

국내 자생 갈매나무과 식물의 항산화 및 면역반응조절 효과 탐색

어현지 · 김다솜 · 강연경 · 김기윤 · 박영기 · 박광훈

Antioxidant and immunoregulatory effects of Korean Rhamnaceae

Hyun Ji Eo · Da Som Kim · Yeongyeong Kang · Kiyoon Kim · Youngki Park · Gwang Hun Park

Received: 10 June 2020 / Revised: 1 July 2020 / Accepted: 1 July 2020
© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract We studied the antioxidative and immunoregulatory properties of 70% ethanol extracts from the leaves, branches, and fruit of 13 species of the Rhamnaceae collected during the bearing season (*Berchemia berchemiifolia*, *Berchemia floribunda*, *Hovenia dulcis*, *Paliurus ramosissimus*, *Rhamnella franguloides*, *Rhamnus crenata*, *Rhamnus davurica*, *Rhamnus koraiensis*, *Rhamnus parvifolia*, *Rhamnus ussuriensis*, *Rhamnus yoshinoi*, *Sageretia thea*, and *Ziziphus ujube*). Total phenolic and flavonoid content values were determined using calibration curves of gallic acid and rutin, respectively. ABTS and DPPH radical scavenging assays were performed to determine antioxidative potential. Anti-inflammatory effects were studied using the nitric oxide (NO) inhibition assay in LPS-induced RAW264.7 cells. Extracts of *Berchemia berchemiifolia*, *Sageretia thea*, and *Ziziphus jujuba* had the highest total phenol and flavonoid content values. Extracts of *Berchemia berchemiifolia*, *Paliurus ramosissimus*, *Rhamnella franguloides*, and *Sageretia thea* had the highest ABTS radical scavenging activities. *Berchemia berchemiifolia* and *Sageretia thea* had the highest DPPH radical scavenging activities. Furthermore, extracts of *Berchemia berchemiifolia*, *Berchemia floribunda*, *Paliurus ramosissimus*, *Sageretia thea*, and *Ziziphus jujuba* showed strong anti-inflammatory activity through inhibition of NO production. The results of this study suggest that Rhamnaceae extracts can be used as natural antioxidants and immunomodulators.

Keywords Antioxidant activity, Immunoregulatory effect, Nitric oxide, Rhamnaceae

서 언

자생 및 약용식물에 존재하는 천연물은 다양한 생리활성을 갖고 인체에 유용하기 때문에 식물자원으로부터 유효 성분을 추출하고 기능성 소재를 찾는 연구에 관심이 높아지고 있다(Kim et al. 2004). 특히 천연 항산화 물질은 각종 암, 노화, 성인병 예방 등에 탁월한 효과가 있다고 알려짐에 따라 과잉 생성된 활성산소종의 제거와 생체 내 항산화 시스템의 증진 효과를 기대하는 천연물 소재 발굴 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim et al. 2014; Park et al. 2007).

갈매나무과(Rhamnaceae) 식물은 전세계에 널리 분포하여 약 52속 925종이 있다고 알려져 있으며(Medan and Schirarend 2004), 국내에는 망개나무속(*Berchemia*), 헛개나무속(*Hovenia*), 갯대추나무속(*Paliurus*), 까마귀베개속(*Rhamnella*), 갈매나무속(*Rhamnus*), 상동나무속(*Sageretia*), 대추나무속(*Zizyphus*) 등 7속이 자생하고 있다(Chang and Kim 2001; Choo et al. 1993). 현재까지 갈매나무과 식물의 연구는 DNA 염기서열 분자계통학 연구(Richardson et al. 2000), 계통분류학적 연구(Choo et al. 1993), 화학성분 분석 연구(Yoo and Kwak 1989) 등이 있으나 갈매나무과 식물에 대한 항산화활성 및 항염증 활성 등의 생리활성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내 자생하고 있는 갈매나무과 식물 망개나무(*Berchemia berchemiifolia*), 먹넉출(*Berchemia floribunda*), 헛개나무(*Hovenia dulcis*), 갯대추나무(*Paliurus ramosissimus*), 까마귀베개(*Rhamnella franguloides*) 산황나무(*Rhamnus crenata*), 갈매나무(*Rhamnus davurica*), 털갈매나무(*Rhamnus koraiensis*), 돌갈매나무(*Rhamnus parvifolia*), 참갈매나무(*Rhamnus ussuriensis*), 짝자래나무(*Rhamnus yoshinoi*), 상동나무(*Sageretia thea*), 뿔

