

약용식물 메탄올 추출물의 항산화 및 항당뇨 활성

이연리¹ · 윤나라²

¹대전보건대학교 식품영양과

²충북대학교 식품생명공학과

Anti-Oxidative and Anti-Diabetic Effects of Methanol Extracts from Medicinal Plants

Youn Ri Lee¹ and Nara Yoon²

¹Department of Food and Nutrition, Daejeon Health Sciences College

²Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

ABSTRACT The purpose of this study was to measure total phenolic compounds as a measure of antioxidant activity as well as α -amylase inhibitory and α -glucosidase inhibitory activities as a measure of anti-diabetic efficacy in methanol extracts from 23 kinds of medicinal plants. Extracts of three medicinal plant species showing high total polyphenol contents were selected (*Euonymus alatus* stem, *Taxus cuspidata* fruit, and *Eucommia ulmoides* leaf). Extracts of six medicinal plant species showing over 60% DPPH radical scavenging activity were also selected [*Eucommia ulmoides* barks (80.10%), *Lycium chinense* roots (64.25%), *Euonymus alatus* stem (73.59%), *Lespedeza cuneata* (78.20%), *Taxus cuspidata* fruits (70.52%), and *Tilia taquetii* leaf and stem (67.81%)]. Regarding α -glucosidase and α -amylase inhibitory activities acarbose showing approximately 80% inhibitory activity was selected as a control group, and six species (*Eucommia ulmoides* heartwood, *Eucommia ulmoides* bark, *Euonymus alatus* stem, *Dioscorea batatas*, *Coix lachryma-jobi*, and *Phaseolus radiatus*) showed greater than 80% α -glucosidase inhibitory activity. Extracts of nine medicinal plant species showing over 80% α -amylase inhibitory activity (*Pueraria thunbergiana* root, *Eucommia ulmoides* bark, *Eucommia ulmoides* leaf, *Lycium chinense* fruits, *Euonymus alatus* leaf and stem, *Euonymus alatus* stem, *Sasa borealis* whole, *Dioscorea batatas* leaf and stem, and *Tilia taquetii* leaf and stem). Based on these results, medicinal plants showing high antioxidant and antidiabetic activities can be used as fundamental products in developing new medicines, as well as functional foods to prevent adult disease.

Key words: total phenolic compounds, DPPH radical scavenging activity, α -glucosidase inhibition activity, α -amylase inhibition activity

서 론

당뇨병은 우리나라의 5대 사망원인 중 하나로 비만과 운동부족의 증가로 인해 전 세계적으로 유병률이 증가하고 있다. 우리나라에서도 2003년 전 인구의 5.9%에 불과했던 당뇨병 유병률이 2030년 10.85%로 급격히 증가할 것으로 예상된다(1).

당뇨병은 췌장 베타세포의 인슐린 분비량이 부족하거나 결핍되어 발생하는 대사성 질환으로 열량원의 대사를 변형시키며, 이러한 대사이상은 고혈압, 고지혈증, 비만 및 동맥경화성 혈관 장애를 일으킨다(2,3). 이러한 증상 외에도 망막증, 신증, 신경장애, 감염증 등이 당뇨 합병증으로 나타날 수 있다. 면역체계에도 영향을 주게 되어 세포매개성 면역에

더 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(4).

당뇨병을 근원적으로 치료할 수 있는 치료법은 아직 개발되어 있지 않는 실정이며, 혈당이 정상적인 수준으로 유지되도록 하는 것이 최선의 치료법으로 알려져 있다(5). 당뇨병의 개선을 위한 방안으로는 식이요법, 운동요법을 기본으로(6), 경구 혈당 강하제와 인슐린이 주로 사용되고 있는데(7), 임상에서 사용되고 있는 경구 혈당 강하제로는 sulfonylurea 제제 및 biguanide 제제가 있다. 그러나 이 약제들은 저혈당의 위험이 높고 체중증가, 오심, 구토, 소화불량 등의 소화기 장애와 같은 부작용을 발생시킬 수 있음이 보고되었다(8).

