ISSN (Print) 1225-9918
ISSN (Online) 2287-3406
Journal of Life Science **2018** Vol. 28. No. 3. 320~330 DOI : https://doi.org/10.5352/JLS.2018.28.3.320

Physiological Activity of Five Kinds of Medicinal Plant Extracts with Various Solvents and Their Composites

Ji Hyeon Shin, Jea Ran Kang, Min Jung Kang and Jung Hye Shin*

Namhae Garlic Research Institute, Namhae 52430, Korea

Received September 29, 2017 / Revised November 28, 2017 / Accepted March 8, 2018

This study was performed to investigate the antioxidative activity of solvent (water, 50% ethanol, and 100% ethanol) extracts from five kinds of medicinal herbs *Cutellaria baicalensis* Georgi; SB, *Paeonia lactiflora* Pall.; PA, *Salvia miltiorrhiza* Bunge; SM, *Phellinus linteus;* PH, *Morus alba* L.; MA). The total content of phenolic compounds was highest in the 50% ethanol extract from PH (280.05 mg/g), the 100% ethanol extract from PH (308.88 mg/g), and the water extract from SM (80.27 mg/g). The total content of flavonoids was highest in the 50% ethanol extract from SB (62.71 mg/ml), the 100% ethanol extract from SB (64.59 mg/ml), and the water extract from SM (35.85 mg/ml). ACE inhibitory activity only occurred in the water extracts, and it was highest in the water extract from SB (45.33%). Cholesterol adsorption activity was higher in the SB and PA extracts than in the other extracts. In water extracts, SM showed the highest antioxidative activity. Among the 50% and 100% ethanol extracts, DPPH radical scavenging activity and FRAP were highest in the PH extract, and ABTS radical scavenging activity was significantly higher in the PA extracts. Seven types of compositions were prepared with different mixing ratios of 0.2 to 2.0 from relatively high-activity medicinal herbs, such as PH, SM and PA. The total phenolic and flavonoid compound contents of the compositions were 50.53-61.96 and 16.91-33.81 mg/ml, respectively. Cholesterol adsorption activity was 46.27-70.03%.

Key words : ACE inhibitory activity, antioxidant, cholesterol adsorption capacity, medicinal herbs

서 론

최근 우리나라에서는 식생활의 서구화 및 외식문화의 발달로 인해 고단백, 고지방 등 동물성 식품의 섭취가 증가되고 있는 추세이며, 이에 따른 고지혈증, 동맥경화증, 뇌혈관질환 등과 같은 심혈관계질환이 증가되고 있는 실정이다[28]. 이러한 심혈관계질환은 고콜레스테롤혈증, 흡연 및 고혈압 등이 중요한 위험인자로 알려져 있다[27]. 콜레스테롤, 중성지방, 인지질, 유리지방산 등은 혈액 중 지용성 물질로서 인체 에너지의 주요 공급원이며, 주요 구성 성분으로 작용하지만 순환기계 질환의 주요 위험요인일 뿐 아니라 대식세포에서 생성된 자유 라디칼, 내피세포의 lipoxygenase 및 과산화지질에 의하여 쉽게 반응을 일으켜 체내 과산화지질을 축적함으로써 생체기능이 저하되어 순환기계질환 및 노화를 초래하는 것으로 알려져 있다[26, 41]. 따라서 체내 항산화 작용을 지니며 체내 지질 대사의 개선에 도움을 주는 천연소재와 이들이 함유하고 있는 2차 대사산물 및 다양한 생리활성[21]에 대한 관심과 관련 연구가 증대되고 있다.

이러한 관점에서 볼 때 오랫동안 식품으로 이용하거나 여러 가지 질병에 대한 치료 및 예방의 용도로 사용되어 온 900여종의 약용식물[16]은 체내에서 다양한 생리활성을 가지는 소재로 인식되고 있다. 또한 이들 약용식물들은 민간요법이나 한약재로 과거로부터 사용되어 온 경험을 통해 인체에 대한 안전성이 검증되어 있으며, 최근에는 생리활성 규명과 관련한 과학적인 자료들이 축적되고 있고 이들을 이용한 음료 및 가공식품의 개발도 지속적으로 증가되고 있다[8].

본 연구에서는 혈중 지질 농도를 개선할 수 있는 음료 개발을 위한 연구의 일환으로 문헌조사를 통해 고지혈증 및 심혈관계 질환의 개선과 관련해 활성이 있는 황금, 작약, 단삼, 상황버섯 및 뽕잎을 선별하였다. 5종의 선별된 소재 중 황금은 꿀풀과(Labiatae) 속썩은풀(*Scutellaria baicalensis* Georgi)의 뿌리로서 주피를 제거 하거나 뿌리 그 자체를 한약으로 사용하고 있으며[15], 한방에서 여러가지 한약 복합처방으로 토혈, 비혈, 신경통, 고혈압, 피부질환, 열성질환, 정신불안 등의 치료에 폭넓게 사용되고 있다[7]. 작약(*Paeonia lactiflora* Pall.)은 함박꽃이라고도 하며 미나리아재비과(Ranunculaceae) 또는 작약과(Paeoniaeae)에 속하는 다년생 숙근초본으로 중국, 한국, 일본, 미국, 남아메리카, 유럽 등지에 분포하며, 주로 진통, 진경, 진해, 부인병, 고혈압 및 염증 치료제로 널리 이용해 왔다[36]. 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bunge)은 꿀풀과(Laviatae)에 속하는 다년생 식물로 한방에서는 생리불순, 생리통, 어혈성

***Corresponding author**
Tel : +82-55-860-8947, Fax : +82-55-860-8960
E-mail : whanbee@daum.net

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 심복부동통, 피부발진 등의 약재로 사용되고 있다[40]. 상황버섯(*Phellinus linteus*)은 분류학적으로 소나무 비늘 버섯과 진흙버섯속(Phellinus)에 속하며, 뽕나무와 활엽수의 줄기에 자생하는 버섯으로 초기에는 노란 진흙덩이가 뭉친 것 같은 형태로 자란다[2]. 상황버섯의 약리적 효능으로는 항산화 작용, 항돌연변이, 항암작용 및 혈당, 중성지방, 콜레스테롤을 감소시킨다는 보고가 있다[13]. 뽕나무(*Morus alba* L.)는 낙엽활엽관목으로 우리나라 전국 각지뿐만 아니라, 열대지역에서 온대지역까지 걸쳐 널리 분포하는 뽕나무과(Moraceae)에 속하는 식물자원이며 뽕잎에는 식물성 스테롤이 다량으로 존재하여 혈중 콜레스테롤과 중성지방의 저하작용, HDL-콜레스테롤의 증가 및 항산화 작용 등의 기능을 나타내는 것으로 알려지고 있다[5].

선별된 소재 각각의 물, 50% 및 100% 주정 추출물을 제조하여 용매별 추출물의 항산화 활성, 콜레스테롤 흡착활성 및 ACE (angiotensin I converting enzyme) 저해활성을 검증하였다. 이들 중 활성이 상대적으로 높은 약용식물 3종을 0.2~2.0의 비율로 혼합해 조성물 7종을 제조한 후 상호 혼합에 의한 활성의 변화를 확인하였다.

재료 및 방법

추출물 및 조성물의 제조

논문(NDSL)과 특허(kissipris)를 중심으로 고지혈증 및 심혈관계 질환의 활성이 우수한 소재를 검색한 결과를 기준으로 선별된 황금, 작약, 단삼, 상황버섯 및 뽕잎은 건조된 상태의 것을 국내산임을 확인한 후 진주시내 한약재 도매상을 통하여 구입하였다. 물, 50% 주정 및 100% 주정을 추출용매로 하여 각각의 약용식물 추출물을 제조하였다. 물과 50% 주정 추출물은 건조된 시료의 무게 대비 20배의 물을 가하여 70℃에서 3시간 가열하였고, 100% 주정 추출물은 동일한 비율로 용매를 가하여 상온에서 24시간 방치하여 추출하였다. 각각의 추출물은 여과한 후 여액을 동결건조 하거나 회전식진공농축기를 이용하여 용매를 모두 제거한 후 분말화하여 시료로 사용하였다.

