

산초 (*Zanthoxylum schnifolium*) 열매 추출물의 항산화 및 α -Glucosidase 저해 활성

오상미 · 한 웅 · 왕명현*
강원대학교 의생명과학대학 의생명공학부

Antioxidant and α -glucosidase Inhibition Activity from Different Extracts of *Zanthoxylum schnifolium* Fruits

Sang-Mi Oh, Woong Han and Myeong-Hyeon Wang*

Department of Medical Biotechnology, College of Biomedical Science, Kangwon National University,
Chuncheon, Kangwon-do, 200-701, Korea

Abstract – This study was performed to the activity of antioxidant and anti-diabetic from *Zanthoxylum schnifolium* fruit. The *Zanthoxylum schnifolium* fruits were extracted with water, 100% methanol, 100% ethanol, 70% methanol and 70% ethanol. The activities of each extracts were measured by antioxidant tests, such as total phenolic contents, total flavonoid contents, hydroxyl radical activity, DPPH radical scavenging activity, reducing power and α -glucosidase inhibition activity assay. The water extract represented the highest activity in the antioxidants properties *in vitro*, including hydroxyl radical activity, DPPH radical scavenging activity, reducing power. Furthermore, water extract also showed significantly high total phenolic contents but the 100% methanol extract showed high total flavonoid contents estimated as 196.48 $\mu\text{g}/\text{mg}$. The IC_{50} values for α -glucosidase inhibition activity of the 100% ethanol and 100% methanol extracts were 275.66 $\mu\text{g}/\text{mg}$ and 261.44 $\mu\text{g}/\text{mg}$. Our results indicated that the *Zanthoxylum schnifolium* fruit expected to be useful as antioxidants.

Key words – Anti-diabetic, antioxidant, total flavonoid contents, total phenolic contents, *Zanthoxylum schnifolium*

산초(*Zanthoxylum schnifolium*)는 운향과에 속하는 낙엽관목으로 잎은 호생하고 우상복엽으로 광택이 있고 꽃은 자웅이화화로 취산화서이고 액생하며 단성이며, 열매는 향신료로 이용되는데 9~10월에 성숙한 과실을 따서 햇볕에 말린 뒤 종자를 기름이 나올 때까지 볶아서 사용하고 예부터 민간요법으로 눈의 피로 회복에 사용 하였다.¹⁾ 또한, 산초는 비위와 허리, 무릎을 덥혀주고 통증을 억제 하며 그 외 설사, 소화장애, 급만성 위염, 요통에 사용된다고 보고 되었다.²⁻⁵⁾ 기존 연구 결과에 의하면, 산초의 부위별 추출물 및 분획물에 대한 항산화 활성을 측정 한 결과 잎 추출물과 분획물에서 비교적 높은 항산화 활성을 보인다고 보고되었고,²⁾ 열매는 혈청 콜레스테롤 농도 감소 효과와 항균활성에 대한 연구가 진행되었으나 아직까지 많이 진행되지 않는 실정이다.⁶⁻⁸⁾

식물은 superoxide와 같은 활성산소가 광합성 과정에서 많이 발생되기 때문에 이에 대한 산화적 손상을 보호하는 이차대사산물과 효소를 이용한 방어체계가 발달되어 있으며, 이러한 식물을 이용하여 자유라디칼 소거능 물질의 개발과 관련 하여 소거물질의 탐색은 의미가 있다.⁹⁾ 활성산소는 슈퍼옥사이드 라디칼(Superoxide radical, O_2^-), 과산화수소(Hydrogen oxygen, H_2O_2), 하이드록실 라디칼(Hydroxyl radical, $\cdot\text{OH}$), 일중항산소(Singlet oxygen)와 같은 반응성이 매우 큰 산소를 말하는 것으로 이는 생체에 치명적인 산소 독성을 일으키며, 이들 활성산소는 세포구성성분들을 파괴함으로써 노화, 암, 뇌졸중, 심장질환, 피부질환, 소화기질환, 염증 등의 각종 질병을 일으키는 것으로 보고되었다.¹⁰⁻¹³⁾ 이에 대하여, 활성산소를 제거하기 위한 BHT, BHA 등과 같은 합성 항산화제들이 많이 개발되었으나 이는 발암성이 강하고 독성이 존재한다는 문제점이 보고되어 천연자원을 이용한 활성이 높은 물질을 찾는 것이 유용하다.¹⁴⁻¹⁶⁾ 현재 우리나라의 식생활의 변화에 따라 고혈압, 당뇨병, 동맥경화