H. J. Eo · D. S. Kim · Y. Kang · K. Kim · Y. Park · G. H. Park (✉)
국립산림과학원 산림약용자원연구소
(Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science, Yeongju 36040, Korea)
e-mail: ppkh0230@korea.kr

대추나무(*Ziziphus jujuba*) 등 13종에 대한 결실기 부위별(잎, 가지, 열매) 39점 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정하고, ABTS 및 DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화 활성 및 nitric oxide (NO) 생성 억제력을 통해 면역조절효과를 검증하여 천연 항산화제 및 면역조절제로써의 개발 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

식물재료

본 실험에 사용된 시료는 국내 자생 갈매나무과 식물 13종을 각각의 결실기에 수집하여 사용하였다. 수집된 시료 망개나무(표본번호: FMCBrgS-1908-1-3), 먹넉출(표본번호: FMCBrgTA-1907-1-3), 헛개나무(표본번호: FMCHdYJ-1909-1-3), 갯대추나무(표본번호: FMCPrgJ-1909-1-3), 까마귀베개(표본번호: FMCRfJ-1909-1-3), 산황나무(표본번호: FMCRcYS-1909-1-3), 갈매나무(표본번호: FMCRdPC-1909-1-3), 털갈매나무(표본번호: FMCRkDY-1910-1-3), 돌갈매나무(표본번호: FMCRpJS-1909-1-3), 참갈매나무(표본번호: FMCRuGM-1910-1-3), 짝자래나무(표본번호: FMCRySJ-1910-1-3), 상동나무(표본번호: FMCSlJ-1904-1-3), 뭇대추나무(표본번호: FM CZjUS-1909-1-3)는 안동대학교 정규영 교수의 식물학적 동정 후 부위별로 동결건조 및 분쇄하여 사용하였다.

시료의 추출

시료의 추출은 동결건조 된 갈매나무과 식물 13종 부위별(잎, 가지, 열매) 39점 각 20 g에 70% ethanol 400 mL 넣고 상온에서 48시간 교반 추출한 뒤 여과(filter paper, Advantec, No.2, Tokyo, Japan)하여 40°C에서 감압 농축하여 동결건조 후 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹여 실험에 사용하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 변형하여 실험하였다 (Singleton et al. 1999). 시료 추출액 10 μ L에 2% Na₂CO₃ solution 200 μ L, 50% Folin-reagent (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 10 μ L를 가한 후, 혼합하여 실온에 90분 방치한 후 UV/Visible spectrophotometer (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용해 검량선을 작성하여 시료 1 mL당 mg GAE (mg of gallic acid equivalents)로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Woisky & Salatino (1998) 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료 추출액 20 μ L에 증류수 80 μ L, 5% NaNO₂ 6 μ L를 상온에서 5분간 반응시킨다. 5분 후, 10% AlCl₃ 12 μ L를 가하고 상온에서 6분 반응 시킨 후 1 M NaOH 40 μ L를 가한 뒤, 11분간 실온에 방치하여 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이 때 표준물질인 rutin을 사용해 검량선을 작성하여 시료 1 mL당 mg RE (mg of rutin equivalents)로 계산하였다.

DPPH 전자공여능

DPPH 전자공여능은 Blois(1958) 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료 40 μ L에 1,1-dipicryl-2-picrylhydrazyl (DPPH, 5 mg/100 ml ethanol) 용액을 515nm에서 흡광도가 1.0이 되도록 ethanol로 희석시킨 후 760 μ L를 혼합하여 37°C에서 30분 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 515 nm에서 측정하였다. 이를 3회 반복 실험을 통해 얻은 결과를 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = (1 - \text{시료첨가군의 흡광도} / \text{무첨가군의 흡광도}) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 Re 등의 방법(1999)을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS [2,2-azinobis-(3-ethylbenzo-6-sulphonate)] 용액 50 mL에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시켜 암실에서 12-16시간 동안 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도가 0.7이 되도록 phosphate buffer saline (PBS)로 희석시킨 ABTS 용액 990 μ L에 시료 10 μ L를 가한 후 UV/Visible spectrophotometer (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며 이를 3회 반복 실험을 통해 얻은 결과를 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{라디칼 소거능(\%)} = (1 - \text{시료첨가군의 흡광도} / \text{무첨가군의 흡광도}) \times 100$$

