

## 약용식물의 추출방법에 따른 항산화 및 항당뇨 활성

정현진\* · 이성규 · 이은주 · 박우동 · 김종부 · 김현정<sup>1</sup>  
(주)엔씨전자 바이오연구소, <sup>1</sup>계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터

### Antioxidant Activity and Anti-hyperglycemic Activity of Medicinal Herbal Extracts According to Extraction Methods

Hyun-Jin Jeong\*, Sung Gyu Lee, Eun-Ju Lee, Woo-dong Park, Jong-Boo Kim, and Hyun-Jeong Kim<sup>1</sup>

Bio Research Institute, NUC Electronics Co. Ltd.

<sup>1</sup>The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University

**Abstract** Korean traditional medicinal herbs have been reported to possess antioxidant and anti-hyperglycemic activities. We tested the antioxidant and anti-hyperglycemic activities of 6 kinds of medicinal herbs: *Angelica gigas* N., *Poria cocos*, *Mori radices* Cortex, *Mori folium*, *Aralia elata* Cortex, and *Panax ginseng*, prepared as hot water, ethanol, and sonication extracts. The antioxidant activities of the extracts were examined by performing total polyphenol, total flavonoid, and  $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl (DPPH) assays. For *M. folium*, the ethanol extract showed the strongest effects in DPPH radical scavenging activity among the three extraction methods. In addition, sonication extracts of *M. radices* Cortex and *M. folium* showed the highest inhibitory activities for  $\alpha$ -glucosidase among the different extracts. The ethanol extracts of *M. folium* had the highest inhibition effects against  $\alpha$ -amylase. A direct correlation between antioxidant and anti-hyperglycemic inhibition activity was found in the ethanol and sonication extracts. From the results, it is considered that these six medicinal herbal extracts have antioxidative, anti-hyperglycemic, and correlation effects based on different extraction methods.

**Key words:** medicinal plants, antioxidant, anti-hyperglycemic, hot water extracts, ethanol extracts, sonication extracts

## 서 론

최근 생활환경과 식생활 패턴의 변화로 현대인에게 만성 질환들이 증가하고 있으며, 종종 만성 질환들은 생체내의 산화적 스트레스에 의해 생성되는 활성산소에 의해 기인된다. 즉 활성산소들은 세포 구성성분과 강하게 반응하여 세포와 조직에 손상을 가하고 지속적인 손상은 DNA 변성, 지질 산화, 단백질 분해 등을 초래하게 된다(1-3). 인체 내에는 이러한 활성산소에 방어하는 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GPX), catalase (CAT), glutathione reductase, glutathione-S-transferase 등의 항산화 효소를 가지고 있지만 과도한 스트레스에 노출되어 있는 현대인에게는 인체 내의 항산화계의 역할만으로는 방어 체계가 초과되어 단백질 분해, DNA의 손상 등이 유발된다(4). 따라서 생체내 외에서의 항산화 물질들이 개발되고 있지만 합성 항산화제의 경우 체내 흡수물질의 독성화, 발암 가능성, 간 내의 microsomal enzyme 활성증가(5) 등의 문제점이 야기되면서 천연물로부터 안전한 식이성 항산화물질을 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편 활성산소에 의해 생성되는 여러 가지 질병들 중 당뇨병

의 유병율이 빠른 속도로 증가할 뿐만 아니라 유병 연령이 점차 낮아지고 있어 그 심각성이 대두되고 있다(6). 당뇨병은 인슐린 의존형인 제 1형과 인슐린 비의존형인 제 2형 당뇨병으로 분류되고, 우리나라의 경우 제 2형 당뇨병 환자가 대부분을 차지하는 것으로 추정된다(7). 당뇨병의 치료와 관련된 경구투여 약물들은 부작용들이 보고되고 있어(8,9), 최근에는 약용식물들에 대한 관심이 높아져 혈당을 낮추는 효과를 가지는 약용식물들에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(10). 특히 당뇨병과 항산화작용과는 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있어(11), 약용식물 추출물에 대한 항당뇨 및 항산화 연구들도 발표되고 있다(12,13).

이에 예로부터 전해 내려오는 문헌고찰로 항당뇨 효능이 있다고 알려져 당뇨치방전에 사용되고 있는 6종의 약용식물인 당귀, 백복령, 상엽, 상백피, 총목피, 홍삼의 항산화 및 항당뇨 활성을 비교 검토하고 이들의 상관관계를 알아보려고 하였다.

약용식물 중 당귀(*Angelica gigas* N.)는 미나리과에 속하는 다년생 초본으로 예부터 심한 기침, 불임증, 악창, 부스럼, 비중 및 냉병 등을 오장과 피를 보호하여 새살을 잘 돌아나오게 하는 작용을 한다고 알려진 약용으로 널리 사용되어 왔으며 면역능에 관한 연구, 항산화능, 항돌연변이성 등 국내외에서 연구가 이루어지고 있다(14,15). 그리고 백복령(*Poria cocos* Wolf)은 구멍쟁이 버섯과에 속하는 진균으로 예로부터 진정, 이뇨, 강장 등의 목적으로 사용되어 왔으며 항암활성, 항염증 활성 등이 보고되어 있는 약전 등재 중요 생약이다. 또한 백복령은 당뇨치방전의 목적으로 육미지황탕에 사용되는 약용식물로, 이 육미지황탕이 alloxan 또는 streptozotocin 등으로 유발된 당뇨 쥐에서 항당뇨 효능이 보

\*Corresponding author: Hyun-Jin Jeong, Bio Research Institute, NUC Electronics Co. Ltd., Daegu 702-503, Korea  
Tel: 82-53-665-5064  
Fax: 82-53-332-7018  
E-mail: clickjeong@nuc.kr  
Received March 5, 2010; revised June 11, 2010;  
accepted June 25, 2010