*교신저자 (E-mail): mhwang@kangwon.ac.kr
(Tel): +82-33-250-6486

증, 뇌졸중과 같은 성인병이 증가하고 있으며, 당뇨병은 현대에서 고질적인 만성질병으로서 특히 선진국일수록 발생 빈도가 높다.¹⁷⁾

본 연구에서는 산초 열매(종자와 과피) 추출물을 이용하여 항산화 및 항당뇨의 효능탐색을 체계적으로 수행하여 활성산소에 의한 질병 치료와 항당뇨 치료제로서의 개발을 타진하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료 - 본 실험에 쓰인 산초(*Zanthoxylum schinifolium*) 열매(종자와 과피)는 충북 단양군에서 2009년 10월에 채취하여 10시간 열풍건조 시킨 후 분쇄하여 시료 중량 대비 20 배의 물(water), 100% 에탄올(EtOH), 100% 메탄올(MeOH), 70% EtOH, 70% MeOH의 추출용매를 이용하여 24시간 동안 실온에서 1차 침지 한 뒤 상층액을 회수 후 동량의 추출 용매로 다시 24시간 추출 후 여과한 뒤 감압 농축하여 시료로 사용하였다.

총 페놀성 화합물 함량 측정 - 총 페놀성 화합물 함량은 페놀성 물질이 phosphomolibdic acid와 반응하여 청색으로 발색되는 것을 이용한 Folin-Denis 방법에 따라 분석하였다.¹⁸⁾ 1 mg/ml의 농도로 조제한 추출물 0.25 ml에 Folin-Denis reagent 0.5 ml을 넣고 탄산나트륨 (Na_2CO_3 , 0.35 g/ml) 용액을 0.5 ml 넣어준 다음 실온에서 30분 간 보관한 뒤 UV/VIS 분광광도계 (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 Vitamin A의 한 종류인 탄닌산 (Tannic acid)를 이용하여 작성된 표준곡선을 이용하여 검량선을 작성한 뒤 각 용매에 녹인 산초 열매 추출물의 총 페놀성 화합물의 함량을 계산하였다.

총 플라보노이드 화합물 함량 측정 - 1 mg/ml의 농도로 추출물을 제조하여, 10% Aluminum chloride (AlCl_3)을 녹인 MeOH 용액과 Potassium acetate (CH_3COOH)를 1 M의 농도가 되도록 혼합하여 40분 간 실온에서 보관한 뒤 UV/VIS 분광광도계 (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다.¹⁹⁾ 이 때 각 용매에 녹인 산초 열매 추출물의 총 플라보노이드 화합물의 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

하이드록시 라디칼(Hydroxyl radical, $\cdot\text{OH}$)소거능 측정 - Hydroxyl radical 소거능 측정은 Fenton 반응으로 생성된 $\cdot\text{OH}$ 에 의해 핵산의 구성당인 deoxyribose가 분해되는 정도를 TBA 발색법을 이용하여 측정하였다.²⁰⁾ 시험관에 0.5 mg/ml 농도의 추출물을 0.2 ml 넣고 10 mM의 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 용액과 EDTA 용액 각 0.2 ml, 10 mM의 2-deoxyribose용액 0.2 ml, 0.1 M의 phosphate buffer (pH7.4) 1 ml, 10 mM의 H_2O_2 0.2 ml을 가한다. 그리고 37°C incubator에서 4시간 반

응시킨 뒤 2.8 % TCA (Trichloroacetic acid)용액과 1 % TBA (Thiobarbituric acid)용액을 순서대로 1 ml씩 첨가하여 100°C 탕욕상에 10분간 놓아둔 뒤 Cooling하여 UV/VIS 분광광도계 (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control로써 gallic acid를 같은 농도로 사용하였다.