따라서 최근 천연물 의약품 및 기능성식품에 관한 시장이 확대됨에 따라 천연소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(9). 기능성 소재물질에 관한 탐색 연구는 주로 민간요법이나 한방에서 이미 효능이 검증된 소재를 활용하고 있으며, 식이가 가능하고 부작용이 적은 천연물을 대상으로 다양한 형태의 건강기능성 식품과 의약품들이 개발되는 추세이다(10). 천연 항산화제의 대부분은 식물 기원의 페놀성 항산화

Received 8 January 2015; Accepted 1 April 2015

Corresponding author: Youn Ri Lee, Department of Food and Nutrition, Daejeon Health Sciences College, Daejeon 300-711, Korea
E-mail: leeyounri@hit.ac.kr, Phone: +82-42-670-9246

성 화합물로 나무, 줄기, 잎, 열매, 뿌리, 꽃, 씨앗 등의 모든 부분에 존재하며, 이들 성분은 유리 라디칼의 생성을 지연시키거나 활성을 저해하는 항산화물질로 작용한다(11,12).

이에 본 연구는 약용식물 23종을 선정하여 총 폴리페놀 함량을 측정 후 DPPH 라디칼 소거능을 측정하고 항당뇨 활성으로는 α -amylase 저해 활성, α -glucosidase 저해 활성을 검정하여 혈당강하 활성을 나타낼 수 있는 약용식물을 선발하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

23종의 소재들은 한국식물추출은행(Daejeon, Korea)에 분양받아 시료로 사용하였다. 칩(꽃/뿌리), 겨우살이(잎/줄기/잎과 줄기), 두충(줄기삼재/줄기수피/잎), 구기자나무(열매/잎과 줄기/뿌리), 화살나무(줄기와 잎/줄기), 조릿대(지상부/잎) 삼백초, 마, 비수리, 주목열매, 울무, 녹두, 둥글레, 뽕잎나무(잎줄기)를 부위별로 선정하였다(Table 1).

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(13)의 방법에 따라 측정하였다. 메탄올 추출물 100 μ L에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μ L를 첨가하여 실온에서 30분간 방치 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 5, 10, 25 및 50배로 희석하여 사용하였으며, 검량선 작성 후 총 폴리페

Table 1. Medicinal plants and herbs used for experiments

Korean names	Scientific names	Used part
칩	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Flower Root
겨우살이	<i>Viscum album var. coloratum</i>	Leaf Stem Leaf, stem
두충	<i>Eucommia ulmoides</i>	Stem (heart wood) Stem (bark) Leaf
구기자나무	<i>Lycium chinense</i>	Fruit Leaf, stem Root
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>	Leaf, stem Stem
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	Whole Leaf
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	Whole
마	<i>Dioscorea batatas</i>	Whole
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	Whole
주목	<i>Taxus cuspidata</i>	Fruit
울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>	Whole
녹두	<i>Phaseolus radiatus</i>	Whole
둥글레	<i>Polygonatum odoratum</i>	Root
뽕잎나무	<i>Tilia taquetii</i>	Leaf, stem

놀 함량은 시료 1 g 중의 mg gallic acid로 나타내었다.

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Hwang 등(14)의 방법을 변형하여 측정하였다. 메탄올 추출물 0.2 mL에 0.2 mM DPPH (Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL를 가하여 실온에서 60 분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

α -Glucosidase 저해 활성 측정

α -Glucosidase 저해 활성은 Tibbot과 Skadsen(15)의 방법에 따라 측정하였다. α -Glucosidase(0.35 U/mL)와 p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside(1.5 mM, PNPG)는 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였으며, 각각의 추출물 50 μ L를 0.35 unit/mL α -glucosidase 효소액 100 μ L와 혼합하여 37°C에서 10분간 전배양한 후 1.5 mM PNPG 50 μ L를 가하여 37°C에서 20분간 반응시켰다. 1 M Na_2CO_3 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후 ELISA (UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하고 저해율(%)을 계산하였으며, 양성대조군으로 acarbose(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하였다.

α -Amylase 저해 활성

α -Amylase 저해 활성은 Stirpe과 Corte(16)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 125 μ L에 12 unit/mL pan-creatin 기원의 α -amylase 효소액 62.5 μ L, 200 mM potassium phosphate buffer(pH 6.8) 62.5 μ L와 혼합하여 37°C에서 10분간 전배양한 후 1% starch를 125 μ L 가하여 37°C에서 5분간 반응시켰다. 반응액에 48 mM 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS, 30% sodium potassium tartrate in 0.5 M NaOH) 발색시약 125 μ L를 넣고 100°C에서 15분간 끓여 발색을 시킨 후 충분히 냉각시키고, 이 반응액에 3배량의 증류수를 가한 후 ELISA(UV-1650PC, Shimadzu)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하고 저해율을 계산하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균 \pm 표준오차로 나타내었고, 각 농도의 평균치의 통계적 유의성을 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다. 항산화 및 항당뇨 활성 간의 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