각각의 약용식물 추출물에 대한 활성 검증결과를 통해 상대적으로 활성이 우수한 3종의 소재를 선별하였고, 이들 각각의 물 추출물 분말을 무게비로 0.2~2.0의 비율로 혼합한 후 모두 일정한 농도가 되도록 7종의 조성물을 제조하였으며 이 때의 혼합비는 Table 9와 같다.

추출 수율 및 가용성 고형분 함량

추출 수율은 여과 후 용매를 모두 제거한 각각의 추출물의 무게를 추출 전 시료의 무게로 나눈 값을 백분율(%)로 나타내었다.

가용성 고형분은 추출 후 여과한 시료액을 일정량 취하여 자동굴절계(PR-201 α, Atago, Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정하였다.

총 페놀화합물 정량

총 페놀화합물의 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리로 Foiln-Denis 방법[11]을 이용하였다. 시료액 2 ml에 Foline-Ciocalteau 시약(Sigma Co. Ltd., St. Louis, MO, USA) 1 ml를 넣고 3분 후 10% Na_2CO_3 (Daejung, Siheung, Korea) 용액 1 ml씩을 가한 후 혼합하여 실온의 암실에서 1시간 정치한 다음 분광광도계(Libra S 35, Biochrom, Cambridge, England)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid (Sigma Co. Ltd.)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀화합물의 함량을 계산하였다.

총 플라보노이드 화합물 정량

플라보노이드 함량 분석은 Moreno 등[33]의 방법에 따라 시료액 1 ml에 10% aluminum nitrate 0.2 ml, 1 M potassium acetate 0.2 ml 및 80% ethanol 4.1 ml를 차례로 가한 후 혼합하여 실온의 암실에서 40분간 정치한 다음 분광광도계를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin (Sigma Co. Ltd.)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

콜레스테롤 흡착능

콜레스테롤 흡착능은 Soh 등[37]의 방법을 응용하여 콜레스테롤 kit시약(AM 202-k, Asan Pharm., Seoul, Korea)으로 측정하였다. 시료액 1 ml에 콜레스테롤(300 mg/dl) 50 µl를 가하여 25℃에서 20분간 반응시킨 후 0.1 M hexadecyl-trimethylammonium bromide (Sigma Co. Ltd.) 50 µl를 첨가하여 25,000 × *g*에서 15분간 원심분리 시켰다. 상층액 200 µl에 효소액 1.5 ml을 가해 혼합한 후 37℃에서 5분간 반응시킨 다음 500 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도 비로서 콜레스테롤 흡착활성(%)을 나타내었다.

Angiotensin I converting enzyme (ACE) 저해활성

ACE 저해활성 측정은 Cushman과 Cheung [9]의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 50 mM sodium borate buffer (pH 8.3) 20 ml에 1 g의 rabbit lung acetone powder (Sigma Co. Ltd.)를 첨가하여 4℃에서 24시간 동안 추출한 후, 10분간 원심분리(4℃, 5,000 × *g*)하여 ACE 조효소액을 얻었다. 시료 50 µl에 ACE 조효소액 50 µl를 가한 다음 37℃에서 10분간 예비 반응시킨 후, 25 mM hippuryl-histidyl-leucine (HHL, Sigma Co. Ltd.) 100 µl를 첨가하여 37℃에서 60분간 반응시켰다. 1 M HCl 250 µl를 가하여 반응을 정지시킨 후, ethyl acetate 1.5

ml를 가해 30초간 교반한 다음 원심분리(4℃, 5,000 × *g*, 10 min)하여 상등액 1 ml를 얻었다. 이 상등액을 80℃에서 1시간 동안 완전히 건조시킨 후 증류수 1 ml를 넣어 충분히 교반한 다음 228 nm에서 흡광도를 측정하였다. ACE 저해활성은 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도비로 계산하여 %로 나타내었다.

1,1-diphenyl-2-picryhdrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성

Blois의 방법[4]을 변형하여 DPPH 라디칼 소거활성에 의한 항산화 활성을 측정하였다. 에탄올로 1.5×10^{-4} M 농도가 되도록 조절한 DPPH용액 100 µl에 농도별 약용식물 추출액 100 µl를 가하고 10초간 균질화 시킨 다음 실온에서 10분간 방치한 후 분광광도계로 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 음성대조군은 시료대신에 증류수 100 µl를 가하여 동일하게 실험하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 시료첨가군에 대한 음성대조군의 흡광도 비를 백분율로 표시하였다.

2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) 라디칼 소거활성

7 mM의 ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시켜 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 이 용액 100 µl에 농도별 약용식물 추출액을 100 µl 가하여 실온에서 5분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며, ABTS 라디칼 소거활성은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도비로 나타내었다.

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

FRAP에 의한 항산화 활성의 측정은 환원력을 이용한 방법으로 Benzie와 Strain방법[3]을 응용하여 측정하였다. Reaction solution은 300 mM acetate buffer (pH 3.6), 40 mM HCl에 녹인 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 및 20 mM iron(Ⅲ) chloride를 10:1:1로 혼합하되 실험직전에 만들어 사용하였다. 시료액 40 µl, 증류수 40 µl, reaction solution 100 µl를 차례로 혼합하여 37℃에서 5분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, $FeSO_4{\cdot}7H_2O$를 사용하여 환원력을 계산하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며 실험으로부터 얻은 결과는 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였다. 결과치는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

결과 및 고찰

약용식물 추출물의 수율 및 가용성 고형분 함량

약용식물 5종 각각의 추출수율 및 가용성 고형분 함량은 분석한 결과는 Table 1과 같다. 모든 시료 추출물에서 100% 주정 추출물의 수율이 가장 낮아 1.17~2.35%에 불과하였다. 시료에 따라 50% 주정 추출물과 물 추출물의 수율은 서로 상이하였는데, 황금의 경우 각각 23.34%와 24.27%로 수율이 유사한 범위였으나 작약 추출물의 경우 50% 주정 추출물에서 수율이 14.05%인 것에 반해 물 추출물에서는 8.47%로 수율이 더 낮았다. 단삼도 유사한 경향으로 50% 주정 추출물의 수율은 31.53%로 물 추출물(20.93%)보다 수율이 더 높았고, 뽕잎은 물 추출물의 수율이 8.59%로 50% 주정 추출물(7.94%)보다 더 높았다.

Kim 등[22]은 다류 소재로 이용되는 생약재 물 추출물의 수율은 1.38~42.80%의 범위로 시료 간에 차이가 크다고 보고

Table 1. Extraction yield and soluble solid content of medicinal herbs extract with different extract solvent

Items	Samples	Extraction solvent		
		Water	50% EtOH	100% EtOH
Yield (%)	*Scutellaria baicalensis* Georgi	24.27	23.34	1.49
	Paeonia lactiflora Pall.	8.47	14.05	1.76
	Salvia miltiorrhiza Bunge	20.93	31.53	1.17
	Phellinus linteus	2.40	2.66	2.35
	Morus alba L.	8.59	7.94	1.95
Soluble solid content (brix°)	*Scutellaria baicalensis* Georgi	3.27 ± 0.06^{aD}	17.40 ± 0.00^{bA}	19.83 ± 0.15^{cA}
	Paeonia lactiflora Pall.	1.13 ± 0.06^{aB}	18.03 ± 0.06^{bD}	19.83 ± 0.06^{cA}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	3.60 ± 0.00^{aE}	19.67 ± 0.06^{bE}	19.67 ± 0.06^{cA}
	Phellinus linteus	0.40 ± 0.10^{aA}	17.30 ± 0.10^{bA}	20.33 ± 0.06^{cB}
	Morus alba L.	2.27 ± 0.06^{aC}	17.77 ± 0.12^{bB}	20.20 ± 0.10^{cB}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-e}$Means with different superscript in the sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-C}$Means with different superscript in the solvent are significantly different at $p<0.05$.