고된 바 있다(15,16). 특히 상엽(Mulberry leaves, *Mori folium*)은 뽕나무(*Morus alba* L.) 및 그 밖의 동속 식물(Moraceae)의 잎을 건조한 것으로, 뽕잎에는  $\alpha$ -glucosidase에 대해 저해활성을 갖는 1-deoxyojirimycin(DNJ) 및 그 밖에 여러 종류의 알칼로이드가 함유되어 있어 이들 성분에 의해 혈당강하 효과가 나타나는 것으로 밝혀졌다(17,18). 뽕나무(*Morus alba* L.)의 뿌리껍질인 상백피(*Mori radices Cortex*) Mulberry root-bark도 상엽과 함께 혈당강하 효과가 있는 것으로 보고되어지고 있다(18,19). 또한 총목피(*Aralia elata Cortex*)는 두릅나무의 근피로, 당뇨에 대한 효과, 항균효능, 간독성 완화, 항산화 등이 보고되어지고 있다(20). 그리고 홍삼(Ginseng steamed red, *Panax ginseng*)은 인삼을 증숙하여 익혀 말린 것을 말하며, 인삼(*Panax ginseng* C.A Meyer)은 식품분류학상 오가피과(Panax)의 인삼속에 속하는 다년생 속근초로서 인삼의 주된 기능성 성분은 진세노사이드(ginsenoside)라 불리는 인삼사포닌이다. 최근 진세노사이드 중 protopanaxadiol계 진세노사이드 Rb1의 장내 미생물 최종 대사체인 compound K(28-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxadiol)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있고 항암, 혈당강하 활성에 효능이 있는 것으로 보고되어지고 있다(21-23). 그러나 이들 약용식물의 항당뇨 활성과 항산화 작용과의 관련성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 6종의 약용식물의 추출방법을 달리하여 추출물을 각각 제조한 다음 항산화 및 항당뇨 효능을 확인하고, 특히 항산화능과 항당뇨 활성 간의 상관관계를 비교 검토하여 가장 효과적인 약용식물의 추출방법을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

문헌고찰을 토대로 약용식물(당귀(*A. gigas* N.), 백복령(*P. cocos*), 상백피(*M. radices Cortex*), 상엽(*M. folium*), 총목피(*A. elata Cortex*))은 경동시장에서 유통되는 건조된 형태의 국내산 한약규격품을 구입하였고, 홍삼(*P. ginseng*)은 고려인삼 6년근을 이용하여 만들어진 것으로 개성인삼농협에서 구입하여 사용하였다.

### 추출물의 제조, 수율 측정

추출물 제조는 6종의 약용식물을 각각 100 g을 10배의 용매를 가하여 추출하였다. 열수추출은 각각의 약용식물에 증류수를 가하여 약탕기(NUC Electronics Co., Daegu, Korea)를 이용하여 98°C에서 2시간 동안 추출하였으며 이를 2회 반복한 후 추출물을 획득하였다. 에탄올 추출은 80% 에탄올을 상온에서 24시간 침지추출을 2회 반복하여 추출하였고, 초음파추출은 각각의 약용식물에 증류수를 가한 후 초음파기(JAC Ultrasonic, Hwaseong, Korea)를 이용하여 실온에서 standing-wave(bath)형태로 초음파 에너지(40 kHz, 200W)를 적용시켜 9시간 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 3)로 여과한 후 회전진공농축기(Eyela, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 농축하였다. 각 농축물은 동결건조하여 분말화 시켰으며 이를 적당한 농도로 희석해서 실험에 사용하였다.

각 추출물들의 수율은 추출액을 동결 건조 시켜서 건물 중량을 구한 다음 추출액 조제에 사용한 원료 건물량에 대한 백분율로 계산하였다.

### 총 폴리페놀함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(24)을 응용하였다. 각 시료의 1 mg을 증류수 1 mL에 녹이고 10배 희석한 희석액 2 mL에 2

배 희석한 Folin 시약 2 mL을 첨가하고 잘 혼합한 후 3분간 방치한 후 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2 mL을 넣고 1시간 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer(UVIKON 922, Kontron Instruments, Milan, Italy)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 이 때 tannic acid를 이용한 표준곡선은 tannic acid의 최종농도가 0, 5, 25, 50, 75  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 가 되도록 하여 위와 같은 방법으로 700 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

시료의 총 플라보노이드 함량은 Nieva Moreno 등(25)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 샘플 0.1 mL와 80% 에탄올 0.9 mL을 혼합한 혼합물 0.5 mL에 10% aluminium nitrate와 1 M potassium acetate 0.1 mL 그리고 80% 에탄올 4.3 mL을 가하여 실온에 40분 방치한 뒤 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

### $\alpha$ , $\alpha$ -Diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성 측정

시료의 free radical 소거활성은 Singh와 Rajini(26)의 방법을 변형하여 free radical인 DPPH에 대한 환원력을 측정한 것으로 99% 메탄올에 각 시료를 녹여 농도별로 희석한 희석액 800  $\mu\text{L}$ 와 메탄올에 녹인 0.15 mM DPPH 용액 200  $\mu\text{L}$ 를 가하여 실온에 30분 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 유리라디칼 소거활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는데 필요한 시료의 농도인  $\text{RC}_{50}$  값으로 나타내었다. 이때 활성 비교를 위하여 BHA를 사용하였다.

### $\alpha$ -Glucosidase 저해활성

$\alpha$ -Glucosidase저해활성은 nitrophenol 분석법(27)을 응용하여 측정하였다. 0.2 U/mL  $\alpha$ -glucosidase효소액 50  $\mu\text{L}$ , 12 mM *p*-nitrophenyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside 100  $\mu\text{L}$ , sample 50  $\mu\text{L}$  및 0.1 M potassium phosphate buffer(pH6.8) 50  $\mu\text{L}$ 와 혼합하여 37°C에서 20분간 preincubation한 후 0.1 M NaOH 100  $\mu\text{L}$ 를 가하여 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성 비교를 위하여 acarbose를 사용하였다. 효소활성의 저해정도는 다음 식에 의하여 산출하였다.

$$\alpha\text{-Glucosidase 저해활성}(\%) = (1 - (\text{시료처리구의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})) \times 100$$

