

자생식물과 생약자원 추출물의 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성 탐색

김은진¹ · 최주연¹ · 유미리¹ · 김미영¹ · 이상현² · 이복희^{1,3*}

¹중앙대학교 대학원 식품영양학과, ²중앙대학교 생명자원공학부 식물시스템과학전공,
³중앙대학교 자연과학대학 식품공학부 식품영양전공

Total Polyphenols, Total Flavonoid Contents, and Antioxidant Activity of Korean Natural and Medicinal Plants

Eun Jin Kim¹, Joo Yeon Choi¹, Miri Yu¹, Mi Young Kim¹, Sanghyun Lee², and Bog-Hieu Lee^{1,3*}

¹Department of Food and Nutrition, Graduate School, Chung-Ang University

²Department of Integrative Plant Science, School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University

³Department of Food and Nutrition, School of Food Science and Technology, College of Natural Sciences, Chung-Ang University

Abstract The purpose of this study was to investigate total polyphenols, total flavonoid, and DPPH radical scavenging activity in 26 species of Korean natural plants and 14 species of medicinal plant extracts. The plant containing the highest total polyphenols and total flavonoids were *Plantago asiatica*, and *Lespedeza cuneata* G. Don, respectively. The content of polyphenols and flavonoids in natural plants was the highest in *Lespedeza cuneata* G. Don, which also demonstrated high DPPH radical scavenging activity. In medicinal plant extract, *Saururus chinensis* (Lour.) Baill and *Artemisiae Asiaticae Herba* had the highest level of total polyphenols (194.60 and 203.92 mg/g extract, respectively) and DPPH radical scavenging activity. *Diospyros kaki* Thunb and *Dryopteris crassirhizoma* did not contain high levels of total polyphenols (112.98, 121.46 mg/g extract, respectively) and flavonoids (46.10, 58.69 mg/g extract respectively), but DPPH radical scavenging activity was relatively high. Further study regarding plants that exhibit higher total polyphenols, total flavonoid, and DPPH radical scavenging activity is needed.

Keywords: natural plants, medicinal plants, antioxidant activity, polyphenols, flavonoid

서 론

자생식물은 자연에 저절로 나서 자라는 식물을 의미한다. 자연에서 쉽게 접할 수 있고, 특정 지역의 환경에 대한 높은 적응성과 생물학적 다양성을 지니고 있다. 산천이 발달된 우리나라에는 총 205과 1,157속 4,940종의 다양한 자생식물이 분포하고 있다(1). 이는 영국(2,000여 종)이나 덴마크(1,500여 종) 등에 비해 상당히 높은 수치이며, 국토의 단위면적당 종수로 비교했을 때 일본이나 중국보다 다양한 종이 분포하고 있어서 발굴가치가 높다. 생약자원은 전통적으로 질병의 예방과 치료를 목적으로 활용되어 왔으며, 최근에는 약용, 식용, 천연소재 및 신물질 추출 소재로서의 가치가 중요하게 인식되고 있어 이에 대한 연구가 진행되고 있다(2). 이러한 식물자원들은 단순히 오래 사는 것을 넘어서서 건강한 삶과 활동을 유지하려는 현대인에게 있어서 건강을 유지하는데 도움을 줄 수 있는 좋은 자원으로 여겨지고 있다.

노화와 질병을 일으키는 원인은 다양하지만, 가장 광범위하게 적용되는 원인이 생체 내에서 생성되는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)의 축적으로 이로 인해 세포손상이 시작되게 된다(3,4). 활성산소종에 의한 산화스트레스는 알츠하이머, 파킨슨병, 심혈관계질환 등의 발병에 원인이 될 수 있다(5-7). 생체 내에는 ROS를 제어하는 방어시스템을 가지고 있으나, ROS가 과다하게 생성되거나 항산화시스템의 균형이 깨지게 되면 노화가 촉진되며 다양한 질병이 유발될 수 있다. 따라서 노화와 질병의 예방을 위해 우리 생체 내 항산화시스템을 정상적으로 유지하는 것이 중요하며, 이를 위해 항산화 물질을 충분히 섭취하는 것이 도움이 된다. 항산화 물질은 동·식물계에 널리 분포되어 있으며, 과채류에 많이 분포되어 있는 페놀성 화합물과 플라보노이드, 아스코르빈산, 토코페롤과 같은 물질은 활성산소종의 작용을 억제하여 암, 심혈관계 질환 등 성인병을 예방하고 노화의 지연과 방지에 기여할 수 있다(8).

