

계혈등, 반지련, 보골지, 봉출, 오미자, 현호색 hexan 분획층의 항산화활성

최은정¹ · 김세훈¹ · 심상희^{2,4} · 정현정³ · 방우석^{1,4*}

¹영남대학교 식품영양학과, ²영남대학교 생명공학부,
³인하대학교 식품영양학과, ⁴영남대학교LED-IT융합산업화연구센터

Antioxidative Activity of the *n*-Hexane Fractions from *Spatholobus suberectus* (SS), *Scutellaria barbata* (SB), *Psoralea corylifolia* (PC), *Curcuma zedoaria* (CZ), *Schisandra chinensis* (SC), and *Corydalis turtschaninovi* (CT)

Eun Jeong Choi¹, Se Hun Kim¹, Sang Hee Shim^{2,4}, Hyun Jung Chung³, and Woo-Suk Bang^{1,4*}

¹Department of Food and Nutrition, Yeungnam University,

²School of Biotechnology, Yeungnam University,

³Department of Food and Nutrition, Inha University,

⁴LED-IT Fusion Technology Research Center, Yeungnam University

Abstract The objective of this study was carried out in order to evaluate the antioxidative activities of *n*-hexane fractions from medicinal herbs. Certain parts from 6 species of edible and medicinal herbs were extracted with methanol. Radical scavenging activity of the *n*-hexane fractions against DPPH and ABTS radicals were observed to be high in *Psoralea corylifolia*, and *Scutellaria barbata*; it also significantly increased ($p < 0.05$). For a comparison of the effect of various concentration of fractions, as the concentration of treatment increased, the antioxidative effects on radical scavenging activity also increased; yet it was not significant. The antioxidative effect of medicinal plants was dependent on the concentration but was not significant. Therefore, these results indicate that edible wild plants, such as *Psoralea corylifolia*, and *Scutellaria barbata* may be useful as potential antioxidant sources for improving the human antioxidant defense system against disease.

Keywords: ABTS radical, DPPH radical scavenging, free radical, *Psoralea corylifolia* L., *Schisandra chinensis*

서 론

자유 유리기(free radical)는 활성산소의 과산화 지질로 이것이 정상적으로 소거되지 않을 때, 생체 내에서는 자유 유리기로 인한 산화적 스트레스가 생기게 된다. 최근 이러한 산화적 스트레스는 노화 및 다양한 질병의 원인으로 알려지면서, 자유 유리기의 산화적 손상으로부터 생체 조직을 보호하기 위해 glutathione, vitamin C, vitamin E, polyphenol, flavonoid, carotenoid 등과 같은 식이 미량영양소와 butylatedhydroxyanisole(BHA)과 butylatedhydroxytoluene(BHT)와 같은 합성 항산화제에 대한 연구가 활발해졌다(1,2).

Vitamin E 같은 천연 항산화제는 고가이며, 합성 항산화제는 다량 섭취하게 되면 발암성과 같은 여러 가지 부작용으로 인해 안전성의 문제가 제기되어 그 사용이 제한되고 있다(3). 따라서, 질병의 독성 제거 및 독성 저해를 위한 유리 자유기 scavenger를 천연물에서 추출하여 약용성, 건강보조식품, 기능성 식품 등에 접

목시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 약용 식물은 다양한 생리활성 물질을 함유함과 동시에 천연물로 과산화 지질을 제거하고 산화 작용으로부터 생체를 보호하는 천연 항산화제으로써 매우 유용하게 쓰일 수 있다.