### $\alpha$ -Amylase 저해활성 측정

시료의  $\alpha$ -amylase 저해활성은 환원당 분석법(28)을 응용하여 효소원으로 사람의 타액 amylase를 사용하고 기질로서 0.5% starch를 이용하여 효소활성을 측정하였다. 즉, 효소액 50  $\mu\text{L}$ , 시료 50  $\mu\text{L}$ , 0.5% starch 100  $\mu\text{L}$ , potassium phosphate buffer(pH6.8) 50  $\mu\text{L}$ 와 혼합하여 37°C에서 20분간 preincubation한 후 48 mM DNS 발색시약(3,5-dinitrosalicylic acid and 30% sodium potassium tartarate in 0.5 M NaOH) 250  $\mu\text{L}$ 를 넣고 100°C에서 10분간 끓여 발색시킨 후 충분히 냉각시켰다. 이 반응액에 3배량의 물을 가하고 잘 교반 한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 활성 비교를 위하여 acarbose를 사용하였다. 효소활성의 저해정도는 다음 식에 의하여 산출하였다.

$$\alpha\text{-Amylase 저해활성}(\%) = (1 - (\text{시료처리구의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})) \times 100$$

**통계분석**

실험결과는 SPSS 12.0 program을 이용하여 평균치와 표준편차 (mean±SD)로 표시하였다. 각 실험군 간의 유의성 검정은  $p<0.05$ 에서 ANOVA(analysis of variance)분석과 Duncan's multiple range test를 행하였고, 항산화활성과 항당뇨활성과의 상호관련성은 Pearson's correlation을 시행하였다.

**결과 및 고찰**

**추출수율**

추출방법에 따른 6종의 약용 식물에 대한 추출수율은 Table 1과 같다. 추출수율은 당귀의 열수와 에탄올 추출물에서 각각 39.43%와 37.75%로 다른 시료에 비하여 월등히 높았고, 초음파 추출물에서는 홍삼이 35.30%로 가장 높은 수율을 보였다. 백복령과 상엽은 모든 추출물에서 10% 미만이었으며 특히 백복령은 열수, 에탄올 및 초음파추출물에서 각각 2.06%, 1.90% 및 1.60%로 가장 낮았다. 추출수율은 추출용매와 시료와의 비, 추출온도 및 시간 등 여러 조건에 따라 달라질 수 있는데(29), 추출수율을 위한 전처리나 추출 온도 및 시간의 영향 등이 추가로 조사되어야 할 것으로 사료된다.

**폴리페놀 및 플라보노이드 함량**

식물에 널리 분포되어 있는 폴리페놀계 물질들은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH)기를 가진 방향족 화합물들을 총칭한다(30). 주된 식물계 폴리페놀 물질인 플라보노이드는 항산화, 항암, 고혈압 억제, 충치예방, 항염증 등의 다양한 생리활성을 가지며, 여러 식물에 널리 분포되어 있어 천연항산화제로써 작용할 수 있다는 연구도 보고되고 있다(31). 따라서 본 연구에서는 당귀, 백복령, 상백피, 상엽, 총목피 및 홍삼의 열수, 에탄올, 초음파 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 함량을 tannic acid의 기준물질로 측정하여 비교하였다(Table 2). 그 결과, 총 폴리페놀

함량은 총목피의 열수 추출물이 74.92 mg/g, 상백피 에탄올 추출물이 115.15 mg/g, 상백피 초음파 추출물이 56.33 mg/g으로 추출용매에 따라 가장 높은 함량을 가졌다. 그리고 상백피, 상엽 및 총목피 추출물은 총 폴리페놀 함량이 40 mg/g 이상으로 함유되었고, 특히 상백피의 경우 에탄올 추출물에서 가장 높은 115.15 mg/g의 총 폴리페놀 함량을 보였고 열수 및 초음파 추출물에서도 높은 50 mg/g의 총 폴리페놀 함량을 보였다. 이러한 결과들은 동일한 시료라도 추출조건에 따라 총 폴리페놀 함량이 차이가 난다는 보고(32-34)들과 유사한 경향을 보였다. 또한 약용식물에 따른 추출방법으로 총 폴리페놀 함량 값을 비교해 본 결과 상백피에서는 에탄올 추출물이 열수와 초음파 추출물보다 유의적으로 높았고, 상엽은 열수 추출물이 초음파 추출물보다 유의적으로 높았다. 총목피에서는 총 폴리페놀 함량이 열수 추출물에서 유의적으로 가장 많았고, 당귀, 백복령 및 홍삼에서는 추출방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

플라보노이드 함량은 상엽의 에탄올 추출물에서 56.04 mg/g으로 가장 높게 측정되었고, 상엽의 열수 및 초음파 추출물에서도 각각 25.58와 20.11 mg/g로 높은 함량을 보였다(Table 2). 그리고 상엽은 다른 약용식물 추출물에 비해 열수 추출물에서도 플라보노이드 함량이 높음을 알 수 있었다. 따라서 시료에 따른 최적의 추출용매 및 방법을 사용하여 추출하는 것이 중요하다고 사료된다. 이들 약용식물은 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 많았으나 상엽 에탄올 추출물에서는 폴리페놀 함량과 플라보노이드의 함량이 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 당귀의 에탄올 및 초음파 추출물, 백복령의 초음파 추출물, 그리고 상백피의 에탄올 및 초음파 추출물에서는 총 페놀함량이 플라보노이드 보다 10 배 이상 많이 함유하는 것으로 나타났다.

**DPPH free radical의 소거활성**

항산화 활성 측정방법 중 DPPH 라디칼을 이용한 소거활성 측정은 stable radical인 DPPH를 소거하는 항산화물질 활성을 측정하는 것으로 DPPH는 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 색이 탈색되는 것을 이용하여 항산화물질을 검색하는데 이용되고 있다(35). 약용식물의 열수, 에탄올 및 초음파 추출물과 합성 항산화제인 BHA와의 항산화 효과를 DPPH 라디칼의 소거활성을  $RC_{50}$  값으로 나타내어 비교하였다(Table 3). 그 결과 총목피 열수, 에탄올, 초음파 추출물이 각각 28.04, 29.44, 29.40  $\mu\text{g/mL}$ 의  $RC_{50}$  값을, 상엽 에탄올 추출물은 20.73  $\mu\text{g/mL}$ 의  $RC_{50}$  값을 나타내어 시료추출물 중에서 가장 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 가지는 것을 확인하였다. 이는 총목피의 열수 추출물과 상백피 에탄올 추출물은 높은 총 폴리페놀 함량을 가지고, 상엽의 에탄올 추출물은 가