폴리페놀 화합물은 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins, isoflavones, lignans, resveratrols 등을 총칭하며, 식물계에 널리 분포되어 있으며 과일 및 엽채류에 다량 함유되어 있다(9,10). 폴리페놀(polyphenols)에 존재하는 다수의 히드록실기(-OH)는 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성을 가지고 있어 항산화 효과 및 항암, 항염 효과가 뛰어나다(11,12). 플라보노이드(flavonoids)는 폴리페놀에 속하는 성분으로, 플라보노이드의 C6-C3-C6를 기본골격으로 하며 노란색 내지는 담황색을 나타내는 페놀계 화합물의

*Corresponding author: Bog-Hieu Lee, Dept. of Food and Nutrition, School of Food Science and Technology, College of Natural Sciences, Chung-Ang University, Anseong, Gyeonggi 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-3276
Fax: 82-31-676-8741
E-mail: lbheelb@cau.ac.kr
Received February 2, 2012; revised February 21, 2012;
accepted March 6, 2012

총칭으로 자연계에 널리 분포하고 있으며 폴리페놀과 같이 채소류와 식물의 잎, 꽃, 과실, 줄기 및 뿌리 등 거의 모든 부위에 함유되어 있을 뿐 아니라 곡물, 과일류 등에도 풍부하게 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(13). 플라보노이드는 활성산소종을 효과적으로 제거하여 항산화능이 높다고 알려져 있으며 폴리페놀과 마찬가지로 항바이러스, 항염증, 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있다(14-17).

최근, 폴리페놀, 플라보노이드가 가지는 다양한 건강기능성을 확인하고, 새로운 원료자원을 발굴하고자 다양한 식물자원으로부터 폴리페놀 또는 플라보노이드의 함량 분석 및 그 효능에 대한 연구가 진행되고 있다(18-20). 그러나, 자생식물이나 생약식물을 대상으로 한 연구에서 한 개의 소재 또는 소량의 소재만을 분석한 경우가 대부분이므로 다양한 종의 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화능에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 전통적으로 약으로써 이용되었거나 민간요법으로 사용되던 식물을 문헌고찰을 통해 40여종의 식물(자생식물 26종과 생약식물 14종)을 선발하여, 폴리페놀과 플라보노이드 함량 측정 및 항산화 활성을 측정 함으로써 자생식물 및 생약식물로부터 천연물 유래 생리 활성 물질의 개발 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료의 추출

본 연구에서 사용된 재료는 자생식물 추출물 26종과 생약자원 추출물 14종으로 모두 한국식품추출물은행에서 구입하여 실험에 사용하였다. 자생식물은 distilled water, 생약자원은 methanol(MeOH)로 추출된 후 농축된 상태의 것을 이용하였다. 농축된 시료 20 mg에 50% MeOH 1 mL을 가하여 교반한 후 37°C에서 24시간 동안 방치한 다음 0.2 µm syringe filter(Pall Life Sciences, Ann Arbor, MI, USA)로 여과하였다. 여과된 시료는 각각 2,000 배 희석하여 빛을 차단한 후 냉장보관 하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 수정하여 측정하였다. 50% MeOH로 2,000배로 희석된 자생식물과 생약자원 추출물 시료 0.5 mL에 Folin-Denis reagent(Fluka, Buchs, Switzerland)를 0.5 mL을 가하여 혼합한 후 3분간 실온에 반응시켰다. 정확히 3분 후 10% sodium carbonate solution 0.5 mL을 가하여 혼합한 후 1시간 방치한 다음 상층액을 취하여 UV-VIS spectrophotometer(JENWAY 7315, Bibby Scientific Ltd., Staffordshire, UK)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 70% MeOH에 녹인 0.1, 0.05, 0.025, 0.0125, 0.00625%의 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan)의 표준곡선을 이용하여 구하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량의 측정을 위해 50% MeOH로 2000배로 희석된 자생식물과 생약자원 추출물 시료 0.5 mL에 diethylene glycol(Junsei Chemicals, Tokyo, Japan)을 5 mL씩 가하여 혼합하였다. 그 후 1 N NaOH를 0.5 mL 가하여 잘 혼합한 후 37°C water bath에서 1시간동안 반응시켰다. 1시간 후 UV-VIS spectrophotometer(JENWAY 7315, Bibby Scientific Ltd.)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 naringin(Tokyo Kasei Kogyo Co., Ltd., Tokyo, Japan)의 표준검량곡선을 작성하여 총 플라보노이드 함량을 % naringin equivalent로 환산하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

한국식품추출물은행(Daejeon, Korea)에서 공급받은 자생식물, 생약식물의 추출물을 50% MeOH에 25 mg/100 mL 농도가 되도록 희석했다. DPPH 시약은 빛을 차단한 상태에서 0.1 mM 농도가 되도록 ethanol에 녹여 준비하였다. 시료 0.5 mL과 DPPH 시약 3 mL을 넣고 20분 동안 빛을 차단하고 반응시킨 후 spectrophotometer(JENWAY 7315, Bibby Scientific Ltd.)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 값을 다음과 같은 식을 이용해 EDA(electron donating ability, %) 값으로 산출하였다.

