Jeung BS, Shin MK. Dohae hyangyak(saengyak) daesajeon. Younglimsa, Seoul, Korea. pp. 636-658 (1998)
- Jun DH, Lee JT, Cheon SJ, Lee CE, Kim TH, Lee DH, Han JG, Kim SH. Polyphenol and anti-oxidant effects of *Kalopanax septemlobus* Koidz. leaf extracts. *Korean J. Plant Res.* 22: 343-348 (2009)
- Jung YS, Park SJ, Park JH, Jhee KH, Lee IS, Yang SA. Effects of ethanol extracts from *Zingiber officinale* Rosc., *Curcuma longa* L., and *Curcuma aromatica* Salisb. on acetylcholinesterase and antioxidant activities as well as GABA contents. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1395-1401 (2012)
- Ji HY, Park MG, Joo SY. Antioxidant effect of complex extracts from pine needle, green tea, and sea buckthorn leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.* 53: 290-295 (2021)
- Jin SY. Study on antioxidant activities of extracts from different parts of Korean and Iranian pomegranates. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1063-1072 (2011)
- Joo SY. Antioxidant activities of medicinal plant extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 512-519 (2013)
- Kato H, Le IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* 51: 1333-1338 (1987)
- Kim DC. Antioxidative activities of ethanolic extracts of Du-zhong (*Eucommia ulmoides* Oliver) leaf and bark. *J. Appl. Biol. Chem.* 63: 259-265 (2020)
- Kim DS, Choi MH, Shin HJ. Polyphenol contents and antioxidant activities of domestic bamboo leaves with different extraction solvents. *J. Adv. Eng. Tech.* 11: 7-13 (2018)
- Kim IY, Ji SG, Jeong YH. Antioxidant activity of *Suaeda japonica* makino sprout extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 40-48 (2019)
- Kim SM, Kim DY, Park HR, Seo JH, Yeom BM, Jin YJ, Pyo YH. Screening the antioxidant components and antioxidant activity of extracts derived from five varieties of edible spring flowers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 13-18 (2014)
- Kim HB, Lee YW, Lee WJ, Moon JY. Physiological effects and sensory characteristics of Mulberry fruit wine with chongilppong. *Korean J. Seris. Sci.* 43: 16-20 (2001)
- Kwak CS, Lee JH. In vitro antioxidant and anti-inflammatory effects of ethanol extracts from sprout of evening primrose (*Oenothera lacinata*) and Gooseberry (*Actinidia arguta*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 207-215 (2014)
- Lee CB. Korea botanical book. Jin Myung Publication Co., Seoul, Korea. p. 292 (1997)
- Lee YM. Hankuk eui yasenghwa (Korean wild plants). Dareunsang, Seoul, Korea. pp. 245-248 (2003)
- Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 29-36 (2011)
- Lee YC, Hwang KH, Han DH. Composition of *Opuntia ficus-india*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 847-853 (1997)
- Lee SJ, Lee JM. Comparative study of *Litsea japonica* fruit and leaf extract on the antioxidant and anti-proliferation effects in breast cancer cells. *Korean J. Community living Sci.* 31: 365-373 (2020)
- Lee DJ, Park TH. Suggestions for mountain village development based on the status of arrowroot production in Korea. *J. of KIFR.* 19: 13-21 (2015)
- Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH. Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medical herb and foodstuff. *Korean J. Food & Nutr* 13: 490-505 (2000)
- Lin D, Xiao M, Zhao J, Li Z, Xing B, Li X, Kong M, Li L, Zhang Q, Liu Y, Chen H, Qin W, Wu H, Chen S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules.* 21: 1374 (2016)
- Loguercio C, Festi D. Silybin and the liver: From basic research to clinical practice. *World J. Gastroenterol.* 17: 2288 (2011)
- Noh KS, Yang MO, Cho EJ. Nitrite scavenging effect of *Umbelliferaeaceae*. *Korean J. SOC. Food Cookery Sci.* 18: 8-12 (2002)