**Table 1. Yield of extracts prepared from the medicinal plants**

Sample	Yield (%)		
	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.
<i>Angelica gigas</i> N.	39.43	37.75	30.93
<i>Poria cocos</i>	2.06	1.90	1.60
<i>Mori radidis</i> Cortex	7.27	8.75	9.75
<i>Mori folium</i>	19.35	15.40	15.20
<i>Aralia elata</i> Cortex	13.20	16.75	13.70
<i>Panax ginseng</i>	20.53	28.45	35.30

**Table 2. Total polyphenols and total flavonoids contents of solvent extracts from medicinal herbs**

(Unit: mg/g)

Sample	Total polyphenols			Total flavonoids		
	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.
<i>Angelica gigas</i> N.	21.34±2.01 <sup>1)(cx2)</sup>	16.05±1.35 <sup>x</sup>	11.45±0.85 <sup>x</sup>	11.06±5.01 <sup>bex</sup>	0.86±2.03 <sup>cy</sup>	1.14±0.59 <sup>cy</sup>
<i>Poria cocos</i>	18.39±1.77 <sup>cx</sup>	24.10±4.07 <sup>cx</sup>	11.54±0.87 <sup>x</sup>	5.19±2.41 <sup>cx</sup>	7.55±2.98 <sup>bx</sup>	0.99±0.24 <sup>cx</sup>
<i>Mori radidis</i> Cortex	57.60±7.49 <sup>by</sup>	115.15±17.44 <sup>ax</sup>	56.33±5.89 <sup>y</sup>	10.30±5.60 <sup>bex</sup>	5.90±2.60 <sup>bx</sup>	5.98±0.72 <sup>bex</sup>
<i>Mori folium</i>	63.96±10.72 <sup>bx</sup>	54.35±7.80 <sup>bxy</sup>	45.26±3.27 <sup>aby</sup>	25.58±4.58 <sup>ay</sup>	56.04±1.59 <sup>ax</sup>	20.11±4.29 <sup>y</sup>
<i>Aralia elata</i> Cortex	74.92±8.08 <sup>ax</sup>	49.43±5.94 <sup>by</sup>	48.45±1.56 <sup>aby</sup>	17.56±6.02 <sup>abx</sup>	9.11±2.86 <sup>bx</sup>	8.67±5.66 <sup>bx</sup>
<i>Panax ginseng</i>	15.79±2.19 <sup>cx</sup>	10.27±2.89 <sup>cx</sup>	9.00±0.53 <sup>cx</sup>	13.20±1.63 <sup>bex</sup>	0.60±2.58 <sup>cx</sup>	2.27±0.84 <sup>cx</sup>

<sup>1)</sup>Values are means of triplicate determinations±SD.

<sup>2)</sup>Different letters within a column (a-e) and a row (x-z) are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 3. Concentration required for 50% reduction of DPPH radical of solvent extracts from medicinal herbs**

Sample	RC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (µg/mL)		
	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.
<i>Angelica gigas</i> N.	119.25±11.85 <sup>2)(cz3)</sup>	217.33±35.75 <sup>bx</sup>	193.22±18.27 <sup>cy</sup>
<i>Poria cocos</i>	243.50±5.89 <sup>by</sup>	205.32±24.59 <sup>bz</sup>	425.00±13.42 <sup>bx</sup>
<i>Mori radidis</i> Cortex	64.50±2.40 <sup>dy</sup>	69.66±9.57 <sup>cy</sup>	142.81±4.77 <sup>cdx</sup>
<i>Mori folium</i>	32.78±9.82 <sup>ey</sup>	20.73±1.46 <sup>dz</sup>	49.99±4.21 <sup>cdx</sup>
<i>Aralia elata</i> Cortex	28.04±0.74 <sup>ex</sup>	29.44±3.23 <sup>cdx</sup>	29.40±0.23 <sup>dx</sup>
<i>Panax ginseng</i>	484.46±21.98 <sup>ax</sup>	841.25±40.66 <sup>ax</sup>	902.88±193.29 <sup>ax</sup>
BHA <sup>4)</sup>		2.67±0.05	

<sup>1)</sup>Concentration required for 50% reduction of DPPH at 30 min after starting the reaction.

<sup>2)</sup>Values are means of triplicate determinations±SD.

<sup>3)</sup>Different letters within a column (a-e) and a row (x-z) are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>4)</sup>*t*-Butylatedhydroxyanisole(BHA) were used as positive references.

**Table 4. α-Glucosidase inhibition of solvent extracts from medicinal herbs**

Sample	Inhibition of α-glucosidase activity <sup>1)</sup> (%)		
	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.
<i>Angelica gigas</i> N.	0.20±8.43 <sup>2)(ey3)</sup>	0.70±6.52 <sup>cy</sup>	18.10±2.95 <sup>cx</sup>
<i>Poria cocos</i>	25.22±6.61 <sup>cx</sup>	11.22±8.69 <sup>by</sup>	28.82±0.38 <sup>by</sup>
<i>Mori radidis</i> Cortex	56.62±2.17 <sup>ay</sup>	52.68±0.99 <sup>ay</sup>	67.53±0.12 <sup>ax</sup>
<i>Mori folium</i>	45.16±2.71 <sup>by</sup>	48.59±1.05 <sup>ay</sup>	68.76±0.45 <sup>ax</sup>
<i>Aralia elata</i> Cortex	0.14±0.77 <sup>ey</sup>	6.90±7.51 <sup>bcxy</sup>	18.71±3.72 <sup>cx</sup>
<i>Panax ginseng</i>	12.97±9.35 <sup>dx</sup>	4.94±6.04 <sup>bcx</sup>	16.95±1.21 <sup>cx</sup>
Acarbose		36.50±4.15	

<sup>1)</sup>α-Glucosidase inhibition activity of each medical herb extract and acarbose was measured at 0.2 mg/mL.

<sup>2)</sup>Values are means of triplicate determinations±SD.