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{Blank}} - \text{Abs}_{\text{Sample}}}{\text{Abs}_{\text{Blank}}} \times 100$$

통계처리

모든 시료의 분석은 3번 반복 수행되었고, Mean±SD값으로 표시하였다. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, DPPH 라디칼 소거능에 대한 상관관계를 알아보기 Pearson's correlation coefficient 분석을 시행하였다. 통계분석은 SPSS 19.0(SPSS, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀

자생식물과 약용식물 40종의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과를 Table 1에 제시하였다. 자생식물 26종의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 비수리가 228.90 mg/g extract로 가장 높았고, 그 다음으로 비쭉(228.45 mg/g extract), 양파(187.67 mg/g extract), 보리(183.33 mg/g extract), 오이(171.94 mg/g extract) 순으로 높은 값을 나타냈다. 본 연구의 자생식물 분석시료 중 상대적으로 폴리페놀 함량이 낮은 식물에는 참나무 겨우살이(46.76 mg/g extract), 속새(67.28 mg/g extract), 산딸 나무(70.39 mg/g extract), 각시 등글레(83.59 mg/g extract), 골담초(88.19 mg/g extract) 등이었다. 후두의 폴리페놀 함량은 검출되지 않는 것으로 분석되었다.

한편, 약용식물의 총 폴리페놀 함량은 차전자기 246.44 mg/g extract로 가장 높았으며, 본 연구에서 이용된 40개의 시료 중에 가장 높은 값을 나타내었다. 뒤를 이어 애엽(203.92 mg/g extract), 삼백초(194.60 mg/g extract), 포공영(193.82 mg/g extract), 익모초(191.62 mg/g extract) 등의 폴리페놀 함량이 높은 것으로 나타났다. 약용식물에서 폴리페놀의 함량은 송화(44.01 mg/g extract)의 값을 제외하고는 모두 100 mg/g extract 이상의 값을 나타냈다.

총 플라보노이드 함량

본 연구에서 분석한 자생식물과 약용식물의 총 플라보노이드 함량은 Table 2에 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 자생식물에서 총 폴리페놀의 결과와 마찬가지로 비수리가 90.15 mg/g extract로 가장 높았고, 다음으로 비쭉(77.65 mg/g extract)이 높은 것으로 나타났다. 귀리, 각시등글레, 개구리밥의 총 플라보노이드 함량은 각각 71.60, 65.56, 63.27 mg/g extract 순이었다. 사상자와 후두에서는 플라보노이드가 검출되지 않았다. 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 비교했을 때 총 폴리페놀 함량이 높은 비수리, 비쭉, 차전자기 등이 플라보노이드 함량도 높게 나타났다. 한편, 후두는 폴리페놀 및 플라보노이드가 모두 검출 되지 않았고, 어성초의 플라보노이드 함량은 1.40 mg/g extract로 낮게 측정되었는데, 폴리페놀은 검출되지 않았다. 항산화능이 높다고 알려져 있는 후두는 폴리페놀과 플라보노이드 측정에서 모두 검출되지 않는 것

Table 1. Total polyphenols content of Korean natural and medicinal plant extracts