약용식물은 자연에서 자생하며 식용이나 약재 또는 환경으로부터 자신을 보호하기 위한 생리활성 물질들이 다량 함유되어 있는 식물 자원을 일컬으며 계혈등의 간세포 보호 효과, 면역 조절 효과와 지질 대사 조절 작용, 오미자의 항산화, 항염증 작용, 보골지의 항균, 항진균, 폐경기 여성의 증상 완화 등의 연구가 이루어지고 있다(4,5). 일반적으로 천연물의 정유성분이나 유지를 많이 함유한 식물에서 sesaminol, sesamol, careway, cumin, rosemary 등과 같은 항산화 물질이 함유되어 있다고 알려져 있으며, 우리가 식용이나 약재로 사용하고 있는 천연물 중 고추 과피 추출물이나, 더덕, 해조류, 양조 간장, 부추, 오미자, 복령, 칩뿌리 등에서도 polyphenol, flavonoid과 같은 강한 항산화성 물질의 존재가 보고되어 있으나 아직까지 토코페롤을 대체할 만한 천연 항산화제의 개발은 미흡하다. 또, 오래 전부터 사용되어 온 약용식물은 관련 질환의 총체적 치료 또는 예방 용도로 처방, 이용되어 효능의 과학적 근거를 명확히 제시하지 못해 상대적으로 그 활용도가 낮았다. 그러나 국민소득의 증가와 더불어 한약재를 이용한 건강 식품의 수요가 많아 지고 약용 식품의 재배가 증가하는 추세에 있으므로, 이를 적절히 활용하기 위하여 효능에 대한 연구와 이를 통한 과학적인 근거 제시가 필요한 실정이다(6).

*Corresponding author: Woo-Suk Bang, Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea

Tel: 82-53-810-2877

Fax: 82-53-810-4768

E-mail: wsbang@ynu.ac.kr

Received March 1, 2012; revised May 23, 2012;

accepted June 18, 2012

본 연구에서는 예로부터 동양에서 주로 사용되어 온 생약재들의 핵산 분획층의 항산화 활성을 측정하여, 향후 천연 항산화제로서의 사용 가능성을 검토해 보고 나아가 식품 보존제, 화장품 원료 등의 기능성 소재로 활용 가능한 약용 식물의 생리활성에 대한 기초 자료로 활용하고자 실행하였다. 높은 수준의 약리·임상학적 작용에도 불구하고 약용식물은 그 유효 성분이 아직 밝혀지지 않았다. 단일 성분의 화합물로 된 일반 의약품과 달리 다량의 많은 종류의 성분이 공존혼재(共存混在)하고 있으므로, 성분학적인 품질을 평가하는데 많은 어려움이 따른다. 그러므로 본 실험에서는 메탄올 추출 후, 이를 세분화하여 핵산 분획층의 단일 기능성 성분의 항산화 활성을 명확하게 확인하기 위해 핵산 분획층을 사용하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 6종의 식물(Table 1)과 같으며, 한방약리학에서 순환기계에 작용하여 기의 순환을 복 돌아 주는 약용식물 중 항산화 활성이 있다고 예상되어지는 식물들을 선정하였다. 계혈등, 반지련, 보골지, 봉출, 현호색은 서울시 동대문구(Seoul, Korea)에서 유통되는 건조된 형태의 한약 규격품을 구입하여 사용하였으며, 오미자는 경북 문경(Mungyeong, Korea)에서 건조된 것을 구입하여 모두 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다. 항산화력 측정에 사용된 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrohydrazyl), ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonic acid)시약과 ascorbic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, potassium persulfate는 Dae Jung Chemical Co., Ltd.(Korea)에서 구입하여 사용하였다.

추출물의 제조 및 분획

건조 상태의 약용 식물은 건조된 상태 그대로 사용하였으며, 시료 무게의 10배량(w/v)의 99.5% 메탄올을 가한 후 water bath (45°C)에서 24시간 동안 3회 반복 추출하였다. 추출액은 rotary vacuum evaporator(EYELA A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 용매 제거 후 분획을 실시하였다. 농축된 methanol 추출물에 증류수를 넣어 녹인 후, *n*-hexane 용액을 1:1이 되게 혼합 한 후 separating funnel을 이용하여 분획 한 후 rotary vacuum evaporator로 감압·농축하여 *n*-hexane 분획층을 얻었다.