<sup>3)</sup>Different letters within a column (a-e) and a row (x-z) are significantly different ( $p<0.05$ ).

장 높은 플라보노이드 함량 및 총 폴리페놀 함량도 높게 함유하고 있어 이들 추출물에서 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 가짐을 알 수 있었다. Kang 등(36)의 보고에 의하면 전자공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표라고 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높다고 하였다. 본 연구에서도 약용식물 추출물들의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량의 결과와 일치하는 경향으로 DPPH 라디칼 소거능을 가지는 것을 확인하였다.

#### α-Glucosidase활성 저해효과

α-Glucosidase는 소장점막의 미세용모막에 존재하는 효소로서 다당류의 탄수화물을 단당류로 분해하는 탄수화물의 소화와 흡수에 필수적인 효소로서 경구혈당강하제로 사용되고 있다(37). 이는 소장내의 점막에서 α-glucosidase의 효소 활성을 저해함으로써 다당류의 분해를 방해하여 소장에서 glucose의 흡수를 지연시켜 주어 식후 혈당의 급격한 상승을 막아줄 것으로 기대한다(38).

당귀, 백복령, 상백피, 상엽, 총목피 및 홍삼의 열수, 에탄올, 초음파 추출물에 존재하는 α-glucosidase저해활성은 0.2 mg/mL의 농도에서 측정하여 Table 4에 나타내었다. 그 결과 열수 추출물일 경우 상백피에서 56.62%의 가장 높은 저해율을 보였고, 상엽은 45.16%의 저해율을 보였다. 에탄올 추출물에서는 상백피와 상엽이 각각 52.68와 48.59%의 저해율을 보였고, 특히 초음파 추출물에서는 각각 67.53와 68.76%의 저해율을 보여 가장 높은 저해활성을 보였다. 상엽과 상백피는 추출방법에 따른 저해율의 차이는 보이지 않지만 제2형 당뇨병치료제로 쓰이는 acarbose보다 높은 활성을

보였다. 이는 상백피와 상엽에는 α-glucosidase 저해활성을 갖는 1-deoxynojirimycin(DNJ) 및 그 밖에 여러 종류의 알칼로이드가 함유되어(17) 있어 혈당을 낮추는 효과를 가지는 것으로 사료된다.

#### α-Amylase활성 저해효과

α-Amylase 저해제는 소장에서 전분의 소화를 저해하여 포도당의 흡수를 지연시킴으로써 혈당 조절 목적으로 이용된다. 본 연구에서는 당귀, 백복령, 상백피, 상엽, 총목피 및 홍삼의 열수, 에탄올, 초음파 추출물에 따른 α-amylase 저해활성은 0.2 mg/mL의 농도에서 측정하였으며 Table 5에 나타내었다. 그 결과 열수와 초음파 추출물에서는 상엽에서 각각 50.15와 43.34%로 가장 높은 저해능을 보였으나 acarbose보다 낮은 결과를 보였다. 이에 반해 에탄올 추출물에서는 상엽에서 89.70%의 저해활성을 보여 66.02%의 acarbose보다 높은 저해활성을 보였으며, 상백피와 백복령에서 각각 61.47와 60.10%로 acarbose와 비슷한 결과를 보여 혈당강하 효과의 물질로 기대할 수 있게 한다.

또한 6종의 약용식물의 열수 및 에탄올 추출물은 α-glucosidase에 대한 저해 활성 보다는 α-amylase 저해 활성능이 더 큰 것으로 나타났다. 그리고 추출방법에 따라 초음파 추출물의 경우 α-glucosidase에 대해 높은 저해 활성을 보이고, 에탄올 추출물은 α-amylase에 대해 높은 저해활성을 보였다.

즉 동일한 시료라도 추출조건에 따라 이들 효소의 활성에서도 차이가 남을 알 수 있었다. 그렇지만 α-glucosidase 및 α-amylase 저해능이 있는 이들 시료는 혈당강하효과를 가지는 소재로 생각된다.

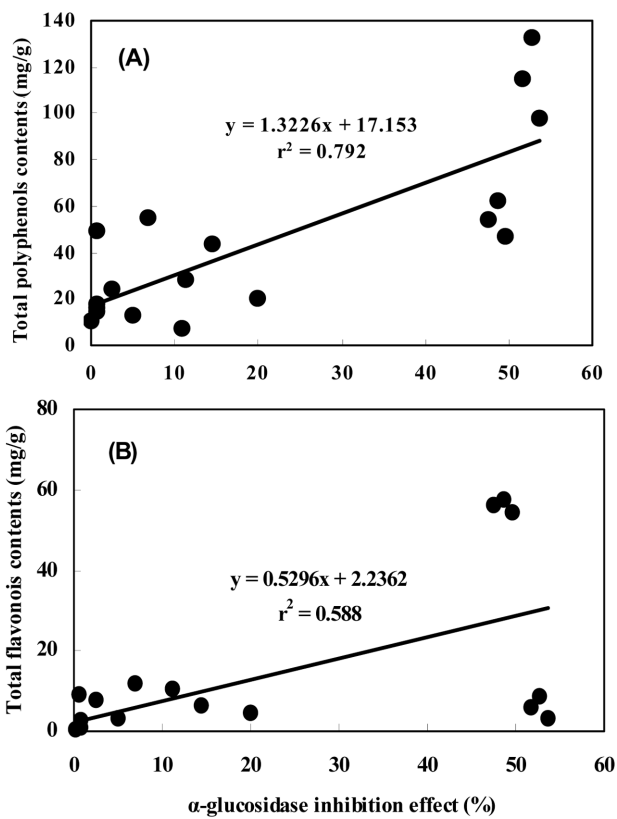
**Table 5.**  $\alpha$ -Amylase inhibition of solvent extracts from medicinal herbs