결과 및 고찰

약용식물의 총 폴리페놀 함량

식물의 2차 대사산물로서 하나 이상의 수산기가 치환된 벤젠환을 가지고 있는 phenolic acid, flavonoid, antho-

cyanin, condensed tannin과 같은 다양한 구조의 화합물을 폴리페놀 화합물이라고 하며(17,18), 이러한 페놀성 분자들은 체내에서 항산화, 항비만 및 항염증 등과 같은 생리활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(19,20). 특히 페놀성 화합물에 존재하는 hydroxyl group은 ROS를 제거하는 역할과 동시에 ROS의 생성에 기여하는 금속이온을 흡착하는 특별한 구조를 가지기 때문에 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있다(21,22).

약용식물 23종의 총 폴리페놀 함량은 Table 2와 같다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준용액으로 하여 작성한 검정곡선으로부터 약용 추출물의 폴리페놀 함량을 분석한 결과 1.50~15.25 mg gallic acid equivalent(GAE)/g의 함량 범위로 나타났다. 10~15 mg GAE/g 함량 범위로는 두충잎, 화살나무 줄기, 마, 비수리, 주목열매, 뽕잎나무 잎 줄기 부위로 나타났다. Shin 등(23)은 한약재 열수 추출물의 총 폴리페놀 함량 측정 결과 황금 추출액(2.25 mg GAE/mL)과 금은화 추출액(2.21 mg GAE/mL)이 가장 높은 함량을 보였으며, 의이인 추출액(0.01 mg GAE/mL), 백복령 추출액(0.01 mg GAE/mL), 길경 추출액(0.02 mg GAE/mL), 총백 추출액(0.02 mg GAE/mL)이 낮은 함량의 연구 결과를 나타냈다.

약용식물류를 이용한 항산화 물질의 검정 결과 시료 중의 총 폴리페놀 함량이 약용식물의 종류에 따라 매우 상이한 것으로 나타났다. 본 연구에서 총 폴리페놀 함량이 높은 약용식물 부위로는 화살나무 줄기, 마, 주목열매, 뽕잎나무 잎

줄기로 기능성 소재로서의 이용 가능성이 높을 것으로 예상된다.

약용식물의 DPPH radical 소거능 측정

특유의 자색을 나타내는 DPPH는 분자 내에 free radical을 가지고 있어 항산화 작용을 나타내는 ascorbate, tocopherol, BHA, Maillard형 갈변생성물질 등에 의해 환원되어 탈색이 되는 특성을 가지고 있다(17). DPPH 라디칼 소거법은 DPPH의 짙은 자색이 탈색되는 정도에 따라 그 물질의 항산화능을 나타내는 방법으로 일반적으로 많이 사용되고 있다(24).

Ascorbic acid를 양성 대조군으로 하여 23종 약용식물 메탄올 추출물(4 mg/mL)의 DPPH radical 소거능에 대한 결과는 Table 3과 같다. 60% 이상의 DPPH 라디칼 소거능을 보인 약용식물로는 두충 줄기수피(80.10%), 구기자나무 뿌리(64.25%), 화살나무 줄기(73.59%), 비수리(78.20%), 주목열매(70.52%), 뽕잎나무 잎줄기(67.81%) 부위로 나타났다.

Nam과 Kang(25)은 130여종의 식물성 한약재 열수 추출물의 항산화 활성을 검증한 결과 25종이 대조군에 비해 80% 이상의 전자공여능을 나타내었으며 항변이원성 효과를 동시에 가지는 한약재도 12종이라고 보고하였다. Jung 등(26)은 한약재의 식물체가 그 사용 부위에 따라 전자공여능의 차이를 나타내기도 한다고 보고하였다. Kang 등(27)의 보고에 의하면 전자공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및