하였으며, Ju 등[14]은 추출수율은 추출용매와 시료와의 비율, 추출용매의 종류, 추출온도 및 시간 등 여러 조건에 따라 달라질 수 있으며, 16종의 한약재 추출물의 수율은 2.29~36.49%로 가장 낮은 오가피를 제외한 모든 시료가 산업적 활용이 가능하다고 보고하였다. 이와 비교해 볼 때 본 연구 사용된 시료 중 상황버섯을 제외한 시료들의 물 및 50% 주정추출물은 상업적 활용이 가능할 것으로 생각된다.

가용성 고형분 함량은 물 추출물에서는 0.40~3.60 brix°였는데, 주정 추출물에서 월등히 더 높았다. 50% 주정 추출물의 경우 단삼이 19.67 brix°로 가용성 고형분 함량이 가장 높았고, 여타 시료는 17.30~18.03 brix°의 범위였다. 100% 주정 추출물의 가용성 고형분 함량은 50% 주정 추출물보다 더 높았으며 19.67~20.33 brix°로 시료간의 차이는 크지 않았다.

약용식물 추출물의 총 페놀화합물 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지는데[32], phenolic hydroxy기가 단백질 등과 결합하고 강한 환원력을 지님으로써 라디칼을 소거하여 항산화 활성을 나타내며[17], 항균, 항암 등의 생리 기능을 가지므로 건강 유지와 질병 예방을 위해 식품이나 의료 등에 많이 이용되고 있다[16].

본 연구에서 사용한 약용식물 5종의 용매별 추출물 중 총 페놀화합물 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 물 추출물 중에서는 단삼 추출물에서 가장 함량이 높아 80.27 mg/ml이었고, 다음으로 뽕잎 추출물에서 59.74 mg/ml로 그 함량이 높았으며, 황금 추출물에서 총 페놀화합물의 함량은 22.54 mg/ml에 불과하였다. 주정 추출물들에서는 그 함량이 월등히 높았는데, 뽕잎을 제외한 모든 시료에서 50% 주정 추출물에 비해 100% 주정 추출물에서 함량이 더 높았다. 뽕잎 추출물의 경우 50% 주정 추출물에서 총 페놀화합물의 함량은 74.71 mg/ml이었는데, 100% 주정 추출물에서는 51.04 mg/ml로 그 함량이 더 낮았다. 상황버섯의 경우 타 시료에 비해 주정 추출물에서 함량이 월등히 높아 50% 주정 추출물에서는 280.05 mg/ml, 100% 주정 추출물에서는 306.88 mg/ml로 정량되었다.

부평초 추출물의 페놀화합물 함량을 분석한 Song 등[38]은 모든 농도에서 물 추출물에 비해 에탄올 추출물에서 페놀화합물의 함량이 더 높다고 하였으며, Kang 등[17]은 쑥의 건조방법뿐만 아니라 추출용매 중의 에탄올 비율에 따라서 총 페놀화합물의 함량이 상이하다고 보고한 바 있다. 본 연구의 결과에서도 재료의 특성에 따라 차이가 있기는 하지만 추출용매 중의 주정농도가 높을수록 추출물의 총 페놀화합물의 함량이 더 높았다.

약용식물 추출물의 총 플라보노이드 화합물 함량

5종 약용식물의 용매별 추출물 중 총 플라보노이드 화합물 함량은 Table 3과 같다. 총 플라보노이드 화합물의 함량은 총 페놀화합물의 함량과 다소 차이가 있었으며 50% 주정 추출물

Table 2. Total phenolic compounds contents of medicinal herbs extract with different solvent (mg/ml)

Samples	Extraction solvent		
	Water	50% EtOH	100% EtOH
Scutellaria baicalensis Georgi	22.54±0.11^{aA}	96.69±0.20^{bC}	222.92±0.42^{cD}
Paeonia lactiflora Pall.	46.46±0.16^{aC}	87.39±0.4^{bB}	155.86±1.89^{cC}
Salvia miltiorrhiza Bunge	80.27±0.27^{bE}	73.41±0.11^{aA}	109.25±0.38^{cB}
Phellinus linteus	40.63±0.32^{aB}	280.05±4.40^{bD}	306.88±0.44^{cE}
Morus alba L.	59.74±0.07^{bD}	74.71±0.19^{cA}	51.04±0.20^{aA}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-C}$Means with different superscript in the same solvent are significantly different at $p<0.05$.

Table 3. Total flavonoid compounds contents of medicinal herbs extract with different solvent (mg/ml)

Samples	Extraction solvent		
	Water	50% EtOH	100% EtOH
Scutellaria baicalensis Georgi	9.87±0.43^{aB}	62.71±0.37^{bD}	64.59±0.56^{cD}
Paeonia lactiflora Pall.	7.78±0.11^{aA}	14.45±0.44^{cA}	12.90±0.36^{bB}
Salvia miltiorrhiza Bunge	35.83±1.70^{bE}	45.76±0.57^{cC}	25.13±2.51^{aC}
Phellinus linteus	14.15±0.99^{bC}	45.91±0.92^{cC}	9.81±2.45^{aA}
Morus alba L.	26.66±0.67^{bD}	40.51±0.85^{cB}	9.47±0.75^{aA}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-C}$Means with different superscript in the same solvent are significantly different at $p<0.05$.

에서 함량이 더 높아 14.45~62.71 mg/ml의 범위였다. 물 추출물 중에서는 단삼 추출물에서 35.83 mg/ml로 가장 높은 함량이었으며, 다음으로 뽕잎 추출물에서 26.66 mg/ml로 함량이 높았고, 황금과 작약 추출물에서는 10 mg/ml 미만으로 정량되었다. 황금의 경우 50% 주정 추출물과 100% 주정 추출물 간의 함량 차이가 미미하였으며, 상황버섯이나 뽕잎 추출물의 경우 50% 주정 추출물에서는 각각 45.91 mg/ml과 40.51 mg/ml이 함유되어 있었으나 100% 주정 추출물에서는 각각 9.81 mg/ml과 9.47 mg/ml로 50% 주정추출물에 비해 약 21% 정도로 함량이 낮았다.

Kim 등[20]은 자생식물과 생약자원 추출물의 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량을 비교해 본 결과 총 페놀화합물의 함량이 높을 때 플라보노이드 함량이 반드시 높은 값은 가지는 것도 아니며 반대로 플라보노이드 함량이 높을 때 총 페놀화합물의 함량이 반드시 높은 값을 가지는 것은 아니라고 하였는데, 본 연구의 결과에서도 이와 동일한 경향으로 총 페놀화합물과 플라보노이드 화합물의 함량이 서로 일치하는 경향은 아니었다.

플라보노이드는 기질의 산화, 활성산소의 소거 및 산화적 스트레스를 막는 역할을 함으로써 노화방지, 암 및 심장질환 등을 예방하거나 지연하는 효과가 있어 식품, 의약품, 화장품 등 여러 분야에 이용되고 있다[31].