Hydroxyl radical scavenging activity (%) = $[1 - (A_1 - A_2) / A_0] \times 100$

A0 ; Control의 흡광도 A₁ ; Sample의 흡광도 A₂ ; Blank(without 2-deoxyribose)의 흡광도

DPPH 라디칼(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical)소거능 측정 - 산초 열매 추출물을 각 농도별 (10, 50, 100, 500 µg/ml)로 물(water)추출물만을 물에 녹이고 나머지 70% EtOH, 70% MeOH, 100% EtOH, 100% MeOH추출물은 모두 MeOH에 녹여 제조한 시료 0.1 ml에 0.2 mM의 MeOH에 녹인 DPPH 0.1 ml을 가하고 Vortexing 후 30°C의 Dark chamber에 30분간 반응하여 515 nm에서 흡광도 (Multiplater spectrophotometer ELx800TM, BioTek, USA)를 측정하여 농도에 따른 DPPH radical 소거능을 확인하였다.²¹⁾ 시료를 첨가하지 않은 Negative control과 비교하여 자유라디칼 소거활성은 백분율로 나타내고, Positive control로는 Vitamin C의 한 종류인 ascorbic acid와 BHT를 사용하였다.

Scavenging rate (%) = $[1 - (A_1 - A_2) / A_0] \times 100$

A0 ; Control의 흡광도 A₁ ; Sample의 흡광도 A₂ ; Blank(without sample)의 흡광도

환원력(Reducing power)의 측정 - Moreni 등 방법에 의거하여 시료의 reducing power를 측정하였다.²²⁾ 0.1 mg/ml의 농도로 조제한 시료 0.2 ml에 0.2 M의 phosphate buffer (pH6.6) 0.5 ml과 1% potassium ferricyanide [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] 0.5 ml을 넣은 다음 50°C에서 30분간 반응시킨다. 반응 후, 0.5 ml의 10% TCA (Trichloroacetic acid) 용액을 넣은 뒤 실온에서 10분간 놓아두고 상층액 0.5 ml을 취해 3차중류수 0.5 ml과 0.1%의 FeCl_3 을 0.1 ml 넣어 발색반응을 유도시킨 다음, UV/VIS 분광광도계 (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control로써 Vitamin E의 한 종류인 α -tocopherol을 100% EtOH에 녹여 같은 농도로 사용하였다.

α -Glucosidase 저해 활성 측정 - Water에 녹인 산초 열매 추출물을 농도별로 (10, 50, 100, 500 µl/ml) 제조하여 10 µl를 0.15 U/ml α -glucosidase 효소액 10 µl, 200 mM potassium phosphate buffer (pH6.8) 10 µl와 혼합하여 37°C에서 15분간 반응시킨 뒤 기질로 사용되는 3 mM pNPG(4-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside) solution 20 µl를 가하여

37°C에서 10분간 반응시켰다. 그 후 0.1 M의 Na₂CO₃ 150 µl 을 넣어 반응을 정지시킨 뒤 405 nm에서 흡광도 (Multiplater spectrophotometer ELx800TM, BioTek, USA) 를 측정하였다.²³⁾ Positive control로써 water에 녹인 acarbose를 농도 별로 (0.001, 0.005, 0.01, 0.05 µl/ml) 제조 하여 사용한다.

$$\text{효소 저해 활성(\%)} = [1 - (A_1 - A_2) / A_0] \times 100$$

A₀ ; Control의 흡광도(DW instead of Sample) A₁ ; Sample의 흡광도 A₂ ; Blank(Buffer instead of pNPG)

통계분석 - 실험결과는 3차 반복 실험을 수행하였으며, 그 값을 SPSS Ver. 10.0 package program (SPSS, Chicago, USA)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 Tukey 법을 이용하여 각 시험구간의 유의차를 5% ($p < 0.05$) 유의 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

산초나무 열매 추출물의 수율 - 산초 열매(종자와 과피) 추출물은 열풍건조 후 분쇄한 뒤 시료 중량 대비 20배의 추출용매로 침지한 뒤 감압 농축하여 추출 수율을 구하였다. 실험결과 water를 용매로 한 추출물이 가장 적은 수율을 보였고 100% MeOH, 70% EtOH, 70% MeOH, 100% EtOH의 순서로 높은 추출수율을 보였다 (Table I). Water, 70% EtOH, 70% MeOH를 용매로 하였을 때는 진한 갈색의 고체상태 추출물이 얻어졌으며 100% MeOH, 100% EtOH를 용매로 하였을 때는 진한 초록빛의 액체상태 추출물을 얻을 수 있었다. 산초 열매에는 단당류의 함량이 매우 적고 대부분이 오일류로 이루어져 있기 때문에 판단된다.