Table 2. Total phenolic contents of the methanol extracts from medicinal plants

Korean names	Scientific names	Used part	Total polyphenol (mg GAE ¹⁾ /extract (g)
쑥	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Flower	6.05±0.05 ^{h2)3)}
겨우살이	<i>Viscum album var. coloratum</i>	Root	5.59±0.01 ⁱ
		Leaf	5.35±0.03 ^j
		Stem	5.32±0.03 ^j
		Leaf, stem	5.10±0.06 ^k
두충	<i>Eucommia ulmoides</i>	Stem (heart wood)	4.02±0.01 ^o
		Stem (bark)	3.57±0.03 ^q
		Leaf	14.24±0.08 ^b
구기자나무	<i>Lycium chinense</i>	Fruit	3.25±0.02 ^s
		Leaf, stem	7.51±0.02 ^g
		Root	7.83±0.03 ^f
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>	Leaf, stem	4.92±0.03 ^l
		Stem	15.12±0.03 ^a
		Whole	4.68±0.09 ^m
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	Leaf	3.72±0.01 ^p
		Whole	3.19±0.02 ^s
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	Whole	13.47±0.02 ^d
마	<i>Dioscorea batatas</i>	Whole	13.69±0.06 ^c
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	Whole	15.25±0.08 ^a
주목	<i>Taxus cuspidata</i>	Fruit	3.45±0.01 ^r
울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>	Whole	4.31±0.02 ⁿ
녹두	<i>Phaseolus radiatus</i>	Whole	1.50±0.08 ^t
둥글레	<i>Polygonatum odoratum</i>	Root	12.50±0.12 ^e
뽕잎나무	<i>Tilia taquetii</i>	Leaf, stem	

¹⁾GAE gallic acid equivalents. ²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different superscripts (a-t) in a column indicate significant differences at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. DPPH radical scavenging activity of medicinal plant methanol extracts

Korean names	Scientific names	Used part	DPPH radical scavenging activity (%)
쑥	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Flower	13.73±0.78 ¹⁾²⁾
겨우살이	<i>Viscum album</i>	Root	35.60±0.34 ^l
		Leaf	24.48±0.49 ^l
		Stem	20.49±0.00 ^m
두충	<i>Eucommia ulmoides</i>	Leaf, stem	20.07±0.06 ^m
		Stem (heart wood)	27.61±0.82 ^k
		Stem (bark)	80.10±0.10 ^a
구기자나무	<i>Lycium chinense</i>	Leaf	10.95±0.88 ^q
		Fruit	15.65±0.10 ^o
		Leaf, stem	39.42±0.10 ^h
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>	Root	64.25±0.40 ^f
		Leaf, stem	38.59±0.48 ^l
		Stem	73.59±0.17 ^c
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	Whole	1.76±0.60 ^s
		Leaf	14.26±0.49 ^p
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	Whole	16.16±0.28 ^o
마	<i>Dioscorea batatas</i>	Whole	45.80±0.55 ^g
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	Whole	78.20±0.15 ^b
주목	<i>Taxus cuspidata</i>	Fruit	70.52±0.15 ^d
울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>	Whole	15.58±0.20 ^o
녹두	<i>Phaseolus radiatus</i>	Whole	18.55±0.26 ⁿ
등글레	<i>Polygonatum odoratum</i>	Root	8.69±0.25 ^f
뽕잎나무	<i>Tilia taquetii</i>	Leaf, stem	67.81±0.06 ^e

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Different superscripts (a-s) in a column indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

기타 phenol성 물질에 대한 항산화 작용의 지표라고 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높다고 하였다. 본 연구에서도 약용식물 추출물들의 폴리페놀 함량의 결과와 일치하는 경향으로 DPPH 라디칼 소거능을 가지는 것을 확인하였다.

약용식물의 α -glucosidase 및 α -amylase 저해 활성 측정

당뇨병 환자의 경우 급격히 상승하는 과도한 혈당 및 고혈당증이 지속됨에 따라 발생하는 활성산소(reactive oxygen species; ROS)들로 인해 당뇨병의 복합증세인 신경장애, 신장해, 그리고 망막증 등과 같은 질병이 발생하게 된다(28). 따라서 효율적인 당뇨병의 관리를 위해서는 α -glucosidase 및 α -amylase 저해 활성과 활성산소를 제거할 수 있는 항산화 활성을 갖는 소재가 필요하다.

α -Glucosidase 저해제는 소장점막의 미세융모막에 존재하는 이당류의 분해효소를 가역적으로 억제하여 탄수화물의 흡수를 지연시키는 역할을 하며, 소장 전체에 포도당이 흡수되어 식후 혈당 상승을 완만하게 한다(29).