약용식물 추출물의 ACE 저해활성

고혈압이 발생하는 기작에서 renin-angiotensin system은 혈압조절이 매우 중요한 역할을 하는데, ACE는 angiotensin I으로부터 angiotensin II를 합성하는 과정의 마지막 단계에 관여하는 효소이다[16]. Angiotensin II는 혈관을 수축시키며, 부신에서 알도스테론의 유리를 촉진시켜 체내 수분 보유량을 많게 하여 결과적으로 혈압을 상승시키는 작용을 한다[13]. ACE 활성을 저해하는 것은 혈압상승을 억제하는 지표로 널리 이용되고 있으며, ACE 활성을 억제함으로써 고혈압을 직접적으로 억제할 수 있다[16]. 이러한 ACE의 저해인자로는 저분자 peptide들과 그 유도체들, 녹차에 존재하는 catechin과 메밀의 rutin같은 polyphenol 성분들이 대표적으로 알려져 있다[10].

약용식물 5종의 물, 50% 및 100% 주정 추출물을 동일한 농도로 만들어 ACE 저해활성을 평가한 결과(Table 4) 물 추출물에서만 활성이 확인되었다. 황금 추출물의 활성이 가장 높아 45.33%였고, 다음으로 뽕잎 추출물이 34.58%로 활성이 높았으며, 작약과 상황버섯 추출물의 활성은 유사한 범위였다. 단삼 추출물의 활성이 가장 낮아 8.62%에 불과하였다.

Choi 등[7]은 5 mg/ml 농도에서 황금의 상온 물 추출물은 32.3%, 열처리 물 추출물에서는 14.1%의 ACE 저해활성을 보였다고 보고한 바 있다. 10 mg/ml 농도에서 32종 생약재의 물 및 에탄올 추출물에 대한 ACE 저해활성을 살펴 본 Do 등[10]은 물 추출물에서만 ACE 활성을 확인하였으며, 파고지

Table 4. ACE inhibitory activities of medicinal herbs extract with different solvent (%)

Samples	Extraction solvent		
	Water	50% EtOH	100% EtOH
Scutellaria baicalensis Georgi	45.33±0.19^{C}	-	-
Paeonia lactiflora Pall.	32.55±0.41^{B}	-	-
Salvia miltiorrhiza Bunge	8.62±0.41^{A}	-	-
Phellinus linteus	32.03±2.81^{B}	-	-
Morus alba L.	34.58±1.90^{B}	-	-

Each value represents mean ± SD, n=3.
Concentration of tested each sample was 10 mg/ml.
$^{A-C}$Means with different superscript in the same solvent are significantly different at $p<0.05$.

Table 5. Cholesterol adsorption capacity of medicinal herbs extract with different solvent (%)

Samples	Extraction solvent		
	Water	50% EtOH	100% EtOH
Scutellaria baicalensis Georgi	8.87±1.57^{aA}	79.80±0.20^{bD}	86.22±0.51^{cE}
Paeonia lactiflora Pall.	76.47±0.36^{aD}	79.16±0.53^{bD}	82.19±0.44^{cD}
Salvia miltiorrhiza Bunge	26.62±0.76^{cB}	22.01±0.40^{bB}	20.14±1.26^{aB}
Phellinus linteus	46.18±1.33^{aC}	66.96±2.68^{bC}	66.02±1.09^{bC}
Morus alba L.	45.30±0.66^{cC}	16.70±1.47^{bA}	2.28±1.23^{aA}

Each value represents mean ± SD, n=3.
Concentration of tested each sample was 2 mg/ml.
$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-C}$Means with different superscript in the same solvent are significantly different at $p<0.05$.

추출물에서 65.2%로 가장 높은 억제율을 나타내었고 소목과 죽엽을 제외한 나머지 생약재에서는 30% 이하의 ACE저해율을 나타내었다고 보고한 바 있는데 본 연구의 결과도 이와 유사한 경향이었다.

약용식물 추출물의 콜레스테롤 흡착능

약용식물 용매별 추출물을 대상으로 콜레스테롤 흡착활성을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 시료마다 추출용매에 따른 활성이 서로 상이하였는데 황금과 상황버섯의 경우 물 추출물의 활성은 각각 8.87% 및 46.18%로 물 추출물의 활성이 가장 낮았으나 50% 주정 추출물에서는 각각 79.80% 및 66.96%, 100% 주정 추출물에서는 각각 86.22% 및 66.02%의 높은 활성을 나타내었다. 이와는 상반되게 뽕잎의 경우 물 추출물에서 45.30%로 가장 활성이 높은데 반해 50% 주정 추출물에서는 16.70%, 100% 주정 추출물은 2.28%로 활성이 낮았다. 단삼은 추출물간의 활성 차이가 크지 않아 물 추출물의 활성은 26.62%였고, 100% 주정 추출물의 활성은 20.14%였다. 작약의 경우 물 추출물에서는 76.47%, 50% 주정 추출물에서는 79.16%, 100% 주정 추출물은 82.19%로 모든 추출물에서 고루 활성이 높았다.

식물류에 함유된 일부 영양소, 식이섬유 및 피토케미컬은 체지방 축적을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 [1], 고추씨 에탄올 추출물의 콜레스테롤 흡착능을 연구한 Song 등[39]은 고추씨의 식이섬유소 및 생리활성 물질인 flavonoids, phenolics, quercetin, luteolin 및 capsaicinoids 등이 콜레스테롤 흡착능을 증진시키는 것으로 보고한 바 있는데, 본 연구의 약용식물 추출물의 활성도 함유되어 있는 flavonoid, phenolics 등 생리활성 물질에 기인한 것으로 생각된다. 황금 및 상황버섯의 주정 추출물, 작약의 물 및 주정 추출물은 60% 이상의 콜레스테롤 흡착능을 보여 이들 추출물을 인체에 적용시킬 경우 체내 지질수준의 감소에 유효할 것으로 예상된다.

약용식물 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거능은 불안정한 유리기에 환원기능을 가진 proton ion을 제공하여 안정화 되도록 유도하는 기능으로 생체 내에서 발생하는 불안정하고 유해한 유리기를 안정화시키는 역할을 하므로 미지의 특정물질이 생체의 생리작용 혹은 산화작용에 의하여 발생하는 hydroxyl radical 혹은 superoxide radical 등을 제거하는 항산화 능력을 평가할 때 사용되는 지표로 높은 값일수록 항산화능이 우수한 것으로 판단한다 [20].

125~1,000 μg/ml 농도 범위에서 각각의 약용식물 추출물을 시료로 하여 DPPH 라디칼 소거활성을 평가한 결과는 Table 6과 같다. 가장 시료의 농도가 낮은 125 μg/ml 농도에서는 물 추출물 중 단삼 추출물이 44.10%로 가장 활성이 높았고, 주정 추출물에서는 상황버섯 추출물의 활성이 높아 77% 이상이었다. 시료의 농도가 증가함에 따라 활성도 증가하여 250 μg/ml 농도의 황금, 작약, 상황버섯 100% 주정 추출물은 82.39~89.66%의 높은 활성을 나타내었다. 500 μg/ml 농도에서는 물 추출물 중에서도 작약과 단삼 추출물이 각각 73.03%와 79.73%로 활성이 높았고, 50%와 100% 주정 추출물 중에서

Table 6. DPPH radical scavenging activity of medicinal herbs extract with different solvent (%)