DPPH Radical scavenging

각 추출물의 전자공여능(electron donating ability: EDA)은 Blois(8)의 방법에 준하여 실험에 이용하였으며, 각 추출물의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrohydrazyl)에 대한 수소 공여 효과로 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 시험관에 0.2 mM DPPH ethanol용액에 단계별로 희석한 시료 추출물을 동량 첨가하여 혼합한 후, 암소에서 30분 동안 방치시킨 후 517 nm에서의 흡광도를 spec-

trophotometer(U-2000, Hitachi instrument, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 측정값은 아래의 식에 따라 계산하여 백분율로 나타내었으며, 표준물질로는 ascorbic acid를 사용하여 활성을 비교하였다.

ABTS⁺ Radical cation assay

Roberty 등(7)의 방법을 응용하여 7 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonic acid))와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 14-16시간 동안 반응시켜, 실험 직전에 흡광도가 0.700±0.002가 되도록 희석하였다. 이 희석액 1 mL에 시료 50 µL를 혼합하여 실온에서 7분간 반응시킨 후 723 nm에서 흡광도를 측정하였으며 대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였으며, ABTS 유리기 소거능은 시료 첨가구와 무 첨가구의 흡광도 비로 나타내었다.

통계처리

모든 실험결과는 3회 반복 수행된 평균값이며, 각 실험결과에 대한 통계분석은 SPSS program(ver. 18.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)법을 이용하여 비교하였다. 각 실험군간 유의적인 차이는 Duncan's multiful range test($p < 0.05$)로 검증하였다.

결과 및 고찰

DPPH Radical scavenging

특정 물질에 대한 항산화 활성을 측정하는 방법으로 DPPH 유리기 소거능, ABTS 유리기 소거능, 아질산염 소거능 등 여러 가지가 알려져 있다. DPPH는 화학적으로 안정한 유리 자유기를 갖는 수용성 물질로, 항산화 활성이 있는 물질과 반응하면 유리기가 소거되어 짙은 보라색이 탈색되어 흡광도가 감소되는 원리를 이용하여 항산화 물질의 수소원자 공여능을 측정하는데 널리 이용되고 있다(8). 또한 전자 공여능은 인체 내에서 자유 유리기를 제거하는 작용의 척도로도 이용된다(9).

약용식물 6종의 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 약용식물의 항산화 활성을 DPPH 유리기 소거 정도를 측정하여 전자 공여능으로 나타낸 결과 50 µg/mL 농도에서 반지련의 전자 공여능이 91.08±3.65(%)로 가장 우수하였으며, ascorbic acid와의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 또한, 50 µg/mL 농도에서 보골지(18.44±3.02) < 계혈등(52.42±1.42) < 봉출(59.58±5.74) < 현호색(73.28±7.67) 순으로 ascorbic acid보다 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 이는 대조군으로 사용한 동일한 농도의 ascorbic acid보다 낮은 수준의 항산화 활성을 의미한다. DPPH, superoxide radical, Ferric-thiocyanate법 및 Rancimat법에 의한 계혈등 추출물의 항산화 활성은 계혈등의 ethyl acetate 분획물이 가장 우수한 항산화 효과를 나타낸다고 보고하였다. 계혈등의 항산화 효과를 나타내는 물질을 분석하여 (-)-epicatechin

Table 1. List of plants used in this study

Scientific name	Family	Korean name	Origin	Part
<i>Corydalis turtschaninovii</i> (CT)	Fumariaceae	HyunHoSaek	Korea	Aerial part
<i>Curcuma zedoaria</i> (CZ)	Zingiberaceae	BongChul	China	Rhizome
<i>Psoralea corylifolia</i> (PC)	Leguminosae	BoGolJi	China	Fruit
<i>Scutellaria barbata</i> (SB)	Labiatae	BanJiRyun	China	Aerial part
<i>Schisandra chinensis</i> (SC)	Magnoliaceae	OMiJa	Korea	Fruit
<i>Spatholobus suberectus</i> (SS)	Leguminosae	GyeHyelDeung	China	Sarment

Table 2. DPPH radical scavenging activities of *n*-hexane fractions from medicinal herbs (%)