총 페놀성 및 총 플라보노이드 화합물 함량 - 식물의 페놀화합물은 화학적으로 이질적인 물질들이 포함되는데, 유기용매에만 녹는 지용성인 것도 있고, 수용성의 카르복실

Table I. Yield of extracts obtained from different solvents of *Zanthoxylum schnifolium* fruits

Solvents	Extraction Yield ¹⁾ (%, weight/weight)
Water	10.7
100% MeOH	15.6
100% EtOH	13.9
70% MeOH	14.4
70% EtOH	14.5

¹⁾One hundred grams of *Zanthoxylum schnifolium* fruits powder were extracted with 2L of different solvents at room temperature for 2days. After filtration, the extracts were concentrated by rotary evaporator and extraction yield was measured.

산이나 배당체 (glucoside), 그리고 크기가 큰 중합체도 이에 포함되고 이들의 기능은 그 구조적 다양성 만큼이나 다양한데 이들이 가지는 Phenolic hydroxy기는 단백질 및 거대분자들과 결합하는 성질을 가지며 항산화 효과 등의 생리활성을 가진다.²⁴⁻²⁵⁾ 각 용매에 대한 산초 열매 추출물의 총 페놀성 화합물의 함량은 water추출물에서 가장 높은 수치를 나타내었고 다음으로 70% EtOH, 70% MeOH추출물 순으로 나타난 반면, 100% EtOH, 100% MeOH추출물에서는 총 페놀성 화합물이 검출 되지 않았다 (Table II). 이는 산초 열매에 지용성 페놀성 화합물이 거의 없다는 것을 나타낸다.

플라보노이드 화합물은 이노작용과 항모세혈관 투과, 항알러지 작용, 순환기 개선, 혈압강하, 살충, 항균, 간해독 및 항산화 작용을 한다고 알려져 있다.²⁶⁻²⁸⁾ 각 용매에 대한 산초 열매 추출물의 총 플라보노이드 화합물의 함량은 100% MeOH, 100% EtOH, Water, 70% MeOH, 70% EtOH추출물 순서로 높은 수치를 나타내었다(Table II). 총 페놀성 화합물의 경우 water 추출물에서 대량 함유 하고 있으며 총

Table II. Total phenolic and flavonoid content of the different extracts from *Zanthoxylum schnifolium* fruits

Extracts	Phenolic contents	Flavonoid contents
	(Tan ¹⁾ mg/g)	(Que ²⁾ mg/g)
Water	92.17±1.181 ^a	44.17±1.111 ^c
100% MeOH	0 ^d	196.48±8.372 ^a
100% EtOH	0 ^d	113.06±7.561 ^b
70% MeOH	61.15±1.751 ^c	17.04±2.362 ^d
70% EtOH	69.42±0.288 ^b	14.44±1.2108 ^d

¹⁾Tannic acid (Tan) was used as a standard for measuring of the total phenolic contents.

²⁾Quercetin (Que) was used as a standard for measuring of the total flavonoid contents. Each value represents the mean±SD(n=3).

^{a-d}values in the same row not sharing the same superscript are significantly different by Tukey's multiple range test ($p < 0.05$).

Table III. Effect of α-glucosidase inhibition activity of the different extracts from *Zanthoxylum schnifolium* fruits. Acarbose was used as the positive control.

Solvents	IC ₅₀ ¹⁾ (µg/ml)
100% EtOH	275.66±22.9 ^b
100% MeOH	261.44±12.9 ^b
Acarbose	0.010±0.00006 ^a

¹⁾Amount of required for 50% reduction of α-glucosidase inhibition activity.

Each value represents the mean±SD(n=3).

^{a-b}values in the same row not sharing the same superscript are significantly different by Tukey's multiple range test ($p < 0.05$).

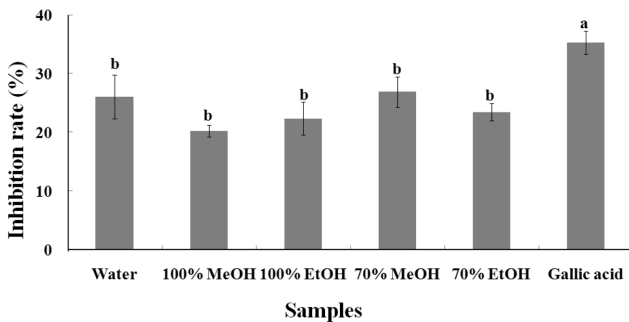


Fig. 1. Hydroxyl radical scavenging activity of the different extracts from *Zanthoxylum schinifolium* fruits. Concentration of the all extracts was 0.5 mg/ml. Gallic acid was used as the positive control. Each value represents the mean±SD(n=3). ^{a-b}values in the same row not sharing the same superscript are significantly different by Tukey's multiple range test ($p < 0.05$).