Scientific name	Total polyphenols (mg/g extract)
Natural plants	
<i>Polygonatum humile</i>	83.59±12.10 ¹⁾
<i>Diospyros kaki Thunb</i>	112.98±1.25
<i>Spirodela polyrhiza (L.) Sch</i>	146.05±10.24
<i>Liriope spicata (Thunb.) Lour.</i>	95.11±19.58
<i>Osmunda japonica</i>	133.75±5.99
<i>Caragana sinica</i>	88.19±8.27
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	121.46±123.59
<i>Avena sativa L.</i>	117.57±11.49
<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>	118.16±21.54
<i>Firmianasimplex (L.) W.F. Wight</i>	108.64±13.92
<i>Hordeum vulgare</i>	183.33±32.37
<i>Allium tuberosum Rottler ex Spreng.</i>	138.09±4.99
<i>Amaranthus mangostanus L.</i>	165.99±70.21
<i>Lespedeza cuneata G. Don</i>	228.90±27.14
<i>Artemisia scoparia Waldst. et Kitamura</i>	228.45±28.99
<i>Morus alba L.</i>	138.61±0.88
<i>Torilisjaponica (HOUTT.) DC.</i>	120.36±13.77
<i>Cornuskousa F. Buergerex Miquel</i>	70.39±9.36
<i>Equisetum hyemale L.</i>	67.28±4.10
<i>Cyrtomium fortunei</i>	128.38±2.16
<i>Alliumcepa L.</i>	187.67±33.39
<i>Cucumis sativus L.</i>	171.94±12.70
<i>Valeriana fauriei Briq.</i>	169.35±8.91
<i>Plantago asiatica L.</i>	159.06±17.13
<i>Taxillusadoriki (SieboldexMaxim.) Danser</i>	46.76±5.33
<i>Glycine max (L.) Merr.</i>	ND ²⁾
Medicinal plants	
<i>Curcuma longa L.</i>	155.11±8.75
<i>Chaenomeles sinensis</i>	114.66±2.41
<i>Belamcanda chinensis (L.) DC.</i>	167.80±5.98
<i>Saururus chinensis (Lour.) Baill</i>	194.60±5.80
<i>Morusalba Linne</i>	156.34±18.38
<i>Acorus gramineus Soland</i>	132.46±5.48
<i>Pinus densiflora</i>	44.01±11.66
<i>Artemisiae Asiaticae Herba</i>	203.92±10.38
<i>Houttuyniacordata</i>	ND
<i>Leonurus japonicus Houtt.</i>	191.62±13.04
<i>Bambusoideae</i>	166.64±15.05
<i>Plantago asiatica</i>	246.44±4.07
<i>Gardenia Jasminoides</i>	121.65±69.80
<i>Taraxacum platycarpum Dahlst</i>	193.82±5.89

¹⁾Values are expressed as Mean±SD²⁾Not detected**Table 2. Total flavonoids content of Korean natural and medicinal plant extracts**

Scientific name	Total flavonoids (mg/g extract)
Natural plants	
<i>Polygonatum humile</i>	65.56±1.65 ¹⁾
<i>Diospyros kaki Thunb</i>	46.19±0.00
<i>Spirodela polyrhiza (L.) Sch</i>	63.27±0.36
<i>Liriope spicata (Thunb.) Lour.</i>	53.90±2.37
<i>Osmunda japonica</i>	40.98±22.09
<i>Caragana sinica</i>	39.31±0.00
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	58.69±3.80
<i>Avena sativa L.</i>	71.60±0.36
<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>	54.31±0.00
<i>Firmianasimplex (L.)W.F. Wight</i>	37.23±0.36
<i>Hordeum vulgare</i>	58.69±0.00
<i>Allium tuberosum Rottler ex Spreng.</i>	37.85±0.36
<i>Amaranthus mangostanus L.</i>	36.19±0.00
<i>Lespedeza cuneata G. Don</i>	90.15±0.36
<i>Artemisia scoparia Waldst. et Kitamura</i>	77.65±1.80
<i>Morus alba L.</i>	37.65±0.36
<i>Torilisjaponica (HOUTT.) DC.</i>	ND ²⁾
<i>Cornuskousa F. Buergerex Miquel</i>	38.69±0.00
<i>Equisetum hyemale L.</i>	7.65±3.08
<i>Cyrtomium fortunei</i>	50.35±0.36
<i>Alliumcepa L.</i>	50.98±3.15
<i>Cucumis sativus L.</i>	42.02±0.36
<i>Valeriana fauriei Briq.</i>	6.40±0.36
<i>Plantago asiatica L.</i>	55.56±2.25
<i>Taxillusadoriki (SieboldexMaxim.) Danser</i>	57.02±22.59
<i>Glycine max (L.) Merr.</i>	ND
Medicinal plants	
<i>Curcuma longa L.</i>	14.31±0.00
<i>Chaenomeles sinensis</i>	ND
<i>Belamcanda chinensis (L.) DC.</i>	12.02±1.44
<i>Saururus chinensis (Lour.) Baill</i>	23.90±0.36
<i>Morusalba Linne</i>	6.19±3.25
<i>Acorus gramineus Soland</i>	ND
<i>Pinus densiflora</i>	ND
<i>Artemisiae Asiaticae Herba</i>	44.52±3.44
<i>Houttuyniacordata</i>	1.40±1.80
<i>Leonurus japonicus Houtt.</i>	20.35±0.36
<i>Bambusoideae</i>	55.56±1.65
<i>Plantago asiatica</i>	48.06±2.17
<i>Gardenia Jasminoides</i>	26.19±0.62
<i>Taraxacum platycarpum Dahlst</i>	13.69±0.00