Nitric oxide (NO) 생성 억제능

RAW 264.7 세포주로부터 생성된 nitric oxide (NO)의 양은 세포 배양액 중에 존재하는 NO²의 형태로서 Griess 시약(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 측정하였다. 즉, RAW 264.7 세포를 12-well plate에 1×10⁵/well이 되도록 분주하고 24시간 배양하였다. 갈매나무과 식물 13종 39점 추출물

을 처리하여 6시간 후 lipopolysaccharide (LPS) 1 µg/mL의 농도로 처리하여 18시간 배양하였다. 18시간 후 세포배양 상등액 50 µL와 Griess 시약 50 µL를 혼합하여 10분 동안 상온에서 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 540 nm 흡광도를 측정하였다.

통계 처리 실험

데이터는 3회 반복 측정하였으며, mean±SD (n=3)으로 표현하였다. 또한 실험 군간의 유의적인 차이는 one-way ANOVA (analysis of variance)로 분석한 뒤 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 농도 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 및 플라보노이드 함량

페놀성 물질은 활성산소를 제거하는 항산화 및 항암작용과 같은 생리활성을 나타낸다고 보고되어 있다(Lee et al. 2005). 플라보노이드는 생체 내에서 활성산소의 생성 및 전파를 억제하는데 관여하여 자유 라디칼 소거효과와 함께 항산화, 항염증, 항암 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있다(Lee et al. 2015; Yu et al. 2006). 갈매나무과 13종 39점 추출물에 대한 총 페놀 함량(Table 1)을 측정하였을 때 0.76 ~ 5.85 mg/mL의 값을 나타냈다. 39점 중 망개나무 가지, 상동나무 잎, 가지, 뿔대추나무 잎, 가지 등 5점에서 높은 총 페놀 함량을 나타냈다. 갈매나무과 13종 39점 추출물에 대한

Table 1 Total polyphenol and flavonoid contents in the plant extracts

No.	Rhamnaceae species	Parts	Total phenols (GAE mg/ml)	Total flavonoids (RE mg/ml)
1	<i>Berchemia berchemiifolia</i>	leaves	3.14±0.01	7.95±0.03
		branches	5.85±0.02	12.94±0.04
		fruit	0.76±0.00	11.80±0.04
2	<i>Berchemia floribunda</i>	leaves	4.13±0.01	8.89±0.04
		branches	3.33±0.05	5.25±0.04
		fruit	2.25±0.04	10.55±0.03
3	<i>Hovenia dulcis</i>	leaves	2.19±0.04	7.33±0.02
		branches	3.34±0.00	10.13±0.02
		fruit	1.20±0.01	13.67±0.02
4	<i>Paliurus ramosissimus</i>	leaves	3.78±0.01	10.24±0.03
		branches	3.09±0.00	10.13±0.03
		fruit	3.88±0.01	12.01±0.06
5	<i>Rhamnella franguloides</i>	leaves	2.59±0.05	7.64±0.03
		branches	4.19±0.01	8.58±0.07
		fruit	1.34±0.01	7.33±0.06
6	<i>Rhamnus crenata</i>	leaves	2.83±0.02	18.03±0.03
		branches	4.20±0.01	7.95±0.05
		fruit	2.22±0.01	11.80±0.04
7	<i>Rhamnus davurica</i>	leaves	3.48±0.00	9.82±0.05
		branches	2.60±0.01	17.00±0.06
		fruit	2.65±0.01	9.82±0.05
8	<i>Rhamnus koraiensis</i>	leaves	2.99±0.00	14.60±0.07
		branches	3.14±0.01	11.69±0.05
		fruit	3.83±0.01	18.03±0.03
9	<i>Rhamnus parvifolia</i>	leaves	3.03±0.01	5.98±0.05
		branches	3.99±0.00	18.24±0.03
		fruit	2.92±0.01	17.41±0.03
10	<i>Rhamnus ussuriensis</i>	leaves	1.94±0.00	11.07±0.03
		branches	2.65±0.01	17.00±0.03
		fruit	2.90±0.02	13.05±0.07
11	<i>Rhamnus yoshinoi</i>	leaves	3.46±0.01	20.32±0.07
		branches	3.07±0.02	14.81±0.04
		fruit	3.31±0.01	16.27±0.03
12	<i>Sageretia thea</i>	leaves	4.75±0.01	21.05±0.04
		branches	4.91±0.02	18.55±0.04
		fruit	1.45±0.01	20.01±0.02
13	<i>Ziziphus jujuba</i>	leaves	4.07±0.01	14.60±0.03
		branches	4.32±0.02	19.80±0.03
		fruit	1.29±0.00	16.58±0.02

총 플라보노이드 함량(Table 1)을 측정하였을 때 5.25~21.05 mg/mL의 값을 나타냈다. 특히, 상동나무는 잎, 가지, 열매에 서 모두 높은 총 플라보노이드 함량을 나타냈다.

ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼은 potassium persulfate와의 반응으로 생성된 peroxide 라디칼의 ABTS가 항산화성 물질에 의해 제거되면서 청록색이 탈색되는 것을 이용하여 항산화능(%)의 차이에 의해 청록색이 탈색되는 정도를 흡광도 수치로 나타낸다 (Song and Choi 2017). Table 2에 나타낸 바와 같이 갈매나무과 식물 13종 39점 중 망개나무 가지, 갯대추나무 열매, 까마귀 베개 가지, 상동나무 잎, 가지 등 5점에서 86~91%이상의 높

은 활성을 보였다.

DPPH 전자공여능

자유 라디칼은 지질, 단백질 등과 결합하여 인체 내에서 노화를 일으키는 물질이며 이러한 자유 라디칼을 제거 할 수 있는 천연물에 대한 연구가 끈임 없이 이루어지고 있다. 특히 DPPH 전자공여능은 proton-radical scavenger에 의하여 자색이 탈색되는 정도를 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화능을 측정하는 방법이다(Han et al. 2006; Song et al. 2015). DPPH 법을 이용한 갈매나무과 식물 13종 39점에 대한 DPPH 전자공여능은 Table 2에 나타냈다. 39점 중 망개나무 가지, 상동나무 잎, 가지 등 3점에서 약 80% 이상의 높은 활성을 보였다.

Table 2 Radical scavenging activity of the plant extracts

No.	Rhamnaceae species	Parts	ABTS radical scavenging activity (%)	DPPH radical scavenging activity (%)
1	<i>Berchemia berchemiifolia</i>	leaves	40.50±4.59	45.10±4.38
		branches	92.05±0.06	80.53±0.70
		fruit	6.61±0.56	11.20±3.92
2	<i>Berchemia floribunda</i>	leaves	53.25±1.95	43.09±3.58
		branches	66.86±0.99	50.98±0.00
		fruit	41.38±0.86	32.49±0.28
3	<i>Hovenia dulcis</i>	leaves	31.22±1.10	11.76±0.28
		branches	70.30±1.48	46.08±2.38
		fruit	15.80±0.16	6.72±1.40
4	<i>Paliurus ramosissimus</i>	leaves	64.26±2.76	44.54±1.40
		branches	65.99±2.36	47.90±1.68
		fruit	80.64±4.11	60.50±2.80
5	<i>Rhamnella franguloides</i>	leaves	32.38±0.13	10.78±4.62
		branches	86.59±0.26	54.06±4.76
		fruit	8.24±0.46	12.61±3.92
6	<i>Rhamnus crenata</i>	leaves	47.41±0.09	33.47±4.90
		branches	63.14±4.32	49.30±3.64
		fruit	30.56±0.36	11.62±4.06
7	<i>Rhamnus davurica</i>	leaves	57.28±0.76	34.59±0.14
		branches	37.64±1.16	1.96±0.56
		fruit	26.72±1.22	8.12±0.56
8	<i>Rhamnus koraiensis</i>	leaves	41.37±3.53	24.93±0.56
		branches	28.45±1.86	4.48±1.12
		fruit	58.82±1.53	27.31±0.14
9	<i>Rhamnus parvifolia</i> Bunge.	leaves	66.39±4.15	48.04±0.14
		branches	41.28±0.22	15.27±0.70
		fruit	45.12±.13	16.95±1.82
10	<i>Rhamnus ussuriensis</i>	leaves	34.67±1.46	7.56±1.68
		branches	44.25±0.66	15.13±3.08
		fruit	53.73±0.51	16.25±4.20
11	<i>Rhamnus yoshinoi</i>	leaves	76.72±1.16	43.98±3.36
		branches	38.32±1.05	13.87±0.14
		fruit	67.34±2.43	15.69±0.00
12	<i>Sageretia thea</i>	leaves	91.48±0.44	79.27±0.56
		branches	91.76±0.04	81.09±0.14
		fruit	20.21±0.50	10.50±0.42
13	<i>Ziziphus jujuba</i>	leaves	58.14±1.25	34.73±2.80
		branches	77.02±2.19	60.64±1.54
		fruit	12.83±1.00	5.04±0.56