플라보노이드의 경우는 100% MeOH, 100% EtOH에서 대량 함유 하는 것으로 판단된다.

하이드록시 라디칼(Hydroxyl radical, ·OH)소거능 - Hydroxyl radical은 활성산소의 생산과정에 생기는 최후의 활성산소이며, 과산화수소가 세포내의 철(Fe)이나 구리(Cu)의 금속이온과 반응하여 생성되며, 성인병이나 암을 일으키고 노화를 촉진시키는 가장 강력한 활성산소이다.²⁰⁾ Hydroxyl radical 소거활성은 Fenton reaction에 의해 생성된 Hydroxyl radical이 deoxyribose를 분해하고 이 때 생성된 MDA (malondialdehyde)양을 확인함으로써 측정하였다. 그 결과, 70% MeOH추출물에서 가장 높은 활성을 보였으나 오차범위 내에서 water추출물에서 가장 높은 활성을 보였으며, 그 다음으로 70% EtOH, 100% EtOH, 100% MeOH추출물의 순으로 높은 수치를 나타냈다 (Fig. 1). Positive control로는 같은 농도의 gallic acid를 사용하였는데 산초열매 추출물이 대체적으로 낮은 수치를 보이기는 했으나 가장 높은 활성을 보인 water추출물이 26.09%로 gallic acid의 수치인 35.34%와 큰 차이를 보이지 않았다.

DPPH 라디칼(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical)소거능 - DPPH는 안정한 free-radical 분자를 구성하는 어두운 색의 염료이며, 520 nm에서 가장 큰 파장을 흡수하는데 이는 solution상태에서 진한 보라빛을 나타내고 증성화 되었을 때 색을 잃거나 옅은 노란빛을 나타내는 특성을 이용하여 최초 radical의 수를 측정할 수 있게 한다.²¹⁾ 이를 이용하여 산초 열매 추출물에 대한 radical 소거 능력을 측정하였다. 그 결과 water추출물에서 농도 의존적으로 가장 높은 수치를 나타내었고 70% MeOH, 70% EtOH, 100% EtOH, 100% MeOH추출물의 순서대로 높은 활성을 보였다. water추출물은 500 µg/ml 농도에서 약 90%의 수치를 나타내며 높은 활성을 보였다(Fig. 2).

환원력(Reducing power)측정 - 환원력이 강한 물질은

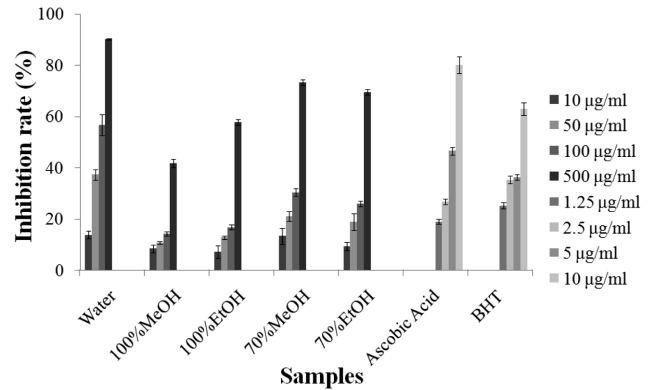


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activity of the different extracts from *Zanthoxylum schinifolium* fruits. Ascorbic acid and BHT were used as the positive control. Each value represents the mean±SD(n=3).

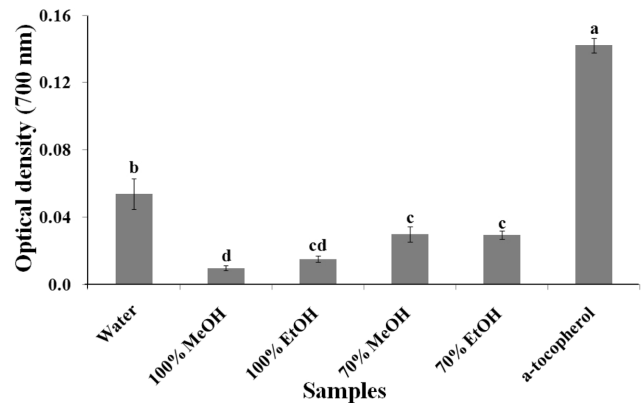


Fig. 3. Reducing power of the different extracts from *Zanthoxylum schinifolium* fruits. Concentration of the extracts was 0.1 mg/ml. α-tocopherol was used as the positive control. Each value represents the mean±SD(n=3). ^{a-d}values in the same row not sharing the same superscript are significantly different by Tukey's multiple range test ($p < 0.05$).