¹⁾Values are expressed as Mean±SD²⁾Not detected

으로 나왔는데 이 값은 흑두와 비슷한 서리태의 폴리페놀 함량을 측정된 Joo 등의 연구(21)에서 보고된 304.28 mg/100 g의 값과 다른 것으로 나타났다. 이러한 차이는 흑두와 서리태, 종간의 차이에 기인한 것으로 추측되며, 추출용매의 차이로 보이는데 본 실험에서는 추출 과정에 MeOH을 이용한 반면 Joo 등의 연구(21)에서는 증류수를 사용함으로써 인체 초래된 것으로 사료된다. 쥐오줌풀의 경우, 플라보노이드의 값은 6.40 mg/g extract로 낮고 폴리

페놀의 함량은 169.35 mg/g extract로 높았는데, 이는 폴리페놀이 플라보노이드를 포함하는 큰 범주이기 때문에 해당 시료 안에 비플라보노이드계 폴리페놀이 높기 때문인 것으로 사료된다.

반면, 자생식물 중 플라보노이드 함량이 높게 나타난 관중(58.69 mg/g extract), 보리(58.69 mg/g extract), 참나무겨우살이(57.02 mg/g extract), 질경이(55.56 mg/g extract) 등은 높은 플라보노이드 함량에 반해 폴리페놀 함량은 중간정도로 나타났으며, 생약시료 중

Table 3. DPPH radical scavenging activity of Korean natural and medicinal plant extracts

Scientific name	Radical scavenging activity (%) (100 mg/100 mL)
Natural plants	
<i>Polygonatum humile</i>	16.16±0.10 ¹⁾
<i>Diospyros kaki Thunb</i>	72.87±0.53
<i>Spirodela polyrhiza (L.) Sch</i>	17.85±2.54
<i>Liriope spicata (Thunb.) Lour.</i>	38.61±0.74
<i>Osmunda japonica</i>	67.29±0.64
<i>Caragana sinica</i>	23.94±7.49
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	79.50±0.53
<i>Avena sativa L.</i>	26.34±1.94
<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>	14.06±0.53
<i>Firmianasimplex (L.) W.F. Wight</i>	27.56±0.53
<i>Hordeum vulgare</i>	14.92±0.64
<i>Allium tuberosum Rottler ex Spreng.</i>	35.24±0.43
<i>Amaranthus mangostanus L.</i>	11.72±0.11
<i>Lespedeza cuneata G Don</i>	75.69±0.49
<i>Artemisia scoparia Waldst. et Kitamura</i>	44.69±0.11
<i>Morus alba L.</i>	10.95±0.59
<i>Torilisjaponica (HOUTT.) DC.</i>	25.84±11.46
<i>Cornuskousa F. Buergerex Miquel</i>	38.92±1.01
<i>Equisetum hyemale L.</i>	16.78±0.64
<i>Cyrtomium fortunei</i>	76.46±0.76
<i>Alliumcepa L.</i>	15.35±0.59
<i>Cucumis sativus L.</i>	3.74±0.59
<i>Valeriana fauriei Briq.</i>	17.69±0.66
<i>Plantago asiatica L.</i>	57.40±0.11
<i>Taxillusadoriki (SieboldexMaxim.) Danser</i>	9.97±0.00
<i>Glycine max (L.) Merr.</i>	ND ²⁾
Medicinal plants	
<i>Curcuma longa L.</i>	12.53±1.38
<i>Chaenomeles sinensis</i>	ND
<i>Belamcanda chinensis (L.) DC.</i>	10.59±0.10
<i>Saururus chinensis (Lour.) Baill</i>	66.27±0.83
<i>Morusalba Linne</i>	16.72±0.00
<i>Acorus gramineus Soland</i>	8.42±1.74
<i>Pinus densiflora</i>	6.31±0.39
<i>Artemisiae Asiaticae Herba</i>	66.22±0.59
<i>Houttuyniacordata</i>	15.52±0.60
<i>Leonurus japonicus Houtt.</i>	29.56±0.59
<i>Bambusoideae</i>	30.86±1.12
<i>Plantago asiatica</i>	29.17±0.10
<i>Gardenia Jasminoides</i>	23.48±1.17
<i>Taraxacum platycarpum Dahlst</i>	49.21±2.15