본 연구에서는 약용식물 23종을 대상으로 α -glucosidase 저해 활성을 측정하여 향후 혈당상승 억제제로 활용될 수 있는 소재를 선별 및 탐색하였다. 실험 결과(Table 4) 대조구인 acarbose는 80% 정도의 α -glucosidase 저해 활성을 나타냈으며, 이에 약용식물 23종을 대상으로 제조한 메탄올 추출물(5 mg/mL)의 소재도 역시 80% 이상의 α -glucosidase 저해 활성을 나타내는 소재들로 선별하게 되었다. 약

용식물 메탄올 추출물에서 두충 줄기심재, 두충 줄기수피, 화살나무 줄기, 마, 울무, 녹두 6종이 80% 이상의 우수한 α -glucosidase 저해 활성을 나타내었다. 두충은 astragalín, isoquercitrin, quercetin 3-O- β -D-xylopyranosyl(1-2)- β -D-glucopyranoside 3종의 flavonoid 화합물을 가지고 있으며, lignan과 iridoid 등의 생리활성물질을 지니는 것으로 보고되고 있다(30).

α -Amylase는 탄수화물의 α -D-(1,4)-glucan 결합을 분해하는 효소이고, α -glucosidase 소장 상피세포의 brush-border membrane에 존재하는 효소로 소장에서 음식물 중의 전분을 포도당과 같은 단당으로 분해하여 흡수시킨다(31). 따라서 소장의 α -amylase와 α -glucosidase를 저해함으로써 포도당의 흡수를 지연시킬 수 있어 α -amylase와 α -glucosidase의 저해 활성은 혈당수치 상승 억제제의 지표로 사용된다(31,32).

23종의 메탄올 추출물 5 mg/mL의 농도로 대조구인 acarbose의 저해 활성과 같은 α -amylase를 80% 이상 저해한 약용식물로는 쑥뿌리, 두충 줄기수피, 두충잎, 구기자 열매, 화살나무 잎줄기, 화살나무 줄기, 조릿대 지상부, 마, 뽕잎나무 잎줄기 부위 추출물 9종이 선별되었다(Table 4). 특히 α -amylase 90% 이상 저해 활성을 나타내는 약용식물로는 두충잎 추출물, 뽕잎나무 잎줄기 추출물, 화살나무 줄기 추출물로 나타났다.

이와 같이 약용식물에는 탄수화물의 소화효소를 억제하는 성분들이 풍부하게 분포되어 α -glucosidase, α -amylase

Table 4. α -Glucosidase and α -amylase inhibition activity of medicinal plant methanol extracts

Korean names	Scientific names	Used part	α -Glucosidase inhibition activity (%)	α -Amylase inhibition activity (%)
쑥	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Flower	41.50±0.23 ^{1)m2)}	42.20±0.23 ^o
겨우살이	<i>Viscum album</i>	Root	61.84±0.16 ⁱ	83.02±0.36 ^f
		Leaf	2.49±0.09 ^p	3.49±0.28 ^f
		Stem	78.45±0.23 ^d	74.56±0.65 ^g
		Leaf, stem	58.28±0.09 ^j	57.63±0.65 ^k
두충	<i>Eucommia ulmoides</i>	Stem (heart wood)	82.13±0.28 ^c	72.07±0.36 ⁱ
		Stem (bark)	83.50±0.23 ^b	89.92±0.70 ^e
		Leaf	43.65±0.58 ^m	92.52±0.40 ^b
구기자나무	<i>Lycium chinense</i>	Fruit	77.43±0.33 ^e	87.97±0.73 ^d
		Leaf, stem	77.14±0.44 ^e	61.17±0.44 ^j
		Root	44.90±0.53 ^l	73.24±0.47 ^h
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>	Leaf, stem	73.70±0.47 ^g	84.63±0.43 ^e
		Stem	82.06±0.19 ^c	92.26±0.43 ^b
조릿대	<i>Sasa borealis</i>	Whole	74.72±0.55 ^f	82.65±0.43 ^f
		Leaf	57.88±0.38 ^j	6.84±0.28 ^q
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	Whole	40.94±0.30 ⁿ	40.94±0.30 ^p
마	<i>Dioscorea batatas</i>	Whole	88.71±0.51 ^a	89.91±0.76 ^c
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	Whole	48.45±0.32 ^k	48.45±0.32 ^m
주목	<i>Taxus cuspidata</i>	Fruit	57.88±0.23 ^j	51.76±0.73 ^l
울무	<i>Coix lachryma-jobi</i>	Whole	83.22±0.69 ^b	41.54±0.57 ^{op}
녹두	<i>Phaseolus radiatus</i>	Whole	83.67±0.29 ^b	57.15±0.57 ^k
둥글레	<i>Polygonatum odoratum</i>	Root	57.94±0.26 ⁱ	44.96±0.49 ⁿ
뽕잎나무	<i>Tilia taquetii</i>	Leaf, stem	62.78±0.51 ^h	96.66±0.37 ^a
	Acarbose (5 mg/mL)		80.28±0.02	80.88±0.02