Extraction solvent	Samples	Concentration (μg/g)			
		125	250	500	1,000
Water	*Scutellaria baicalensis* Georgi	1.35±1.44^{aA}	6.39±0.74^{bA}	9.86±0.32^{cA}	16.41±0.86^{dA}
	Paeonia lactiflora Pall.	28.82±0.58^{aD}	51.39±1.83^{bD}	73.03±1.23^{cD}	76.30±0.07^{dD}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	44.10±1.81^{aE}	76.12±2.94^{bE}	79.73±0.17^{cE}	81.23±0.58^{cE}
	Phellinus linteus	21.07±0.57^{aC}	37.61±1.14^{bC}	56.93±3.38^{cC}	71.50±0.82^{dC}
	Morus alba L.	13.92±0.78^{aB}	29.32±0.96^{bB}	41.71±0.53^{cB}	36.65±0.54^{cB}
50% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	32.60±3.52^{aB}	50.44±2.13^{bB}	74.28±1.23^{dB}	74.04±0.41^{dB}
	Paeonia lactiflora Pall.	52.09±0.92^{aC}	77.71±1.57^{bC}	79.64±0.71^{cC}	80.01±1.04^{cD}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	31.61±3.02^{aB}	55.47±5.77^{bB}	73.66±0.31^{cB}	75.80±0.97^{cC}
	Phellinus linteus	77.88±0.27^{aD}	81.60±0.17^{bC}	83.92±0.22^{cD}	89.15±0.44^{eE}
	Morus alba L.	19.92±0.46^{aA}	34.51±3.63^{bA}	53.53±2.16^{cA}	56.41±0.48^{dA}
100% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	64.33±3.85^{aC}	89.66±0.74^{bD}	96.51±0.13^{cD}	100.59±1.29^{dCD}
	Paeonia lactiflora Pall.	65.56±2.73^{aC}	82.39±0.92^{bC}	89.41±0.94^{cC}	93.47±0.39^{dB}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	39.89±0.97^{aB}	63.15±0.84^{bB}	83.66±1.17^{dB}	71.14±0.40^{cA}
	Phellinus linteus	82.86±1.17^{aD}	89.26±0.53^{bD}	99.28±0.79^{cE}	104.64±0.26^{dD}
	Morus alba L.	19.63±2.56^{aA}	27.49±2.38^{bA}	66.51±2.79^{cA}	94.65±4.92^{dC}

Each value represents mean ± SD, n=3.

$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.

$^{A-D}$Means with different superscript in the same sample concentration are significantly different at $p<0.05$.

는 뽕잎 추출물을 제외한 모든 시료가 73.66~99.28%의 높은 활성을 나타내었다. 작약, 단삼, 상황버섯의 경우 물 추출물이나 주정 추출물들 모두에서 고루 활성이 높은데 반해 황금의 경우 물 추출물에서는 활성이 극히 낮아 최고 농도에서도 활성은 16.41%였다.

Park 등[35]은 8종의 한약재 물 및 에탄올 추출물의 항산화능을 비교해 본 결과 감초, 대추, 작약에 있어서는 물 추출물의 항산화 효과가 높으며, 황기, 국화, 구기자, 당귀, 천궁에 있어서는 에탄올 추출물의 효과가 더 높아 한약재 종류와 추출용매에 따라서 항산화 효과가 다르게 나타난다고 보고한 바 있는데, 이는 본 연구의 결과와도 동일한 경향이었다.

약용식물 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성은 potassium persulfate와의 반응으로 생성된 peroxide radical 성격의 ABTS가 항산화성 물질에 의해 제거되면서 청록색이 탈색되어지는 것을 이용하여 항산화 활성을 측정하는 방법으로 DPPH 라디칼 소거활성의 경우 유리 라디칼이 소거되어지는 것을 이용하는 반면, 양이온 라디칼이 소거되어지는 원리를 이용한 라디칼 소거활성 측정법이다[34].

농도별 약용식물 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성을 평가한 결과(Table 7) DPPH 라디칼 소거활성과는 다소 상이한 경향을 나타내었으며, 활성의 절대 값도 더 높아 가장 낮은 농도인 125 μg/ml 농도에서 물 추출물은 22.14~97.73%, 50% 주정 추출물은 90.82~98.68%로 활성이 높았고, 100% 주정 추출물의 활성도 33.87~98.79%의 범위였다. 시료의 농도가 증가함에 따라 활성도 증가하여 1,000 μg/ml 농도에서 활성은 83.75~100%의 범위였다. 물 추출물 중에서는 황금의 활성이 가장 낮아 최고 농도에서도 활성은 83.75%였고, 100% 주정 추출물 중에서는 뽕잎 추출물의 활성이 가장 낮아 33.87~91.06%의 범위였다. 50% 주정 추출물에서는 모든 시료가 가장 낮은 농도에서도 90% 이상으로 활성이 높았다.

Lee 등[32]은 생약재 11종을 대상으로 동일한 시료 추출물의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성을 비교한 결과 ABTS 라디칼 소거활성이 더 우수하였는데, 생약재의 ABTS 라디칼 소거활성은 시료의 페놀 화합물 함량에 관계없이 우수하기 때문이며, 라디칼의 종류에 따른 활성의 차이도 크다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과에서도 유사한 경향이었다.

약용식물 추출물의 FRAP

FRAP법은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 측정법과는 다른 메커니즘의 항산화 측정법으로 시료가 Fe^{3+}을 Fe^{2+}로 환원 시킬 때 Fe^{2+}가 나타내는 흡광도를 측정하여 항산화 활성을 평가하는 방법이며, 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안된 방법이다[3].

농도별 약용식물 용매별 추출물의 FRAP를 측정한 결과는 Table 8과 같다. 추출물 모두 농도가 증가함에 따라 활성도 증가하였으며, 물 추출물의 경우 500 μg/ml 농도에서 14.69~608.27 μM의 범위로 시료에 따른 활성의 차이가 매우 컸는데, 단삼 추출물의 활성이 가장 높았다. 100% 주정 추출물의 경우 가장 낮은 농도인 125 μg/ml 농도에서 뽕잎 추출물이 6.15 μM로 가장 활성이 낮았고, 여타 시료에서는 129.72~

Table 7. ABTS radical scavenging activity of medicinal herbs extract with different solvent (%)

Extraction solvent	Samples	Concentration (μg/g)			
		125	250	500	1,000
Water	*Scutellaria baicalensis* Georgi	22.14±2.05^{aA}	36.76±1.93^{bA}	55.13±1.68^{cA}	83.75±1.66^{dA}
	Paeonia lactiflora Pall.	89.22±1.16^{aD}	98.72±0.02^{bC}	98.71±0.01^{bB}	98.89±0.07^{bBC}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	97.73±0.27^{aE}	98.31±0.04^{bC}	98.10±0.04^{bB}	98.26±0.09^{bB}
	Phellinus linteus	52.91±3.00^{aB}	93.12±1.92^{bB}	98.61±0.03^{cB}	98.69±0.14^{cBC}
	Morus alba L.	80.43±0.80^{aC}	99.32±0.26^{bC}	100.10±0.11^{bcC}	100.00±0.27^{bcC}
50% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	90.82±1.55^{aA}	96.93±0.03^{bA}	96.15±0.08^{bA}	95.99±0.05^{bA}
	Paeonia lactiflora Pall.	99.06±0.08^{aD}	99.09±0.08^{aE}	99.08±0.07^{aB}	99.17±0.14^{aB}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	96.20±0.69^{aC}	98.31±0.07^{bD}	98.21±0.03^{bB}	98.31±0.02^{bB}
	Phellinus linteus	98.68±0.72^{aD}	97.44±0.15^{aB}	98.06±1.63^{aB}	98.49±2.50^{aB}
	Morus alba L.	92.46±0.74^{aB}	98.01±0.04^{bC}	98.33±0.05^{bB}	98.44±0.14^{bB}
100% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	98.05±0.17^{aC}	98.05±0.34^{aB}	96.53±0.57^{aB}	96.96±1.05^{aB}
	Paeonia lactiflora Pall.	98.79±0.08^{aC}	98.92±0.08^{aB}	98.97±0.11^{aC}	98.97±0.17^{aB}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	85.66±0.94^{aB}	97.79±0.03^{bB}	95.43±0.81^{bB}	98.08±0.90^{bB}
	Phellinus linteus	97.64±0.79^{abC}	97.58±0.75^{abB}	98.81±1.96^{bC}	96.75±0.18^{abB}
	Morus alba L.	33.87±1.44^{aA}	54.22±2.50^{bA}	76.21±1.13^{cA}	91.06±2.59^{dA}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-D}$Means with different superscript in the same sample concentration are significantly different at $p<0.05$.