Sample	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)				
	50	100	250	500	750
CT	73.28 \pm 7.67 ^{ab}	87.55 \pm 3.55 ^{ab}	94.17 \pm 2.68 ^a	91.92 \pm 2.15 ^a	91.58 \pm 0.62 ^{ab}
CZ	59.58 \pm 5.74 ^b	50.21 \pm 1.48 ^{cd}	63.62 \pm 3.91 ^b	66.17 \pm 3.39 ^c	76.13 \pm 4.87 ^c
PC	18.44 \pm 3.02 ^c	37.92 \pm 4.25 ^d	79.34 \pm 5.71 ^{ab}	96.76 \pm 1.75 ^a	98.96 \pm 2.97 ^a
SB	91.08 \pm 3.65 ^a	88.87 \pm 5.92 ^{ab}	76.35 \pm 4.66 ^{ab}	94.88 \pm 1.49 ^a	99.33 \pm 2.22 ^a
SC	78.36 \pm 1.94 ^{ab}	75.35 \pm 4.01 ^{ab}	71.23 \pm 2.23 ^b	75.61 \pm 4.04 ^b	83.62 \pm 1.60 ^b
SS	52.42 \pm 1.42 ^b	65.23 \pm 1.18 ^{bc}	77.92 \pm 3.33 ^{ab}	91.42 \pm 2.52 ^a	86.12 \pm 3.45 ^{ab}
Ascorbic acid	93.33 \pm 0.94 ^a	94.99 \pm 3.08 ^a	92.80 \pm 0.70 ^a	92.83 \pm 1.11 ^a	94.13 \pm 0.56 ^{ab}

Date was expressed as mean \pm SD ($n=3$).

Values with different superscript letters in the low are significantly different at $p<0.05$.

Table 3. ABTS radical scavenging activities of *n*-hexane fractions from medicinal herbs (%)

Sample	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)				
	50	100	250	500	750
CT	22.66 \pm 1.59 ^c	16.87 \pm 2.01 ^d	2.99 \pm 2.14 ^d	10.16 \pm 3.14 ^c	14.35 \pm 5.89 ^c
CZ	64.15 \pm 7.29 ^c	64.91 \pm 1.94 ^b	81.76 \pm 15.83 ^b	73.37 \pm 3.31 ^b	66.13 \pm 5.47 ^b
PC	96.13 \pm 0.69 ^a	97.25 \pm 0.57 ^a	103.24 \pm 0.57 ^a	96.81 \pm 3.90 ^a	105.94 \pm 5.44 ^a
SB	49.64 \pm 6.54 ^{cd}	36.76 \pm 1.67 ^c	39.62 \pm 14.36 ^c	30.04 \pm 4.12 ^d	24.78 \pm 5.43 ^c
SC	37.97 \pm 0.79 ^{de}	34.16 \pm 4.73 ^{cd}	51.42 \pm 4.55 ^c	53.35 \pm 1.93 ^c	42.28 \pm 3.47 ^c
SS	86.29 \pm 0.94 ^b	99.62 \pm 0.84 ^a	85.10 \pm 0.466 ^b	73.86 \pm 0.49 ^{bc}	55.20 \pm 0.51 ^c
Ascorbic acid	93.41 \pm 2.09 ^a	99.14 \pm 0.81 ^a	90.54 \pm 2.28 ^a	99.63 \pm 0.37 ^a	95.49 \pm 2.91 ^a

Date was expressed as mean \pm SD ($n=3$).

Values with different superscript letters in the low are significantly different at $p<0.05$.

으로 동정하였으며, 이는 α -tocopherol 보다는 우수하고 BHA와는 유사 또는 우수한 항산화 효과가 있는 것으로 나타나 본 실험 결과와 다른 경향을 나타냈다(10).