¹⁾Values are mean±SE (n=3).

²⁾Different superscripts (a-r) in a column indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

효소 저해물질을 찾아낼 필요성이 있으며 본 실험 결과 활성이 우수했던 약용식물들은 추가적으로 세포실험 및 동물실험을 통해 항당뇨 관련 효능 검증을 실시하고 활성이 검증된 약용식물들은 향후 새로운 의약품개발 및 성인병 예방의 건강기능식품으로 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

상관관계

약용식물 메탄올 추출물의 항산화 활성 및 항당뇨 활성간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 총 폴리페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거능 및 α -amylase 저해 활성과 양의 상관관계를 보였으며, 상관계수는 각각 0.618과 0.334

Table 5. Correlation coefficients among total polyphenol contents, DPPH radical scavenging activity, α -glucosidase and α -amylase inhibition activity of medicinal plant methanol extracts

	DPPH radical scavenging activity	α -Glucosidase inhibition activity	α -Amylase inhibition activity
Total polyphenol content	0.618**	0.333	0.334**
DPPH radical scavenging activity		0.165	0.326**
α -Glucosidase inhibition activity			0.710**

** $P<0.01$.

로 나타났다($P<0.01$). DPPH 라디칼 소거 활성 역시 α -amylase 저해 활성과 양의 상관관계를 보였다(0.326, $P<0.01$). α -Glucosidase 저해 활성과 α -amylase 저해 활성은 0.710으로 높은 양의 상관관계를 나타내었다($P<0.01$).

요 약

약용식물 23종 메탄올 추출물의 폴리페놀 함량을 측정 후 항산화 활성을 측정하고, 항당뇨 활성으로는 α -amylase 저해 활성, α -glucosidase 저해 활성을 검정하여 혈당강하 활성을 나타낼 수 있는 약용식물을 선발하고자 한다. 약용식물의 폴리페놀 함량을 분석한 결과 1.50~15.25 mg GAE/g의 다양한 함량 범위로 나타났으며 가장 높은 함량은 주목열매(15.25 mg GAE/g), 화살나무줄기(15.12 mg GAE/g), 두충잎(14.24 mg GAE/g)으로 3종이 나타났다. 60% 이상 DPPH 라디칼 소거능을 본 약용식물로는 두충 줄기수피(80.10%), 구기자나무 뿌리(64.25%), 화살나무 줄기(73.59%), 비수리(78.20%), 주목열매(70.52%), 뽕잎나무 잎줄기(67.81%) 부위 추출물로 6종이 선발되었다. α -Glucosidase를 80% 이상 저해한 약용소재로는 두충 줄기심재, 두충 줄기수피, 화살나무 줄기, 마, 울무, 녹두 6종이 선발되었다. α -Amylase를 80% 이상 저해한 약용식물로는 쑥뿌리, 두충 줄기수피, 두충잎, 구기자 열매, 화살나무 잎줄기, 화살나무 줄기, 조릿대 지상부, 마, 뽕잎나무 잎줄기 추출물 등