Table 8. FRAP of medicinal herbs extract with different solvent ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$ eq μM)

Extraction solvent	Samples	Concentration (μg/g)			
		125	250	500	1,000
Water	*Scutellaria baicalensis* Georgi	-	-	14.69±1.28^{aA}	45.72±2.30^{bA}
	Paeonia lactiflora Pall.	82.31±2.14^{aC}	169.48±2.42^{bC}	346.94±1.60^{cD}	656.68±11.09^{dD}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	160.14±1.52^{aD}	323.81±5.06^{bD}	608.27±4.89^{cE}	970.93±5.52^{dE}
	Phellinus linteus	41.23±1.12^{aA}	90.20±0.92^{bA}	192.65±2.99^{cB}	380.32±3.76^{dB}
	Morus alba L.	67.36±1.69^{aB}	140.68±3.45^{bB}	265.79±3.86^{cC}	489.14±5.18^{dC}
50% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	105.91±5.80^{aA}	201.08±2.30^{bA}	437.62±4.66^{cB}	769.90±6.94^{dA}
	Paeonia lactiflora Pall.	181.14±3.75^{aC}	342.99±5.33^{bC}	634.27±9.68^{cD}	939.88±11.03^{dC}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	146.19±2.87^{aB}	287.94±3.98^{bB}	556.05±10.73^{cC}	950.95±4.29^{dB}
	Phellinus linteus	395.05±6.06^{aD}	678.77±8.29^{bD}	954.00±1.09^{cE}	967.53±4.58^{dD}
	Morus alba L.	99.84±0.99^{aA}	192.10±3.45^{bA}	346.95±4.06^{cA}	592.31±4.73^{dA}
100% EtOH	*Scutellaria baicalensis* Georgi	174.78±4.18^{aC}	340.16±5.60^{bC}	651.91±2.85^{cC}	961.66±5.87^{dD}
	Paeonia lactiflora Pall.	207.81±1.86^{aD}	396.31±4.51^{bD}	163.37±1.93^{cD}	946.60±3.46^{eC}
	Salvia miltiorrhiza Bunge	129.72±0.85^{aB}	256.00±5.90^{bB}	490.26±7.87^{cB}	905.86±7.21^{eB}
	Phellinus linteus	368.15±5.39^{aE}	631.91±0.07^{bE}	962.54±8.16^{cE}	1023.25±5.28^{dE}
	Morus alba L.	6.15±0.57^{aA}	18.47±4.25^{bA}	39.55±2.49^{cA}	105.26±5.42^{dA}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-e}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-D}$Means with different superscript in the same sample concentration are significantly different at $p<0.05$.

368.15 μM로 활성이 높았다. 50% 주정 추출물의 경우 여타 추출물에 비해 활성이 높으며, 최고 농도인 1,000 μg/ml 농도에서는 592.31~967.53 μM의 범위였고, 50% 및 100% 주정 추출물에서는 상황버섯의 환원력이 가장 높았다.

식물성 원료들의 환원력은 총 페놀화합물 함량에 의존적인 것으로 알려져 있는데[6], 본 연구 결과에서도 총 페놀화합물이 높았던 단삼 물 추출물 및 상황버섯 주정 추출물이 타 시료에 비해 환원력이 높았다.

약용식물 조성물의 이화학적 특성 및 생리활성

상황버섯, 작약 및 단삼 물 추출물의 혼합 비율을 달리하여 제조한 조성물(Table 9)을 각각 2 mg/ml 농도로 제조하여 가용성 고형분, 총 페놀화합물 및 플라보노이드 화합물의 함량, 콜레스테롤 흡착활성을 분석한 결과는 Table 10과 같다.

Table 9. Mix ration for preparing a composition from the selected medicinal herbs water extract

Sample code	Mixing ratio (%)		
	Phellinus linteus	*Paeonia lactiflora* Pall.	*Salvia miltiorrhiza* Bunge
A	1	1	1
B	0.5	1.5	1
C	0.5	1	1.5
D	0.5	0.5	2
E	0.2	0.8	2
F	0.2	2	0.8
G	0.5	2	0.5

가용성 고형분 함량은 작약의 혼합 비율이 높은 F와 G 조성물에서만 1.6 brix° 정도였고, 여타 시료에서는 1.0~1.1 brix°로 차이가 거의 없었다.

총 페놀화합물의 함량은 50.53~61.96 mg/ml로 시료의 혼합 비율에 따라 차이가 있었으며, 총 플라보노이드 화합물의 함량도 16.91~32.84 mg/ml의 범위로 동일한 경향이었다. 단독 시료 중에서 이들 화합물의 함량을 분석한 결과를 고려할 때 단일 재료 중에 그 함량이 높은 시료의 혼합비율이 높으면 조성물에서도 높게 정량되어 단일 시료에서 이들 화합물의 함량이 직접적으로 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Heo 등[12]은 항산화 활성이 있는 페놀성 물질을 일정 비율로 혼합한 혼합물의 항산화 활성은 시너지 효과 보다는 각 물질의 항산화 활성에 대한 합과 유사하여 첨가 효과라고 보고한 바 있는데 이는 본 연구의 결과와 유사하였다.

2 mg/ml 농도의 약용식물 조성물들의 콜레스테롤 흡착활성을 평가한 결과 B 조성물이 69.41%, F와 G 조성물이 각각 70.03%와 69.49%로 여타 시료에 비해 활성이 높았으며, 이들 시료간에는 유의적인 차이가 없었다. 콜레스테롤 흡착활성도 총 페놀 및 플라보노이드 함량 결과와 같이 조성물들의 시너지 효과보다는 첨가 효과가 큰 것으로 판단된다.

약용식물 조성물의 항산화 활성

3종 약용식물의 혼합비율을 달리한 조성물을 농도별로 제조하여 항산화 활성을 평가한결과는 Table 11과 같다. 125~500 μg/ml의 농도 범위에서 DPPH 라디칼 소거활성은 가장 낮은 농도인 125 μg/ml 농도에서 28.37~32.86%였으며, 시료

Table 10. Soluble solid, total phenolic and flavonoid compound contents and cholesterol adsorption capacity of medicinal herbs composition from selected medicinal herbs water extract

Sample code	Soluble solid content (brix°)	Total phenolic compounds (mg/ml)	Total flavonoid compounds (mg/ml)	Cholesterol adsorption capacity (%)
A	1.0±0.06^{A}	51.02±0.30^{A}	24.62±0.77^{D}	67.43±0.33^{D}
B	1.1±0.00^{B}	52.75±0.30^{B}	22.72±0.60^{C}	69.41±0.33^{E}
C	1.1±0.00^{B}	56.53±0.60^{C}	28.30±0.73^{E}	59.98±0.38^{C}
D	1.1±0.00^{B}	59.95±0.50^{D}	33.84±0.71^{G}	46.27±0.68^{A}
E	1.1±0.00^{B}	61.96±0.34^{E}	32.48±0.63^{F}	51.21±0.50^{B}
F	1.6±0.06^{C}	50.53±0.47^{A}	19.37±0.33^{B}	70.03±0.63^{E}
G	1.6±0.00^{C}	50.71±0.45^{A}	16.91±0.33^{A}	69.49±0.55^{E}