생성된 활성산소를 다시 환원시켜 항산화제로서의 역할을 할 수 있으며, 이는 활성산소에 의해 발생하는 많은 질병의 치료에 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 산초 열매추출물의 환원력을 측정 한 결과 Positive control로 사용한 α-tocopherol은 0.14를 나타내었고 가장 높은 활성을 보였던 water추출물은 0.05를 나타내어 α-tocopherol에 비해 약 35%의 활성을 나타냈다. 그 다음으로 70% MeOH, 70% EtOH 추출물의 순으로 활성을 나타내었다(Fig. 3).

α-Glucosidase 저해 활성 - 탄수화물은 일반적으로 소장을 통해 흡수되는 단당류로 변환되는데 이 때 α-glucosidase inhibitor는 혈당 내 탄수화물의 영향을 감소시킬 뿐만 아니라 식후 고혈당을 효과적으로 조절하면서도 저혈당의 부작용이 없다는 큰 장점을 가져 α-glucosidase inhibitor로써의 작용을 하는 물질의 탐색은 매우 유용하다.¹⁷⁾ 본 실험의 대

조구로 사용된 acarbose는 당뇨병 치료약으로 시판되고 있는 약물로서 식후 혈당을 효과적으로 낮추기 때문에 전반적인 혈당 조절 상태를 향상시키는 작용이 있고, β -세포의 기능 저하를 억제하며 고 인슐린 혈증 및 인슐린 저항성을 개선시키는 효과를 지니고 있다.²¹⁻²²⁾ 실험 결과, 70% MeOH, 70% EtOH, water추출물에서는 저해 활성이 없는 것으로 나타났으며, 100% EtOH, 100% MeOH추출물의 IC₅₀값은 유사하게 나타났다. 그러나 acarbose와 비교하여 보았을 때 큰 효능을 가지지는 않는 것으로 사료된다.