Sample	Inhibition of $\alpha$ -amylase activity <sup>1)</sup> (%)		
	Hot water ext.	Ethanol ext.	Sonication ext.
<i>Angelica gigas</i> N.	29.78±8.63 <sup>2)abx3)</sup>	48.42±0.96 <sup>dx</sup>	32.80±2.65 <sup>bx</sup>
<i>Poria cocos</i>	20.09±17.07 <sup>by</sup>	60.10±0.94 <sup>bx</sup>	22.17±6.73 <sup>cy</sup>
<i>Mori radialis</i> Cortex	36.28±11.02 <sup>aby</sup>	61.47±4.19 <sup>bx</sup>	25.84±2.43 <sup>cz</sup>
<i>Mori folium</i>	50.15±12.37 <sup>ay</sup>	89.70±3.33 <sup>ax</sup>	43.34±2.30 <sup>by</sup>
<i>Aralia elata</i> Cortex	28.44±12.24 <sup>aby</sup>	54.67±2.68 <sup>cx</sup>	20.18±5.18 <sup>cy</sup>
<i>Panax ginseng</i>	43.87±11.87 <sup>abx</sup>	43.96±0.78 <sup>dx</sup>	35.88±0.62 <sup>bx</sup>
Acarbose		66.02±15.11	

<sup>1)</sup> $\alpha$ -Glucosidase inhibition activity of each medical herb extract and acarbose was measured at 0.2 mg/mL.

<sup>2)</sup>Values are means of triplicate determinations±SD.

<sup>3)</sup>Different letters within a column (a-e) and a row (x-z) are significantly different ( $p<0.05$ ).

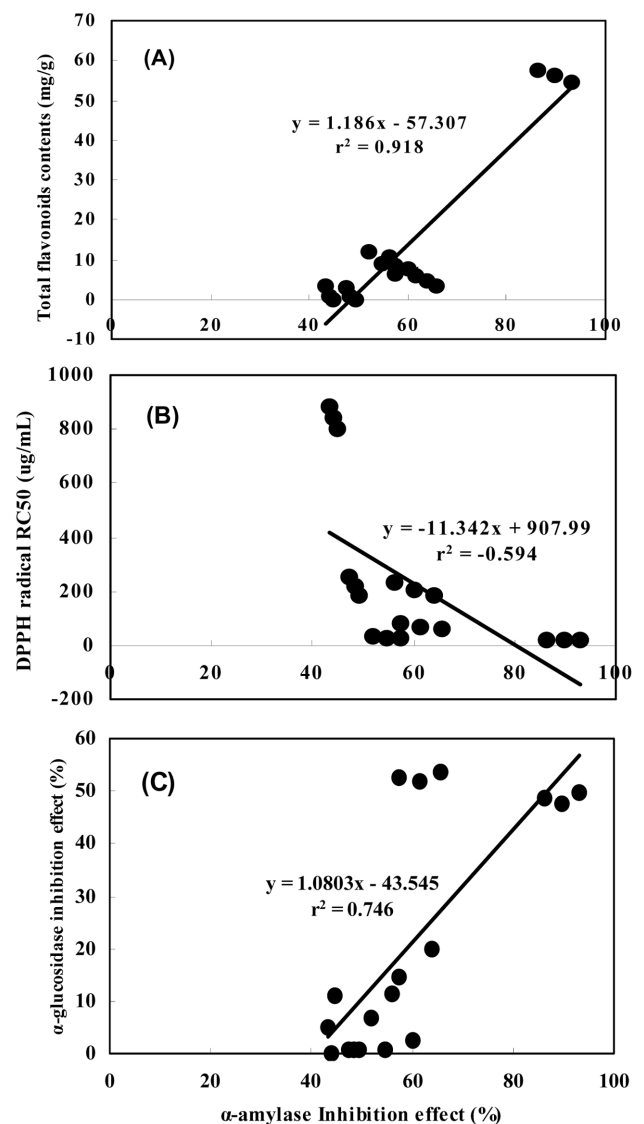


**Fig. 1.** Relationship between total polyphenols contents, total flavonoids contents and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect of 80% ethanol extracts from 6 kinds of medicinal herbs. (A) Correlation between total polyphenol contents and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect ( $r^2=0.792$ ,  $p<0.01$ ); (B) Correlation between total flavonoids contents and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect ( $r^2=0.588$ ,  $p<0.01$ ).

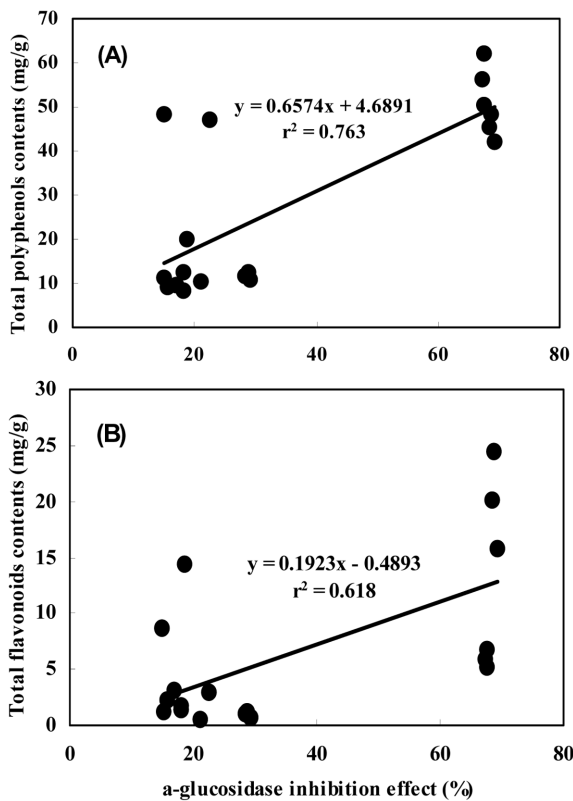
**추출방법에 따른 항산화능, 항당뇨활성의 상관관계**

항산화작용과 항당뇨 활성을 함께 가지는 약용식물의 추출조건을 알아보고자, 6종의 약용식물 추출물들의 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능,  $\alpha$ -glucosidase 저해활성 그리고  $\alpha$ -amylase 저해활성 간의 상관관계를 검토해 보았다.