Each value represents mean ± SD, n=3.
Concentration of tested each sample was 2 mg/ml.
$^{A-G}$Means with different superscript in the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 11. Antioxidative activity of medicinal herbs composition from selected medicinal herbs water extract

Activities	Sample code	Concentration (μg/g)		
		125	250	500
DPPH radical scavenging (%)	A	29.25±0.28^{aAB}	44.32±0.54^{bA}	53.98±0.71^{cA}
	B	31.12±0.26^{aC}	46.39±0.03^{bB}	54.73±0.53^{cA}
	C	31.25±0.59^{aC}	46.15±0.13^{bB}	54.28±1.47^{cA}
	D	31.64±1.04^{aCD}	46.27±0.50^{bB}	54.30±1.35^{cA}
	E	32.86±0.38^{aD}	47.00±0.16^{bB}	54.65±0.41^{cA}
	F	30.55±1.15^{aBC}	53.01±1.38^{bD}	62.75±1.33^{cB}
	G	28.37±0.92^{aA}	49.81±1.21^{bC}	63.28±1.00^{cB}
ABTS radical scavenging (%)	A	81.72±1.66^{aA}	98.26±0.09^{bA}	98.13±0.05^{bAB}
	B	90.24±3.46^{aBC}	98.18±0.15^{bA}	98.10±0.13^{bAB}
	C	92.51±0.71^{aCD}	98.22±0.14^{bA}	98.09±0.15^{bAB}
	D	93.13±0.71^{aCD}	98.25±0.03^{bA}	98.10±0.08^{bAB}
	E	94.79±2.54^{aD}	98.24±0.11^{bA}	98.00±0.02^{bA}
	F	93.08±1.61^{aCD}	98.38±0.08^{bA}	98.25±0.15^{bB}
	G	88.05±0.47^{aB}	98.60±0.15^{bB}	98.60±0.15^{bC}
FRAP ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$ eq μM)	A	71.83±1.83^{aB}	179.27±1.36^{bA}	358.56±3.84^{cA}
	B	81.81±1.92^{aC}	195.15±2.27^{bB}	380.81±2.22^{cC}
	C	87.86±0.56^{aD}	211.38±2.89^{bC}	417.13±4.93^{cD}
	D	94.29±1.34^{aE}	223.92±2.77^{bD}	452.98±3.61^{cE}
	E	100.78±1.52^{aF}	237.54±4.89^{bE}	463.53±1.47^{cF}
	F	80.72±2.19^{aC}	206.33±3.88^{bC}	373.00±2.79^{cB}
	G	66.51±3.95^{aA}	176.68±1.82^{bA}	369.32±2.11^{cB}

Each value represents mean ± SD, n=3.
$^{a-f}$Means with different superscript in the same sample are significantly different at $p<0.05$.
$^{A-C}$Means with different superscript in the same sample concentration are significantly different at $p<0.05$.

의 농도가 증가함에 따라 활성도 증가하여 500 μg/ml 농도에서는 53.98~63.28%의 범위였다. F와 G 시료의 경우 가장 낮은 농도에서는 여타 시료에 비해 활성이 높지 않았으나 250 μg/ml 이상의 농도에서는 여타 시료에 비해 활성이 우수하였다.

재료의 혼합 비율을 달리한 조성물의 ABTS 라디칼 소거활성은 125 μg/ml 농도에서는 81.72~94.79%로 시료 간에 차이가 있었으나 250 μg/ml 이상의 농도에서는 모든 시료에서 활성은 98% 이상으로 재료의 혼합 비율이나 사용농도에 따른 차이가 없었다.

약용식물 조성물의 FRAP를 확인한 결과 농도가 증가할수록 활성도 증가하는 경향이었으며, 시료간에 차이도 커서 125 μg/ml 농도에서 66.51~100.78 μM의 범위였다. 최고농도인 500 μg/ml 농도에서 FRAP는 C, D, E 시료에서 417.13~463.53 μM로 여타 시료에 비해 활성이 높았다. 이러한 경향은 DPPH 라디칼 소거활성과는 다소 차이가 있었는데, 이는 서로 라디칼을 소거하는 기작이 상이하기 때문에 이에 작용하는 화합물

이나 작용기 또한 상이하여 나타난 차이로 생각된다[32].

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 공통기반기술활용지원 사업(과제번호 : R0005511)으로 수행된 연구결과의 일부이며, 지원에 감사 드립니다.

References

1. Ahn, I. S., Park, K. Y. and Do, M. S. 2007. Weight control mechanisms and antiobesity fundional agents. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 503-513.
2. Bae, H. K., Hwang, I. W., Hong, H. D. and Shin, K. C. 2015. Antioxidant capacities and β-glucan content of ethanol extract from *Phellinus baumii*. *Kor. J. Food Preserv.* **22**, 721-726.
3. Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power". The FRAP assay. *Anal. Biochem.* **239,** 70-76.
4. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **181,** 1199-1200.
5. Choi, K. S., Kim, Y. H. and Shin, K. O. 2016. Effect of mulberry extract on the lipid profile and liver function in mice fed a high fat diet. *Kor. J. Food Nutr.* **29,** 411-419.
6. Choi, M. H., Kang, J. R., Sim, H. J., Kang, M. J., Seo, W. T., Bea, W. Y. and Shin, J. H. 2015. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* depending on harvest times and processing methods. *Kor. J. Food Preserv.* **22,** 399-407.
7. Choi, M. R., Lee, J. S. and Lim, H. S. 2007. Change in physiological activities of *Scutellariae baicalensis* by heating. *J. Life Sci.* **17,** 1381-1386.
8. Choi, I. S., Cha, E. J., Lee, Y. R. and Kim, J. K. 2012. Antioxidant and anticancer activities of yak-sun tea prepared by oriental medicinal herbs. *Kor. J. Food Nutr.* **25,** 447-453.
9. Cushman, D. W. and Cheung, I. S. 1917. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensing-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* **20,** 1637-1648.
10. Do, J. R., Kim, K. J., Jo, J. H., Kim, Y. M., Kim, B. S., Kim, H. K., Lim, S. D. and Lee, S. W. 2005. Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of medicinal herbs. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37,** 206-213.
11. Gutfinger, T. 1958. Polyphenols in oilve oils. JAOCS. **58**, 966-968.
12. Heo, H. J., Kim, Y. J., Chung, D. and Kim, D. O. 2007. Antioxidant capacities of individual and combined phenolics in a model system. *Food Chem.* **104,** 87-92.
13. Jo, E. K., Gal, S. W. and Choi, Y. J. 2010. Antioxidative activity and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of fermented medical plants (DeulBit) and its modulatory effects of nitric oxide production. *J. Appl. Biol. Chem.* **53,** 91-98.
14. Ju, J. C., Shin, J. H., Lee, S. J., Cho, H. S. and Sung, N. J. 2006. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **35,** 7-14.
15. Joo, S. Y. 2013. Antioxidant activities of medicinal plant extracts. *J. Kor. Soc Food Sci. Nutr.* **42,** 512-519.
16. Jung, M. H., Lee, S. S., Park, S. H. and Hwang, H. J. 2013. The antioxidative effect of ethanol extracts from *Lithospermum erythrorhizon Siebold* & *Zucc., Xanthium strumarium Linn,* and *Lonicera japonica*. *J. Life Sci.* **23,** 643-649.
17. Kang, J. R., Kang, M. J., Choi, M. H., Byun, H. U. and Shin, J. H. 2017. Physicochemical characteristics of ethanol extract form *Artemisia Argyi* H. Using different preparation methods. *J. Life Sci.* **27,** 23-31.
18. Kang, M. J., Hwang, C. R., Lee, S. J. and Shin, J. H. 2015. Antioxidant and anti-inflammatory activity of medicinal herbs composites. *J. Agric. Life Sci.* **49,** 279-292.
19. Kang, Y. M., Kim, S. H., Lee, Y. C., Kim, H. K. and Kim, D. S. 2014. Synergistic combination effect of anti-obesity in the extracts of *Phyllostachys pubescence* Mael and *Scutellaria baicalensis* Georgi. *Kor. J. Herbology* **29,** 7-13.
20. Kim, E. J., Choi, J. Y., Yu, M. R., Kim, M. Y., Lee, S. H. and Lee, B. H. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **44,** 337-342.
21. Kim, S. J., Park, J. H., Choi, S. Y. and Kim, K. Y. 2006. Change of phenolic compounds affected by different drying method in leaves and stems of peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Kor. J. Crop Sci.* **51,** 251-254.
22. Kim, M. H., Kim, M. C., Park, J. S., Kim, J. W. and Lee, J. O. 2001. The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33,** 12-18.
23. Ko, J. B. 2006. Effects of *Cheonggukjang* added *Phellinus linteus* on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **35,** 410-415.
24. Kwon, E. K., Kim, Y. E., Lee, C. H. and Kim, H. Y. 2006. Screening of nine herbs with biological activities on ACE inhibiton, HMG-CoA reductase inhibition, and fibrinolysis. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **38,** 691-698.
25. Kwon, Y. S., Lee, H. G., Shin, H. K. and Yang, C. B. 2000. Purification and identification of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from small red bean protein hydrolyzate. *Food Sci. Biotechol.* **9,** 292-296.
26. Lee, G. M. and Lee, K. S. 2004. Effects of CPs (combined preparations) of *Radix Salvia Miltiorrhiza*, *Radix Notoginseng*, and *Borneolum* on hyperlipidemia. *J. Kor. Oriental Med.* **25,** 22-32.
27. Lee, J. M., Choi, S. W., Cho, S. H. and Rhee, S. J. 2003. Effect of seeds extract of *Paeonia Lactiflara* on antioxidative system and lipid peroxidation of liver in rats fed high-cholesterol diet. *Kor. J. Nutr.* **36,** 793-800.
28. Lee, M. J., Oh, J. S., Park, J. W., Kim, J, K., Choi, D. Y. and Kim, C. H. 2000. Antioxidant activity of extract from *Scutellaria baicalensis* Georgi. *J. Life Sci.* **10,** 236-240.
29. Lee, S. E., Lee, J. H., Kim, J. K., Kim, G. S., Kim, Y. O., Soe, J. S., Choi, J. H., Lee, E. S., Noh, H. J. and Kim, S. Y. 2011. Anti-inflammatory activity of medicinal plant extracts. *Kor.*