¹⁾Values are expressed as Mean±SD²⁾Not detected

포공영, 익모초는 각각 193.82, 191.62 mg/g extract로 높은 폴리페놀 함량을 나타냈으나 플라보노이드 함량은 13.96, 20.35 mg/g extract로 중간정도로 나타났다. 이러한 결과는 각 시료에 대한 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 항상 큰 값을 가지기는 하지만 폴리페놀 함량이 높을 때 플라보노이드 함량이 반드시 높은 값을 가지는 것은 아니며 반대로 플라보노이드 함량이 높을

때 폴리페놀 함량이 반드시 높은 값을 가지는 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 약용식물의 플라보노이드 함량은 전반적으로 낮게 나왔으며 이 중 모과, 석창포, 송화에서는 검출되지 않았다. 약용식물 중 플라보노이드 함량이 높은 것은 죽엽(55.56 mg/g extract)과 차전자(48.06 mg/g extract)였다.

본 연구대상 분석시료들의 전반적인 폴리페놀, 플라보노이드 함량에 대한 경향을 살펴보면, 폴리페놀의 경우 약용식물이 자생식물에 비해 상대적으로 높은 값을 나타냈고 플라보노이드의 경우에는 자생식물이 약용식물에 비해 상대적으로 높은 값을 나타냈다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 불안정한 유리기에 환원기능을 가진 proton ion을 제공하여 안정화 되도록 유도하는 기능으로 생체 내에서 발생하는 불안정하고 유해한 유리기를 안정화시키는 역할을 한다. 따라서 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(22-24).

본 연구대상 시료에 대한 DPPH 소거능을 측정된 결과를 Table 3에 제시하였다. 자생식물 중 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능 값을 나타낸 것은 관중으로 79.50%를 나타냈으며, 그 다음으로 쇠고비(76.46%), 비수리(75.69%), 감나무(72.87%), 고비(67.29%) 순으로 높게 나타났다. 자생식물 중 참나무 겨우살이, 뽕나무, 비름, 근대, 보리가 각각 10.95, 11.72, 14.06, 14.92, 9.97%로 낮은 값을 나타냈으며, 자생식물 중 오이(3.74%)가 가장 낮은 수치를 나타냈다. 흑두의 DPPH 라디칼 소거능은 선행연구에서 59.1%로 보고되었지만(21), 본 연구에서는 폴리페놀과 플라보노이드에서와 마찬가지로 측정되지 않았다. 이러한 차이는 추출과정, 종간의 차이 때문인 것으로 사료된다.

생약식물에서 삼백초가 66.27%, 애엽이 66.22%로 DPPH 라디칼 소거능이 가장 높게 나타났다. 삼백초와 애엽을 제외한 12종류의 생약식물에 대한 DPPH 라디칼 소거능은 모두 50% 미만인 것으로 조사되었다. 모과에서는 DPPH 라디칼 소거능이 없는 것으로 나타났는데, 이는 선행연구에서 모과 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 6.8%로 낮게 보고된 것과 일치하는 결과이다. 강황의 경우, Kim 등(25)의 연구에 따르면 10g의 강황을 ethanol 100 mL로 추출하였을 때 DPPH 라디칼 소거능이 43.98%로 보고되었으나 본 연구에서는 12.53%로 선행연구보다 낮게 나타났는데, 이러한 차이는 부분적으로 추출용매의 차이에 기인하는 것으로 사료된다.

DPPH 라디칼 소거능과 폴리페놀 및 플라보노이드와의 상관관계

시료 중의 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능의 상관관계를 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 또한 양의 상관관계를 나타낸 DPPH 라디칼 소거능과 플라보노이드 함량의 산포도를 Fig. 1에 나타내었다. 그 결과, DPPH 라디칼 소거능과 플라보노이드 함량의 관계에서만 양의 상관관계를 나타내었고($p < 0.05$), DPPH 라디칼 소거능과 폴리페놀함량 그리고 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량간에는 상관관계가 나타나지 않았다. 각 시료별로 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량과 DPPH 소거능과의 관계를 비교 관찰한 결과, 비수리의 경우에만 폴리페놀과 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능이 모두 높은 편에 해당되었다. 그러나 기타 다른 시료들에서는 폴리페놀, 플라보노이드와 DPPH 소거능이 일관되게 비례하는 경향성이 뚜렷하

Table 4. Correlationship of DPPH radical scavenging activity, total polyphenol and total flavonoids of Korean natural and medicinal plant extracts