농도 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 ascorbic acid의 항산화 활성이 94.99 \pm 3.08 (%)로 가장 높게 나타났으며, 250 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서는 현호색의 전자 공여능이 94.17 \pm 2.68(%)로 가장 높게 나타났으나, ascorbic acid와의 유의적인 차이는 없었다($p<0.05$). 500, 750 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서는 보골지와 반지련의 전자 공여능이 높게 나타났지만, ascorbic acid와 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). Jeo 등(11)의 반지련의 항염증 및 세포보호 효과에서 PGE2 생성 억제, TNF- α 생성 억제는 유의적인 효과가 없었지만, 자궁근종 세포 억제를 억제시켰으며, 활성산소를 제거하는 Catalase와 SOD의 발현은 유의적으로 증가시켰다(11,12). 모든 시료에서 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH 유리기 소거능은 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈으며 특히, 보골지의 DPPH 유리기 소거능이 추출물의 농도가 증가함에 따라 유리기 소거능이 비례적으로 증가하여 매우 우수한 항산화 활성을 나타냈다. 이는 Park 등(13), Kang 등(4)의 흑마늘 용매 분획물, 다양한 용매의 오미자 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH 유리기 소거능이 유의적으로 증가한 결과와 일치한다. 이러한 보골지 추출물의 항산화 효과는 생쥐 간 microsome과 mitochondria에서 페놀 함유 성분인 bakuchiol, isobachalcone에 의한 항산화 효능이 나타났으며 특히, bakuchiol은 microsome에서 가장 강력한 항산화 효능과 지질 과산화로 유도된 산소 소비를 억제하였으며, 산화에 의한 적혈구의 용혈도 억제하였다(14). 또한 보골지 메탄을 추출물은 산화적 스트레스로 인한 신경돌기의 소멸을 대부분 회복하여 신경세포 손상을 억제하거나 신경세포를 보호하는 효과가 있다고 보고되었다(15). 본 실험에서 Park 등(13)의 연구와 비교해 볼 때 50 $\mu\text{g/mL}$ 에서

41.30%, 농도 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 63.81%와 같은 DPPH 유리기 소거능 보다 높은 소거능을 나타냈다. 페놀화합물은 수산기를 통한 수소 공여와 페놀 고리구조의 공명 안정화에 의해 높은 항산화 활성을 나타낸다(7). Shim 등(17)의 연구에서 보골지의 페놀 함량이 100 μg 125.93 μM GAE(gallic acid equivalents)로 많은 양의 페놀화합물을 가지고 있음을 알 수 있었다. 그러므로 보골지의 높은 항산화 활성은 페놀함량과 연관이 있는 것으로 사료된다.

ABTS⁺ Radical cation assay

ABTS 유리기 소거법은 potassium persulfate와 반응하여 형성된 청록색의 ABTS 유리기 cation이 추출물의 항산화 물질에 의하여 소거되어 탈색되는 원리를 이용한 항산화 활성 측정법이다(16). DPPH assay와 마찬가지로 인위적인 유리기를 제거하는 작용 기작이 공통적이며, DPPH 유리기 소거능과 유의적인 상관성을 보이는 것으로 알려져 있다(16). ABTS 유리기 소거법은 극성과 비극성 시료의 소거 활성을 모두 측정 할 수 있으므로 DPPH 유리기 소거법보다 적용 범위가 넓다(7). 또한 DPPH는 free radical, ABTS는 cation 유리기이므로 기질의 특성이 서로 다르다. 추출물의 특성에 따라 자유 라디칼과 cation 유리기와의 결합 정도가 다를 수 있으며, 두 기질과 반응물과의 결합 정도가 상이하여 radical 제거 능력에도 차이가 생기는 것으로 사료된다(18). 그러므로 추출물의 항산화 활성을 측정 할 때에는 2종류의 유리기 소거법을 모두 분석 할 필요가 있다.

약용식물 6종의 메탄을 추출물 *n*-hexane층의 ABTS 유리기 소거능은 우수하였으며, 결과는 Table 3과 같다. 보골지의 ABTS 유리기 소거능에 의한 항산화 활성이 높게 나타났다. 10 $\mu\text{g/mL}$ 를 제외한 모든 농도에서 보골지의 ABTS 유리기 소거능이 높게 나타났지만, ascorbic acid와 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 농도

100 µg/mL에서는 계혈등(99.62±0.84)<보골지(97.25±0.57) 순으로 ABTS 유리기 소거능이 높았지만, ascorbic acid과의 유의적인 차이는 없었다. 농도 100, 500 µg/mL에서 ascorbic acid의 ABTS 유리기 소거능이 유의적으로 가장 높게 나타났다($p<0.05$).