J. Med. Crop Sci. **19,** 217-226.
30. Lee, S. E., Seong, N. S., Bang, J. K., Park, C. G., Sung, J. S. and Song, J. 2003. Antioxidative activities of Korean medicinal plants. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **11,** 127-134.
31. Lee, S. G., Jeong, H. J., Lee, E. J., Kim, J. B. and Choi, S. W. 2011. Antioxidant and anti-inflammatory activities of ethanol extracts from medicinal herb mixtures. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **43,** 200-205.
32. Lee, S. J., Shin, J. H., Lee, H. J., Tak, H. M., Kang, M. J. and Sung, N. J. 2013. Antioxidant and anti-inflammatory activities of functional plant Materials. *J. Life Sci.* **23,** 869-878.
33. Moreno, M. I. N., Isla, M. I., Sampietro, A. R. and Vattuone, M. A. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* **71,** 109-114.
34. Park, J. G., Lee, J. M. and Jun, W. J. 2013. Radical scavenging and anti-obesity effects of various extracts from turmeric (*Curcuma longa* L.). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42,** 1908-1914.
35. Park, Y. S. 2002. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* **12,** 23-31.
36. Seo, S. H., Lee, H. R., Rhee, S. J., Choi, S. W. and Cho, S. H. 2003. Effects of peonia seed extracts and resveratrol on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diets. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32,** 1102-1107.
37. Soh, H. S., Kim, C. S. and Lee, S. P. 2003. A new *in vitro* assay of cholesterol adsorption by food and microbial polysaccharides. *J. Med. Food* **6,** 225-230.
38. Song, W. Y. and Choi, J. H. 2017. Total phenols, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Spirodela polyrhiza* extracts. *J. Life Sci.* **27,** 180-186.
39. Song, W. Y., Kim, Y. N., Chun, S. S., Ku, K. H. and Choi, J. H. 2011. Effects of ethanol extracts from red pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds on cholesterol adsorption capacity and UDP-glucuronyl transferase activity. *J. Life Sci.* **21,** 829-837.
40. Yang, S. A., Im, N. K. and Lee, I. S. 2007. Effects of methanolic extract from *Salvia miltiorrhiza* Bunge on *in vitro* antithrombotic and antioxidative activities. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **39,** 83-87.
41. Yoon, H. J. and Park, Y. S. 2010. Effects of *Scutellaria baicalensis* water extract on lipid metabolism and antioxidant defense system in rats fed high fat diet. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **39,** 219-226.

초록 : 약용식물 5종의 용매별 추출물 및 조성물의 생리활성

신지현 · 강재란 · 강민정 · 신정혜*
((재)남해마늘연구소)

본 연구에서는 5종의 약용식물(황금, 작약, 단삼, 상황버섯, 뽕잎)를 물, 50% 및 100% 주정으로 추출하여 항산화 활성, ACE 저해활성 및 콜레스테롤 흡착활성을 비교하였다. 그 중 상대적으로 활성이 우수한 작약, 상황버섯, 단삼을 0.2~2.0의 비율로 혼합한 조성물 7종의 활성을 검증함으로써 약용식물 조성물을 활용한 음료 개발시 기초자료로 활용하고자 하였다. 약용식물 5종의 총 페놀화합물 함량은 물 추출물 중에서는 단삼 추출물이 80.27 mg/g으로 가장 높은 함량이었으며, 50% 및 100% 주정 추출물에서는 상황버섯이 각각 280.05 및 306.88 mg/g으로 가장 높았다. 플라보노이드 화합물도 단삼 추출물이 35.83 mg/g으로 물 추출물 중 가장 높았으며, 50% 및 100% 주정 추출물은 황금 추출물이 각각 62.71 및 64.59 mg/g으로 가장 높게 정량되었다. ACE 저해활성은 물 추출물에서만 활성이 있었는데, 황금 추출물에서 45.33%로 가장 활성이 높았다. 콜레스테롤 흡착능은 작약 물 추출물과 황금 100% 주정 추출물이 타 시료에 비해 유의적으로 활성이 높았다. DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성 및 FRAP 활성을 통해 항산화 활성을 측정한 결과 물 추출물 중에서는 단삼 추출물의 활성이 가장 높았고, 50% 및 100% 주정 추출물의 경우 DPPH 라디칼 소거활성 및 FRAP는 상황버섯 추출물의 활성이 가장 높았고, ABTS 라디칼 소거활성은 작약 추출물에서 활성이 가장 높았다. 상황버섯, 작약 및 단삼 물 추출물의 혼합 비율을 달리하여 제조한 조성물 7종의 총 페놀 및 플라보노이드 화합물 함량은 각각 50.53~61.96 mg/g 및 16.91~33.84 mg/g의 범위였는데 단삼의 비율이 높은 시료에서 더 함량이 높았고, 콜레스테롤 흡착능은 46.27~70.03%로 작약 첨가 비율이 높은 시료에서 활성이 더 높았다. 항산화 활성도 단삼의 혼합 비율이 높을수록 더 높았는데, 항산화 활성과 콜레스테롤 흡착활성은 동일한 경향을 보이지 않아 조성물 제조시는 목표로 하는 활성에 따라서 조성물의 비율을 달리하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.