먼저 에탄올 추출물과 초음파 추출물에서 유의적인 상관관계를 보였다(Fig. 1-3). 즉 에탄올 추출물에서  $\alpha$ -glucosidase저해활성에 대한 폴리페놀 함량 또는 플라보노이드 함량과는 각각  $r^2=0.792(p<0.01)$ ,  $r^2=0.588(p<0.01)$ 의 상관관계를 보였고,  $\alpha$ -amy-



**Fig. 2.** Relationship between total flavonoids contents, DPPH free radical activity,  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect and  $\alpha$ -amylase inhibition effect of 80% ethanol extracts from 6 kinds of medicinal herbs. (A) Correlation between total flavonoids contents and  $\alpha$ -amylase inhibition effect ( $r^2=0.918$ ,  $p<0.01$ ); (B) Correlation between DPPH free radical  $RC_{50}$  concentration and  $\alpha$ -amylase inhibition effect ( $r^2=-0.594$ ,  $p<0.01$ ); (C) Correlation between  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibition effect ( $r^2=0.746$ ,  $p<0.01$ ).



**Fig. 3.** Relationship between total polyphenols contents, total flavonoids contents and  $\alpha$ -glucosidase of sonication extracts from 6 kinds of medicinal herbs. (A) Correlation between total polyphenols contents and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect ( $r^2=0.763$ ,  $p<0.01$ ); (B) Correlation between flavonoids contents and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect ( $r^2=0.618$ ,  $p<0.05$ ).

lase저해활성에 대한 플라보노이드 함량 또는 DPPH 소거능의  $RC_{50}$  값에서는 각각  $r^2=0.918$ ( $p<0.01$ ),  $r^2=-0.594$ ( $p<0.01$ )의 상관관계를 나타내었다. 또한 에탄올 추출물에서의  $\alpha$ -amylase 저해활성 저해활성과  $\alpha$ -glucosidase저해활성에서는  $r^2=0.746$ ( $p<0.01$ )로 상관관계를 보였다. 초음파 추출물에서는  $\alpha$ -glucosidase저해활성에 대한 폴리페놀함량은  $r^2=0.763$ ( $p<0.01$ ), 플라보노이드 함량은  $r^2=0.618$ ( $p<0.05$ )의 상관관계를 보였다. 특히 항산화활성간의 상관관계를 살펴본 결과 에탄올추출물, 초음파추출물에서 모두 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량, DPPH  $RC_{50}$  값과 유의적인 상관관계를 나타내었다. 여러 종류의 약용식물에서 폴리페놀의 함량이 높을수록 항산화활성이 높아 양의 상관관계를 나타낸다는 보고(39)와 본 연구결과는 유사한 경향이였다.

## 요 약

본 연구에서는 예로부터 전해 내려오는 당뇨치료방전에 사용되고 있는 문헌고찰을 토대로 6종의 약용식물(당귀, 백복령, 상백피, 상엽, 총목피 및 홍삼)의 항산화 및 항당뇨 활성을 비교 검토하고 이들의 상관관계를 검토하여 가장 효과적인 추출방법을 조사하였다. 당귀의 열수와 에탄올 추출물에서 각각 39.43와 37.75%로 다른 시료에 비하여 추출수율이 높았다. 폴리페놀 함량은 상백피 에탄올추출물에서 가장 높았고, 홍삼 초음파추출물에서 가장 낮았다. 플라보노이드 함량과 DPPH  $RC_{50}$  값은 상업 에탄올 추출물에서 가장 우수하였다.  $\alpha$ -Glucosidase저해활성은 상

엽과 상백피 초음파추출물에서 높았고 추출방법 따른 저해율은 차이를 보였으나 세가지 추출물 모두 acarbose보다 높은 활성을 보였다.  $\alpha$ -Amylase저해활성은 상업 에탄올추출물에서 가장 높은 저해활성을 보였고, 상백피와 백복령 에탄올추출물에서도 acarbose와 비슷한 결과를 보였다. 항산화 활성과 항당뇨 저해활성의 상관성은 에탄올 추출물과 초음파 추출물에서 유의적인 상관관계를 보였다. 에탄올 추출물에서  $\alpha$ -glucosidase저해활성에 대한 폴리페놀 함량 또는 플라보노이드 함량은 양의 상관관계( $r^2=0.792$ ,  $0.588$ )를 보였고,  $\alpha$ -amylase저해활성에 대한 플라보노이드 함량 또는 DPPH 소거능의  $RC_{50}$  값에서도 음의 상관관계( $r^2=0.918$ ,  $-0.594$ )를 나타내었다. 또한  $\alpha$ -amylase 저해활성과  $\alpha$ -glucosidase저해활성에서는 양의 상관관계( $r^2=0.746$ )를 보였다. 초음파 추출물에서는  $\alpha$ -glucosidase저해활성에 대해 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량에서만 양의 상관관계( $r^2=0.763$ ,  $0.618$ )를 보였다. 항산화능에서의 상관관계를 살펴 본 결과 열수, 에탄올 및 초음파추출물에서 모두 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량, DPPH  $RC_{50}$  값과 유의적으로 높은 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 약용식물이 추출방법에 따른 항산화, 항당뇨 활성과 상관성에 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 지역산업기술개발사업 연구과제(과제번호-70002701)의 일환으로 수행된 결과의 일부로서 연구비를 지원해 준 관계자에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Lee JH, Min DB. Nutraceuticals, Aging, and Food Oxidation. Handbook of Functional Lipids. Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 325-350 (2006)
2. Fang YZ, Yang S, Wu G. Free radicals, antioxidants, and nutrition. Nutrition 18: 872-879 (2002)
3. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int. J. Biochem. Cell B. 39: 44-84 (2007)
4. Aischer RG, Hess JL. Antioxidants in Higher Plants. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 1-17 (1993)
5. Kim SM, Cho YS, Kim EJ, Bae MJ, Han JP, Lee SH, Sung SK. Effect of water extracts of *Salvia miltorrhiza* Bge., *Prunus persica* Stokes, *Angelica gigas* Nakai, and *Pinus strobus* on lipid oxidation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 339-405 (1998)
6. Lim CS, Li CY, Kim YM, Lee WY, Rhee HI. The inhibitory effect of *Cormus walteri* extract against  $\alpha$ -amylase. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 48: 103-108 (2005)
7. Lee KW, Shon BH, Kang SK, Park BK, Park DH, Min BS, Song HY. Epidemiologic study for diabetes in 1821 Koreans. Diabetes 8: 5-14 (1984)
8. Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hase SL, Longo DL, Jameson JL. Harrison's Principles of Internal Medicine. 15<sup>th</sup> ed, McGraw-Hill, New York, NY, USA. pp. 2109-2137 (2001)
9. Holman RR, Tumer RC. Oral agents and insulin in the treatment of NIDDM. pp. 467-469. In: Text Book of Diabetes. Pickup J, Williams G (eds). Blackwell, Oxford, UK. (1991)
10. Emst E. Plants with hypoglycemic activity in human. Phytomedicine 4: 73-78 (1997)
11. Baynes JW, Thorpe SR. The role of oxidative stress in diabetic complications. Curr. Opin. Endocrinol. 3: 277-284 (1996)
12. Choi WS, Lee SE, Lee HS, Lee YH, Park BS. Antioxidative activities of methanol extracts of tropical and oriental medicinal plants. Agric. Chem. Biol. 41: 556-559 (1998)
13. Park HK, Lee SI, Lee SH, Park HM, Rhee JS. A study on the