ABTS 유리기 소거능은 DPPH assay와는 달리 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이는 Bang 등(19)의 연구에서 산채 어리수를 추출용매와 온도 조건을 달리하여 1,000 ppm으로 처리했을 때 ABTS 양이온 소거능이 36-86% 저해 되었으며, Jeong 등(19)의 연구에서는 양치식물을 80% 에탄올로 환류·냉각 추출하여 radical 소거 활성을 측정했을 때에는 DPPH 유리기 소거능이 ABTS 유리기 소거능 보다 우수한 것으로 나타나 본 연구 결과와 비슷한 결과를 나타냈으며, Boo 등(21)의 여주 품종별 유리기 소거활성 연구에서는 추출물의 농도가 증가할수록 ABTS 유리기 소거능이 비례적으로 증가해 본 연구 결과와 다른 경향을 보였다. 같은 농도에서 보골지의 DPPH 라디칼 소거능이 ABTS 유리기 소거능에 비해 높은 이유는 추출 용매와 추출 방법이 ABTS 유리기 소거활성을 증가시키는 가장 적합한 방법이라 생각되며 이는 추출물에 용해된 항산화 유효성분의 함량이 높은 것으로 사료된다. 그러나 Bang 등(19)의 산채 어리수 추출물의 ABTS 유리기 소거법 연구결과에서는 chloroform(39.57±0.87%) 분획물이 *n*-hexane(28.83±0.33%) 분획물 보다 높은 활성을 나타내었으며, shin 등(22)의 흑마늘 분획물의 ABTS 유리기 소거법 연구에서는 모든 농도에서 chloroform분획물의 ABTS 유리기 소거활성이 *n*-hexane 분획물의 소거 활성보다 높았으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다.

우리 몸의 산화와 노화를 촉진하는 DPPH 유리기 소거능과 ABTS 유리기는 phytochemical 소재 중 polyphenol화합물의 함량과 양의 상관관계를 가진다(6,13). 그러나 DPPH 유리기와 ABTS 유리기의 소거 경향은 다르다. 그 이유는 vitamin C와 polyphenol 이외의 다른 항산화 물질들의 작용 기작이 연쇄 반응 개시의 방지, 전이 금속 이온의 결합, 과산화물의 분해 등으로 다양하기 때문이라고 보고 되고 있다.