NO 생성 억제력

산화질소(nitric oxide, NO)는 정상적인 생리 상태에서 혈관의 항상성과 apoptosis 유도 작용 등 중요한 생리적인 기능을 매개하지만 과잉 생성시 혈류 흐름 방해하여 심혈관계, 뇌혈관계 질환 유발하고 면역세포에서는 자가면역 질환, 암 등의 만성 염증성 질환을 유발한다고 알려져 있다. 또한 효과적인 NO 분비 조절은 급성 또는 만성 염증질환의 치료방법으로 알려져 있으며 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Choo et al. 2018; Kim et al. 2013; Lee et al. 2015; Park et al. 2018). 따라서 갈매나무과 식물 추출물이 NO생성을 저해할 수 있는지를 알아본 결과(Table 3), 망개나무 잎, 먹넉출 잎, 갯대추나무 잎, 가지, 상동나무 잎, 가지, 뿔대추나무 가지 등 7점에서 50% 이상의 NO 생성 억제력을 나타냈다.

적 요

본 연구에서는 국내 자생하고 있는 갈매나무과 식물 13종(망개나무, 먹넉출, 헛개나무, 갯대추나무, 까마귀베개, 산황나무, 갈매나무, 털갈매나무, 돌갈매나무, 참갈매나무, 짝자래나무, 상동나무, 뿔대추나무)에 대한 결실기 부위별(잎, 가지, 열매) 39점 70% ethanol 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정하고, ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 전자공여능 이용한 항산화 활성 및 NO 생성 억제력을 통한 항염증 활성을 측정하여 기능성 검토하였다. 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 망개나무, 상동나무, 뿔대추나무 추출물에서 높게 나타났다. 망개나무, 갯대추나무, 까마귀베개, 상동나무 추출물에서 높은 ABTS 라디칼 소거능을 보였고, 망개나무, 상동나무 추출물에서 약 80% 이상의 DPPH 전자공여능

Table 3 Inhibition of nitric oxide production (%) of plant extracts

No.	Rhamnaceae species	Parts	inhibition of NO production (%)
1	<i>Berchemia berchemiifolia</i>	leaves	66.64±3.56
		branches	40.47±6.72
		fruit	12.64±3.43
2	<i>Berchemia floribunda</i>	leaves	68.21±0.79
		branches	26.09±6.29
		fruit	17.26±5.27
3	<i>Hovenia dulcis</i>	leaves	19.30±6.05
		branches	15.80±4.45
		fruit	15.70±6.59
4	<i>Paliurus ramosissimus</i>	leaves	67.04±1.55
		branches	62.49±6.84
		fruit	35.89±4.78
5	<i>Rhamnella franguloides</i>	leaves	26.90±1.49
		branches	20.63±8.68
		fruit	17.80±4.72
6	<i>Rhamnus crenata</i>	leaves	22.41±6.41
		branches	25.01±7.67
		fruit	22.58±2.30
7	<i>Rhamnus davurica</i>	leaves	34.17±6.15
		branches	13.68±2.32
		fruit	23.34±7.21
8	<i>Rhamnus koraiensis</i>	leaves	36.28±5.51
		branches	5.42±9.64
		fruit	42.16±4.87
9	<i>Rhamnus parvifolia</i> Bunge.	leaves	29.30±8.20
		branches	14.82±7.11
		fruit	14.85±7.35
10	<i>Rhamnus ussuriensis</i>	leaves	12.53±2.07
		branches	6.09±7.56
		fruit	24.32±7.84
11	<i>Rhamnus yoshinoi</i>	leaves	45.81±3.65
		branches	6.21±2.64
		fruit	36.08±3.74
12	<i>Sageretia thea</i>	leaves	63.67±4.71
		branches	54.01±1.72
		fruit	19.00±8.46
13	<i>Ziziphus jujuba</i>	leaves	35.80±5.48
		branches	69.13±3.87
		fruit	3.94±5.08

을 보였다. 또한, 망개나무, 먹넉출, 갯대추나무, 상동나무, 뽕대추나무 등에서 50% 이상의 NO 생성 억제력을 보였다. 이러한 결과를 통하여 갈매나무과 식물의 이용 부위별 다양한 기능성을 검토하였고, 천연 항산화제 및 NO생성 억제제를 통한 과도한 면역반응 완화 소재 개발 가능성을 확인하였다.