		Total polyphenols	Total flavonoids
DPPH radical scavenging	Pearson's correlation	.243	.375
	<i>p</i> -value	.147	.020*
Total polyphenols	Pearson's correlation		.184
	<i>p</i> -value		.275

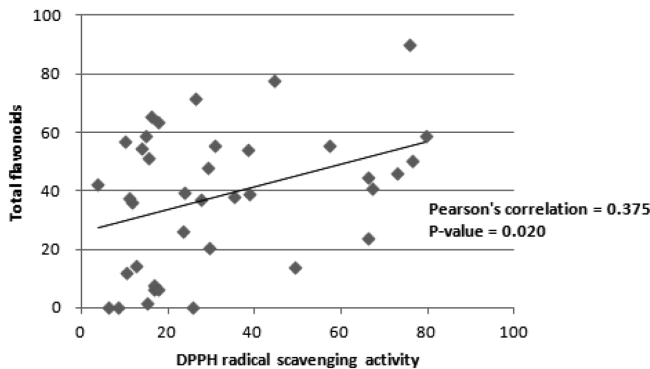


Fig. 1. Correlationship of DPPH radical scavenging activity and total flavonoids of Korean natural and medicinal plant extracts.

게 나타나지 않았다. 예를 들어, 감나무와 관중의 폴리페놀 함량(감나무 112.98 mg/g extract, 관중 121.46 mg/g extract)과 플라보노이드 함량(감나무 46.10 mg/g extract, 관중 58.69 mg/g extract)은 높은 편은 아니었으나, DPPH 라디칼 소거능은 각각 72.87%와 79.50%로 높게 나타났다. 반면, 양파의 경우 폴리페놀 함량(187.67 mg/g extract)은 높음에 반해 DPPH 라디칼 소거능은 15.35%로 낮았고, 보리의 경우 역시 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 각각 183.33 mg/g extract과 58.69 mg/g extract로 높은 것에 비해 DPPH 라디칼 소거능은 14.92%로 낮은 것으로 나타났다. 상기의 결과에서와 같이 시료들 간에 폴리페놀, 플라보노이드와 DPPH 라디칼 소거능과 같은 항산화능에 대해 일관된 상관관계를 찾기 어려운 것으로 나타났는데, 이는 Shon 등(26)의 보고와 일치되는 결과이다. 이러한 결과로부터 일반적으로 총 폴리페놀의 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있지만, 폴리페놀 화합물 종류에 따라 DPPH 라디칼 소거능의 차이가 있을 것으로 폴리페놀 화합물 중 특정 성분에 기인하는 것으로 해석되고 있다(26).

요 약

본 연구에서는 전통적으로 약으로써 이용되었거나 민간요법으로 사용되던 식물을 문헌고찰을 통해 40여종(자생식물 26종과 생약식물 14종)을 선별하여, 폴리페놀과 플라보노이드 함량 측정 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다.

자생식물인 비수리의 폴리페놀(228.90 mg/g extract)과 플라보노이드 함량(90.15 mg/g extract)이 가장 높았으며, DPPH 라디칼 소거능(75.69%)이 모두 높게 나타났다. 감나무와 관중의 폴리페놀 함량(감나무 112.98 mg/g extract, 관중 121.46 mg/g extract)과 플라보노이드 함량(감나무 46.10 mg/g extract, 관중 58.69 mg/g extract)은 높은 편은 아니었으나, DPPH 라디칼 소거능은 각각

72.87%와 79.50%로 가장 높게 나타났다. 생약식물에서는 삼백초의 총 폴리페놀함량이 194.60 mg/g extract, 애엽이 203.93 mg/g extract로 폴리페놀 함량이 높았으며, DPPH 라디칼 소거능(삼백초 66.27%, 애엽 66.22%) 또한 높게 나타났다. 그러나 삼백초와 애엽을 제외한 12종류의 생약식물의 DPPH 라디칼 소거능이 50% 미만인 것으로 조사되었다.

최근에 다양한 자생식물과 약용식물의 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 기능성 탐색에 대한 연구가 많이 진행되고 있지만, 아직까지도 연구되지 않은 무수히 많은 식물 소재들이 많아서 지속적인 연구가 필요하다. 본 연구 결과, 그 동안 대중화 되어있지 않았던 식물 소재들의 기능성 소재로의 가능성이 새롭게 조명될 수 있을 것으로 사료되며 이와 관련된 의약품, 미용제품 및 건강보조식품 등의 개발에 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 본 연구에서 조사한 자생식물과 생약식물 중 총 폴리페놀함량과 플라보노이드 함량이 높고, DPPH 라디칼 소거능이 뛰어나게 나타난 몇몇 식물에 대한 심도 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 연구임(NRF-2011-0013949).