요 약

약용식물 6종을 메탄올로 추출한 다음, *n*-hexane층을 DMSO에 녹여 항산화 활성을 측정·비교하여 기능성 소재인 천연 항산화제로써의 활용 가능성을 조사하였다. DPPH를 이용한 라디칼 소거능 실험에서는 250 µg/mL 농도에서 보골지가 대조군인 ascorbic acid에 비해 높은 유리기 소거능에 의한 항산화 활성을 나타냈다. 농도 500 µg/mL에서는 ascorbic acid가 가장 높은 항산화 활성을 보였다. ABTS 유리기 소거능 실험에서는 농도 증가에 따른 항산화 활성이 DPPH assay와 상반된 결과를 나타냈고, 특히 보골지의 항산화 활성이 대조군인 ascorbic acid보다 유의적으로 높게 나타났다. DPPH 라디칼, ABTS 유리기 소거능 실험 결과 공통적으로 우수한 것으로 조사된 약용 식물은 반지련, 보골지이며 500 µg/mL 이상의 농도에서 ascorbic acid와 유사한 90% 활성을 보였으며 750 µg/mL 농도에서는 ascorbic acid 보다 우수한 유리기 소거 활성을 보였다. 따라서, 반지련과 보골지는 항산화 활성이 우수하므로 천연 식물소재로 이용하기에 적합하며, 천연물의 추출 부위, 용매, 추출 조건에 따라 다양한 항산화 활성 능력을 기대할 수 있으므로 천연 항산화제로서의 응용 가능성 또한 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 영남대학교 연구조교 지원비(210A251196)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Philip M, Philip D. The of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol. 26: 211-219 (2004)
- Kirkinezos IG, Moraes CT. Reactive oxygen species and mitochondrial disease. Semin. Cell Dev. Biol. 12: 449-457 (2001)
- Cho EK, Choi HE, Choi YG. Antioxidant and scavenging activity and α -glucosidase inhibitory effect of water extract *Schizandra chinensis* Baillon. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 39: 481-486 (2010)
- Kang MJ, Lee SJ, Lee HJ, Sung NJ, Shin JH. Antioxidant activity of solvent fraction from black garlic. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 39: 933-940 (2010)
- Ling XM, Chen JP, Wang SX, Zhang Y, Zhang CZ. *In vitro* estrogenic activities of Chinese medicinal plants traditionally used for the management of menopausal symptoms. J. Ethnopharmacol. 98: 295-300 (2005)
- Rhyu MR, Kim EY, Kim JG, Kim SG, Bae IH. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J. Sci. Food Technol. 36: 333-338 (2004)
- Roberty R, Anna P, Anna P, Catherine RE, Min P, Nicoletta P. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio. Med. 26: 1231-1237 (1999)
- Shin SH, Lee CH. Antioxidant effects of the methanol extracts obtained from aerial part and rhizomes of ferns native to Korea. Korean J. Plant Res. 23: 38-46 (2010)
- Ryoko I, Tomokazu Y, Kunio E. Preparation of Au/TiO₂ nano composites and their catalytic activity for DPPH radical scavenging reaction. J. Colloid Interf. Sci. 288: 177-183 (2005)
- Cho MH, Bae EK, Park JY, Ha SD. Application of natural antimicrobials to food industry. Food Sci. Indus. 38: 36-45 (2005)
- Jeo YH. The anti-inflammatory effects and cytoprotective effects of *Scutellaria barbata* D. Don. PhD thesis, University of Sangji, Wonju, Gangwon, Korea (2008)
- Yoon JW, Lee TK, Kim DI. A study of anti-cancer activity of the *Scutellaria barbata* D. Don. water-extracts. J. Ori. Obstet. Gynecol. 18: 26-39 (2005)
- Park DS, Kim JH, Bae JH, Jung HY, Lee MY. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 40: 29-36 (2011)
- Guo J, Weng X, Wu H, Li Q, Bi K. Antioxidants from a Chinese medicinal herb - *Psoralea corylifolia* L. J. Food Chem. 91: 287-292 (2005)
- Yoon SY, Kim KBWR, Lee CH, Lee SJ, Lee SY, Ahn DH, Song EJ. Antimicrobial activity of the solvent extract from different parts of *Orostachys japonicus*. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 38: 14-18 (2009)
- Park HR, Kim JY, Lee BB, Lee SC, Park EJ, Yoon MY. Antioxidant activity and neuroprotective effect of *Psoralea corylifolia* linne extracts. Korean J. Pharmacogn. 38: 84-89 (2007)
- Shim S.B. The study of preservative system in cosmetics using botanical antimicrobial. Korean J. Academic-Ind. Soc. 9: 1344-1348 (2008)
- Yu JS, Jung HS, Woo JH, Jang HD, Lee CH. Antioxidant effect of extracts obtained from four *Aster* species native to Korea. Korean J. Plant Res. 21: 52-59 (2008)
- Bang JE, Choi HY, Kim SI. Antioxidative activity and chemical composition of various *Heracleum moellemdorfii* hance extracts. Korean J. Food Preserv. 16: 765-771 (2009)
- Jeong JA, Kwon SH, Lee CH. Screening for antioxidative activi-

- ties of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. Korean J. Plant Res. 20: 185-192 (2007)
21. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultuvars. Korean J. Crop Sci. 17: 15-20 (2009)
22. Shin JH, Kang MJ, Lee HG, Lee JS, Sung NJ. Antioxidant activity of solvent fraction from black garlic. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 39: 933-940 (2010)