사 사

본 연구는 2020년도 국립산림과학원 일반연구과제 ‘갈매나무과 식물의 항염증 물질 탐색 및 약리기전 연구(과제번호: FP0400-2019-01)’ 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617):1199-1200
- Chang CS and Kim H (2001) The distribution of the woody plants of South Korea based on herbarium (SNUA) material of the arboretum (VII) -Rhamnaceae-. *Bull of Seoul Nat'l Univ Arboretum* 21:1-15
- Choi DH, Cho UM, Hwang HS (2018) Anti-inflammation effect of rebaudioside A by inhibition of the MAPK and NF- κ B signal pathway in RAW264.7 macrophage. *J Appl Biol Chem* 61(2):205-211
- Choo GC, Kim SI, Chung Y, and Lee S (1993) A palynotaxonomic study of the Korean Rhamnaceae. *Kor J Plnat Tax* 23(3): 175-188
- Han SH, Woo NRY, Lee SD, Kang MH (2006) Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Korean J Medicinal Crop Sci* 14(1):49-55
- Kim GS, Park CG, Lee KH, Choi J, Lee SE, Noh HJ, Lee JH, and Kim SY (2011) Investigation of *Shikonin Pigments* and antioxidant activity of the roots from *Lithospermum erythrorhizon* according to the different growth stages and areas of cultivation. *Korean J Medicinal Crop Sci* 19(6):435-440
- Kim MJ, Kim KBYR, Jeong DH, Ahn DH (2013) Inhibitory effect of *Sargassum fulvellum* ethanolic extract on LPS-induced inflammatory reaction in RAW 264.7 mouse macrophages. *J Appl Biol Chem* 56(4):249-255
- Kim KH, Ko KI, Kang EJ, Yang EK, Park SN (2004) A research trend of natural product on well-being industry. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 30(3): 239-343
- Lee SG, Jo DJ, Chnag HJ, Kang H (2015) Antioxidant and anti-inflammatory activities of ethanol extracts from *Aralia continentalis* Kitagawa. *Journal of Naturopathy* 4(1&2):10-14
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG and Lee IS (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Kor J Food Sci Technol* 37(2):233-240
- Park CH, Hur JM, Song KS and Park JC (2007) Phenolic compounds from the leaves of *Nelumbo nucifera* Showing DPPH radical scavenging effect. *Kor J Pharmacogn* 38(3): 263-269
- Park SB, Song HM, Kim HN, Park GH, Son HJ, Um Y, Park JA, Jeong JB (2018) Anti-inflammatory effect of biji (Soybean curd residue) on LPS-stimulated RAW264.7 cells. *Korean J Plant Res* 31(2):117-123
- 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(9-10):1231-1237
- Richardson JE, Fay MF, Cronk QCB, Bowman D, Chase MW (2000) A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using rbcL and trnL-F plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 87(9):1309-24
- Singleton VL, Orthofer R, and Lamuela-Raventos RM (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299C(1):152-178
- Song WY, Byeon SJ and Choi JH (2015) Anti-oxidative and anti-inflammatory activities of *Sasa borealis* extracts. *Journal of Agriculture & Life Sciences* 49(3):145-154
- Song WY, Choi JH (2017) Total phenols, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Spirodela polyrhiza* extracts. *Journal of Life Science* 27(2):180-186
- Woisky RG, Salatino A (1998) Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *J Apic Res* 37(2):99-105
- Woo HS, Lee SM, Heo JD, Lee MS, Kim YS and Kim DW (2018) Anti-inflammatory activity of extracts of *Hovenia dulcis* on lipopolysaccharides-stimulated RAW264.7 cells. *Korean J Plant Res* 31(5):466-477
- Yoo SJ and Kwak JH (1989) Phytochemical screening of Korean plants (I) on Urticaceae, Celastraceae, Rhamnaceae, Sterculiaceae and Rubiaceae. *Kor J Pharmacogn* 20(3):149-153
- Yu M, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, and Lee IS (2006) Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Kor J Food Sci Technol* 38:128-134