문 헌

1. Korean Environment Corporation. <http://keco.tistory.com/397>. Accessed Jan. 9, 2012.
2. Cho IS, Han YH, Lee GY, Park KY. Search for medicinal plants on improvable effect of intestinal microflora. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 15: 26-29 (2007)
3. Chung HY, Sung B, Jung KJ, Zou Y, Yu BP. The molecular inflammatory process in aging. Antioxid. Redox Sign. 8: 572-581 (2006)
4. Lee SH, Hong LJ, Park HG, Ju SS, Kim GT. Functional characteristics from the barley leaves and its antioxidant mixture. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 46: 333-337 (2003)
5. Christen Y. Oxidative stress and Alzheimer disease. Am. J. Clin. Nutr. 71: 621-629 (2000)
6. Nunomura A, Castellani R, Zhu X, Moreira P, Perry G, Smith M. Involvement of oxidative stress in Alzheimer disease. J. Neuro-pathol. Exp. Neur. 65: 631-641 (2006)
7. Van-Gaal L, Mertens I, De-Block C. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. Nature 444: 875-880 (2006)
8. Block G, Langseth L. Antioxidant vitamins and disease prevention. Food Technol. 48: 80-85 (1994)
9. Urquiaga I, Leighton F. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. Biol. Res. 33: 55-64 (2000)
10. Dai J, Mumper RJ. Plant phenolics: Extraction, analysis, and their antioxidant and anticancer properties. Molecules 15: 7313-7352 (2010)
11. Lu Y, Foo LY. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. Food Chem. 68: 81-85 (2000)
12. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1310-1315 (1999)
13. Hetog MGL, Hollman PCH, Van de Putte B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juice. J. Agr. Food Chem. 41: 1242-1246 (1993)
14. Tsao R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients 2: 1231-1246 (2010)
15. Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism, and structure-activity relationships. J. Nutr. Biochem. 13: 572-584 (2002)

16. Williams RJ, Spencer JP, Rice-Evans C. Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules? *Free Radic. Bio. Med.* 36: 838-849 (2004)
17. Sohn HY, Ryu HY, Jang YJ, Jang HS, Park YM, Kim SY. Evaluation of antimicrobial, antithrombin, and antioxidant activity of aerial part of *Saxifraga stolonifera*. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 36: 195-200 (2008)
18. Ryu MJ, Lee SY, Park Y, Yang YK. Antioxidative activities and antifungal effect against *Malassezia furfur* in the extracts from 6 spp. medicinal plants. *J. Korean Soc. Cosm.* 16: 120-128 (2010)
19. Kim JY, Lee JY, Lee WY, Yi Y, Lim Y. Anti-oxidant property and inhibition of melanin synthesis of eight plant extracts Korean *J. Microbiol. Biotechnol.* 38: 414-419 (2010)
20. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 233-240 (2005)
21. Joo EY, Park CS. Antioxidative and fibrinolytic activity of extracts from soybean and *cheonggukjang* (fermented soybeans) prepared from a black soybean cultivar. *Korean J. Food Preserv.* 17: 874-880 (2010)
22. Canadanovic-Brunet JM, Djilas SM, Cetkovic GS, Tumbas VT. Free-radical scavenging activity of wormwood(*Artemisia absinthium L.*) extracts. *J. Sci. Food Agr.* 85: 265-272 (2005)
23. Lee JH, Park AR, Choi DW, Kim JD, Kim JC, Ahn JH, Lee HY, Choe M, Choi KP, Shin IC, Park HJ. Analysis of chemical compositions and electron-donating ability of 4 Korean wild sannamuls. *Korean J. Medicinal Crop.* 19: 111-116 (2011)
24. Kim HK, Kwon YJ, Kim KH, Jeong YH. Changes of total polyphenol content and electron donating ability of *Aster glehni* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1022-1028 (2000)
25. Kim HJ, Lee JW, Kim YD. Antimicrobial activity and antioxidant effect of *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica*, and *Curcuma zedoaria*. *Korean J. Food Preserv.* 18: 219-225 (2011)
26. Shon HK, Lee YS, Park YH, Kim MJ, Lee KA. Physico-chemical properties of *gugija* (*Lycii fructus*) extracts. *Korean J. Food Cookery Sci.* 24: 905-911 (2008)