- Oh WG, Jang IC, Jeon GI, Park EJ, Park HR, Lee SC. Antioxidative activity of extracts from *Wisteria floribunda* flower. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 677-683 (2008)
- Park MG, Joo SY. Comparison of antioxidant activities of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaf extracts at different ethanol

- ratios. Korean J. Food Sci. Technol. 53: 55-62 (2021)
- Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park GS, Choi KH. Antioxidative and nitrite scavenging activities of mugwort and pine needle extracts. Korean J. Food Preserv. 9: 245-252 (2002)
- Pyo YH, Lee TC, Logendra L, Rogan RT. Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris subspecies cycala*) extracts. Food Chem. 85: 19-26 (2004)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. 26: 1231-1237 (1999)
- Rhim TJ, Choi MY, Park HJ. Antioxidative activity of *Rumex crispus* L. extract. Korean J. Plant Res. 25: 568-577 (2012)
- Ryu JH, Kim RJ, Lee SJ, Kim IS, Lee HJ, Sung NJ. Nutritional properties and biological activities of *Artemisia annua* L. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 163-170 (2011)
- Ryu JH, Lee SJ, Kim MJ, Shin JH, Kang SK, Cho KM, Sung NJ. Antioxidant and anticancer activities of *Artemisia annua* L. and determination of functional compounds. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 509-516 (2011)
- Son HK, Lee YM, Lee JJ. Nutrient composition and antioxidative effects of young barley leaf. Korean J. Community living Sci. 27: 851-862 (2016)
- Song KY. Yasenghwa shypge chatgi (convenient searching for wild plants). Jinsun corp., Seoul, Korea. p. 355 (2003)
- Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne JO, Dommès J. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. Food Chem. 113: 1226-1233 (2009)
- Tsao R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients. 2: 1231-1246 (2010)
- Uchida S, Ohta H, Niwa M, Mori A, Nonaka G, Nishioka I, Ozaki M. Prolongation of life span of stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP) ingesting persimmon tannin. Chem. Pharm. Bull. 38: 1049-1052 (1990)
- van den Berg R, Haenen GR, van den Berg H, Bast A. Applicability of an improved trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixture. Food Chem. 66: 511-517 (1999)
- Wang Q, Kuang H, Su Y, Sun Y, Feng J, Guo R, Chan K. Naturally derived anti-inflammatory compounds from Chinese medicinal plants. J. Ethnopharmacol. 146: 9-39 (2013)
- Wang J, Yuan X, Jin Z, Tian Y, Song H. Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins extract. Food Chem. 104: 242-250 (2007)
- Willcox JK, Ash SL, Catignani GL. Antioxidants and prevention of chronic disease. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 44: 275-295 (2004)
- Wong JY, Chye FY. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. J. Food Compos. Ana. 122: 269-277 (2009)
- Yeo SG, Park YB, Kim IS, Park YH. Xanthine oxidase effect of extracts from green tea, oolong tea and black tea. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 154-159 (1995)
- Yim MH, Hong TG, Lee JH. Antioxidant and antimicrobial activity of fermentation and ethanol extracts of pine needles (*Pinus densiflora*). Food Sci. Biotechnol. 15: 582-588 (2006)
- Yu SY, Lee YJ, Song HS, Hong HD, Lim JH, Choi HS, Lee BY, Kang SN, Lee OH. Antioxidant effects and nitrite scavenging ability of extract from *Acanthopanax cortex* shoot. Korean J. Food & Nutr. 25: 793-799 (2012)
- Yuk, CS. Coloured medicinal plants of Korea. Academybook, Seoul, Korea. p. 30 (1989)
- Zhang L, Ravipati AS, Koyyalamudi SR, Jeong SC, Reddy N, Smith PT, Bartlett J, Shanmugam K, Münch G, Wu MJ. Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected medicinal plants containing phenolic and flavonoid compounds. J. Agr. Food Chem. 59: 12361-12367 (2011)