- qualitative and quantitative analysis of essential oil in *Angelicae tenuissimae* Rax or *Ligustici rhizom*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 189-193 (1997)
14. Han EJ, Roh SB, Bae SJ. Effects of quinone reductase induction and cytotoxicity of the *Angelica radix* extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 147-152 (2000)
  15. Kim DH, Kang YG, Kim H, Chae HJ. Investigation of antidiabetic medicinal plants using an oriental medicinal database. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 19: 125-131 (2004)
  16. Hoang L, Kwon SH, Kim KA, Hur JM, Kang YH, Song KS. Chemical standardization of *Poria cocos*. Korean J. Pharmacogn. 36: 117-185 (2005)
  17. Hwang KY, Kim YH, Cho YS, Park YS, Lee JY, Kang KD, Kim K, Joo DK, Ahn DK, Seong SI. Hypoglycemic effect of fermented soybean culture mixed with mulberry leaves on neonatal streptozotocin-induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 452-458 (2008)
  18. Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. Carbohydr. Res. 259: 243-255 (1994)
  19. Hwang SY, Kwon W, Chai HY, Cho YM, Lee NJ, Ryu JM, Sin JS, Kim TM, Cho JH, Kim EJ, Park JH, Kang JK, Kim YB. Four-week repeated-dose toxicity study on *Mori radidis* cortex. Korean J. Lab. Anim. Sci. 20: 283-290 (2004)
  20. Kim IS. Anti-oxidative activity and influence on cell-proliferations of the *Araliae elatae* corex. PhD thesis, Kangwon University, Chuncheon, Korea (2006)
  21. Ko SK, Kim JS, Choi YE, Lee SJ, Park KS, Chung SH. Anti-diabetic effects of mixed water extract from *Ginseng radix rubar*, *Acanthopanax cortex*, and *Cordyceps*. Korean J. Pharmacogn. 33: 337-342 (2002)
  22. Choi YS, Han GC, Han EJ, Park KJ. Effects of compound K on insulin secretion and carbohydrate metabolism. J. Ginseng Res. 31: 79-85 (2007)
  23. Lee SJ, Ko WG, Kim JH, Sung JH, Lee SJ, Moon CK, Lee BH. Induction of apoptosis by a novel intestinal metabolite of ginseng saponin via cytochrome mediated activation of caspase-3 protease. Biochem. Pharmacol. 60: 677-685 (2000)
  24. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J. Biol. Chem. 12: 239-249 (1912)
  25. Nieva Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnopharmacol. 71: 109-114 (2000)
  26. Singh N, Rajini PS. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. Food Chem. 85: 611-616 (2004)
  27. Matsui T, Ueda T, Oki T, Sugita K, Terahara N, Matsumoto K.  $\alpha$ -Glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins 1. Survey of natural pigments with potent inhibitory activity. J. Agr. Food Chem. 49: 1948-1951 (2001)
  28. Gao H, Kawabata J.  $\alpha$ -Glucosidase inhibition of 6-hydroxyflavones. Part 3: Synthesis and evaluation of 2,3,4-trihydroxybenzoyl-containing flavonoid analogs and 6-aminoflavones as  $\alpha$ -glucosidase inhibitors. Bioorg. Med. Chem. 13: 1661-1671 (2005)
  29. Yu HE, Leaniza Michella M, Bae YJ, Lee DH, Park JS, Kwak HS, Kim HK, Lee JS. Screening and extraction condition of anti-aging bioactive substances from medicinal plants. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1136-1142 (2005)
  30. Lee TB. Illustrated Flora of Korea. Hyangmoon Publishing Co., Seoul, Korea. p. 511 (1979)
  31. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 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 (2006)
  32. Chung HJ. Antioxidative effect of ethanolic extracts of some tea materials on red pepper seed oil. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1316-1320 (1999)
  33. Kim MD, Kim MC, Park JS, Park EJ, Lee JO. Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 273-279 (1999)
  34. Park SP. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. J. East Asian Soc. Dietary Life 12: 23-31 (2002)
  35. Ancerewicz J, Migliavacca E, Carrupt PA, Testa B, Bree F, Zini R, Tillement JP, Labidalle S, Guyot D, Chauvet-Monges AM, Crevat A, Le Ridant A. Structure-property relationships of trimetazidine derivatives and model compounds as potential antioxidants. Free Radical Bio. Med. 25: 113-120 (1998)
  36. Kang YH, Park YK, Oh SR, Mood KD. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 978-984 (1995)
  37. Stand E, Baumgartl HJ, Fchtenbusch M, Stemplinger J. Effect of acarbose on additional insulin therapy in type 2 diabetic patients with late failure of sulphonylurea therapy. Diabetes Obes. Metab. 1: 215-220 (1999)
  38. Hong JH, Kim HJ, Choi YH, Lee IS. Physiological activities of dried persimmon, Fresh persimmon and persimmon leaves. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 957-964 (2008)
  39. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. Screening of the antioxidant activity of some medical plants. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 333-338 (2004)