결 론

산초나무 열매 추출물을 이용하여 항산화 활성 및 항당뇨 활성을 확인하기 위해 5가지의 각각 다른 용매에 녹인 시료를 사용하여 분석하였다. 산초나무 열매 추출물에 대한 총 페놀성 화합물의 함량은 92.16 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 water추출물에서 가장 높은 수치를 나타내었고, 총 플라보노이드 화합물의 함량은 196.48 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 100% MeOH추출물에서 가장 높은 수치를 나타내었다. Hydroxyl radical 소거능 역시 water추출물에서 가장 높은 수치를 보였다. DPPH radical 소거능 측정 결과에서도 water추출물이 가장 높은 수치를 나타내었고 환원력 측정에서도 다른 실험 결과와 동일하게 water추출물에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 항당뇨 활성 측정을 위한 α -Glucosidase 저해 활성 실험에서는 100% EtOH, 100% MeOH추출물이 활성을 보이기에는 했으나 대조구로 사용된 acarbose의 값과 비교해보았을 때 큰 효능을 가지지는 않는 것으로 판단되었다. 본 연구 결과를 바탕으로 산초열매 water추출물은 항산화제로의 개발에 효과적일 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 박춘근. (2002) 현대인을 위한 민간약초. *작물시험장*.
2. Jang, M. J., Woo, M. H., Kim, Y. H., Jun, D. Y. and Rhee, S. J. (2005) Effects of antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of Sancho(*Zanthoxylum schinifolium*). *Korea J. Nutrition*. **38**: 386-394.
3. Kim, J. H. (2003) Variation of the leaf monoterpene concentration of *Zanthoxylum schinifolium* at Mt. Muhak. *J. Basic Sci*. **18**: 137-149.
4. Lee, M. S. and Chung, M. S. (2000) Analysis of volatile flavor components from *Zanthoxylum schinifolium* and sensory evaluation as natural spice. *Korean J. Soc. Food Sci*. **16**: 216-220.
5. Lim, S. J., Han, H. K. and Ko, J. H. (2003) Effects of edible and medicinal plants intake on blood glucose, glycogen and protein levels in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Nutrition*. **36**: 981-989.
6. Yoon, D.H. and Choi, Y.S. (2008) Influence of red pepper (*Capsicum annum* L.) seed oil and sancho(*Zanthoxylum schinifolium*) seed oil on serum and liver lipids profiles in rats. *Korean J. Food Sci. Technol*. **40**: 96-100.
7. Kim, S. I. and Han, Y. S. (1997) Isolation and identification of antimicrobial compound from sancho(*Zanthoxylum schinifolium*). *Korean J. Food Sci. Technol*. **13**: 56-63.
8. Kim, J. S., Koo, K. M. and Jung Y. H. (2004) Antimicrobial activities of *Zanthoxylum schinifolium* extract against *Vibrio parahaemolyticus*. *Korean J. Food Sci. Nutr*. **33**: 500-504.
9. Seo, M. W., Jeong, S. I., Shin, C. G. and Ju, Y. S. (2003) The morphological standard and isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum indicum* L. *Kor. J. Herbology*. **18**: 133-144.
10. Jung, M. J., Yin, Y., Heo, S. I. and Wang M. H. (2008) Antioxidant and Anticancer Activities of Extract from *Aretemisia capillareies*. *Kor. J. Pharmacogn*. **39**: 194-198.
11. Halliwell, B. (1996) Antioxidant in human health and disease. *Annual Reviews in Nutrition* **16**: 33-49.
12. Morrissey, P. A. and O'Brien, N. M. (1998) Dietary antioxidant in health and disease. *Internationary Diary Journal*. **8**: 463-472.
13. Heo, S. I. and Wang, M. H. (2008) Antioxidant activity and cytotoxicity effect of extracts from *Taraxacum mongolicum* H. *Kor. J. Pharmacogn*. **39**: 225-259.
14. Kim, H. K., Kwon, Y. J., Kim, Y. E. and Nam G. B. (2004) Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of Aster scaber thumb extracts with different microwave assisted extraction conditions. *Korean J. Food Preservation* **11**: 88-93.
15. Huong, D. T. L., Dat, N. T., Cai, X. F., Shen, G. H., Bae, K. H. and Kim, Y. H. (2004) Phenolic components from the leaves and twigs of *Rhamnus taquetii*. *Korean J. Pharmacogn*. **35**: 139-142.
16. Kim, T. K., Shin, H. D. and Lee, Y. H. (2003) Stabilization of polyphenolic antioxidants using inclusion complexation with cyclodextrin and their utilization as the fresh-food preservative. *Korean J. Food Sci. Technol*. **35**: 266-271.
17. Campbell, R. K. and Steil, C. F. (1988) Diabetes, clinical pharmacy and therapeutics. 4th ed. *Williams & Wilks*.
18. Jayaprakasha, G. K., Negi, P. S., Jena, B. S. and Rao, L. J. M. (2007) Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. *J. Food Compos. And Anal*. **20**: 330-336.
19. Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. and Chern, J. C. (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food Drug Anal*. **10**: 178-182.
20. Bu, H. J., Lee, H. J., Yoo, E. S., Jung, D. S., Riu, K. Z. and Lee, S. (2004) Antioxidant effects and inhibitory effect on NO synthesis by extracts of *Canavalia lineate*. *Kor. J. Pharmacogn*. **35**: 338-345.

21. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **181**: 1199-1200.
22. Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I. and Temur, N. (2007) Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *J. Food Compos. Anal.* **20**: 337-345.
23. Lim, S. J., Han, H. K. and Ko, J. H. (2003), Effects of edible and medicinal plants intake on blood glucose, glycogen and protein levels in streptozotocin induced diabetic rats. *Kor. J. Nutr.* **36**: 981-989.
24. Lee, J. H. and Lee, S. R. (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plants foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**: 310-316.
25. Heo, S. I., Jung, M. J., Kim, M. K. and Wang M. H. (2007) Antioxidative activities and tyrosinase inhibitory effects of Korean medicinal plants. *J. Appl. Biol. Chem.* **50**: 115-119.
26. Branen, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**: 59-65.

(2010. 5. 17 접수; 2010. 6. 1 심사; 2010. 6. 7 게재확정)