9종이 선별되었다. 항산화 및 항당뇨 활성이 우수했던 약용 식물들은 향후 새로운 의약품 개발 및 성인병 예방의 건강기능식품으로 개발하는 데 있어 좋은 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 대전보건대학교 교내연구비 지원에 의한 논문으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Task Force Team for Basic Statistical Study of Korean Diabetes Mellitus of Korean Diabetes Association, Park IB, Kim J, Kim DJ, Chung CH, Oh JY, Park SW, Lee J, Choi KM, Min KW, Park JH, Son HS, Ahn CW, Kim H, Lee S, Lee IB, Choi I, Baik SH. 2013. Diabetes epidemics in Korea: Reappraise nationwide survey of diabetes "Diabetes in Korea 2007". *Diabetes Metab J* 37: 233-239.
- Ido W, Siegal S, Raphael C, Avraham K, Bella K. 2005. Diabetes mellitus and breast cancer. *Lancet Oncol* 6: 103-111.
- Torres N, Torre-Villalvazo I, Tovar AR. 2006. Regulation of lipid metabolism by soy protein and its implication in disease mediated by lipid disorders. *J Nutr Biochem* 17: 365-373.
- Zhao G, Kan J, Li Z, Chen Z. 2005. Structural features and immunological activity of a polysaccharide from *Dioscorea opposita* Thumb roots. *Carbohydr Polym* 61: 125-131.
- Park HR, Cho JS. 2007. Effects of natural medicinal multi-plant extract on blood glucose, insulin levels, and serum malondialdehyde concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 205-212.
- Koivisto VA. 1993. Insulin therapy on type II diabetes. *Diabetes Care* 16: 29-39.
- Lee HA, Sim HS, Choi KJ, Lee HB. 1998. Hypoglycemic action of red ginseng components (II): Investigation of effect of fat soluble fraction from red ginseng on enzymes related to glucose metabolism in cultured rat hepatocytes. *Korean J Ginseng Sci* 22: 51-59.
- Dillmann WH. 1980. Diabetes mellitus induced changes in cardiac myosin of the rat. *Diabetes* 29: 579-582.
- Katsube T, Tabata H, Ohta Y, Yamasaki Y, Anurad E, Shiwaku K, Yamane Y. 2004. Screening for antioxidant activity in edible plant products: Comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. *J Agric Food Chem* 52: 2391-2396.
- Wang Q, Kuang H, Su Y, Sun Y, Feng J, Guo R, Chan K. 2013. Naturally derived anti-inflammatory compounds from Chinese medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 146: 9-39.
- Pyo YH, Lee TC, Logendra L, Rogen RT. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. *Food Chem* 85: 19-26.
- Elzaawely AA, Xuan TD, Koyama H, Tawata S. 2007. Antioxidant activity and contents of essential oil and phenolic compounds in flowers and seeds of *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burtt. & R.M. Sm. *Food Chem* 104: 1648-1653.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
- Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 342-347.
- Tibbot BK, Skadsen RW. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α -glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30: 229-241.
- Stirpe F, Corte ED. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3863.
- Braca A, De Tommasi N, Di Bari L, Pizzi C, Politi M, Morelli I. 2001. Antioxidant principles from *Bauhinia terapotensis*. *J Nat Prod* 64: 892-895.
- Kim MJ, Park E. 2011. Feature analysis of different *in vitro* antioxidant capacity assays and their application to fruit and vegetable samples. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1053-1062.
- Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
- Kang MH, Cho CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
- Lee SY, Shin YJ, Park JH, Kim SM, Park CS. 2008. An analysis of the *Gyungokgo's* ingredients and a comparison study on anti-oxidation effects according to the kinds of extract. *Kor J Herbology* 23: 123-136.
- Kalt W, Hanneken A, Milbury P, Tremblay F. 2010. Recent research on polyphenolics in vision and eye health. *J Agric Food Chem* 58: 4001-4007.
- Shin YJ, Hwang JM, Lee SC. 2013. Antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activities of hot water extracts of medicinal herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1712-1716.
- Carmela L, Davide F. 2011. Silybin and the liver: From basic research to clinical practice. *World J Gastroenterol* 17: 2288-2301.
- Nam SH, Kang MY. 2000. Screening of antioxidative activity of hot-water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 141-147.
- Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 135-140.
- Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
- McDougall GJ, Stewart D. 2005. The inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *Biofactors* 23: 189-195.
- Kim HY, Lim SH, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Park DS, Kim KH, Kim S. 2011. Screening of α -amylase, α -glucosidase and lipase inhibitory activity with Gangwon-do wild plants extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 308-315.
- Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H, Niki R. 1997. Isolation and identification of α -glucosidase inhibitors from Tochu-chu (*Eucommia ulmoides*). *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 177-178.
- Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park E, Park HR, Lee SC. 2008. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 405-409.
- Oh S, Hong SS, Kim YH, Koh SC. 2008. Screening of biological activities in fern plants native to Jeju Island. *Korean J Plant Res* 21: 12-18.