

오미자 추출물의 추출특성 및 항산화 효과

김현구 · 나경민 · 예수향 · 한호석
한국식품개발연구원
(2004년 9월 7일 접수)

Extraction Characteristics and Antioxidative Activity of *Schizandra chinensis* Extracts

Hyun-Ku Kim, Gyung-Min Na, Su-Hyang Ye, and Ho-Suk Han
Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea
(Received September 7, 2004)

Abstract

The present study was conducted to investigate extraction characteristics and antioxidative activity of *Schizandra chinensis* extracts. *Schizandra chinensis* was extracted by reflux extraction(RE) under different extraction conditions including solvent. The solid yield, turbidity, color value, titratable acidity, free sugar contents, electron donating ability(EDA) and superoxide dismutase(SOD)-like ability of *Schizandra chinensis* extracts were determined. The highest solid yield value was obtained with water of 10 fold. No significant difference in turbidity and color value were found among the extracts prepared with various extraction solvents, 75% ethanol, 50% ethanol and water. The highest titratable acidity was obtained with water extracts of *Schizandra chinensis*. The free sugar contents of *Schizandra chinensis* extracted with water showed the highest value. *Schizandra chinensis* extracts with water included higher contents of free sugar compared with those of the other solvent extracts, 50% ethanol and 75% ethanol extracts. The total polyphenol compound content of *Schizandra chinensis* extracted with 50% ethanol showed the highest value. *Schizandra chinensis* extracts with 50% ethanol included higher contents of total polyphenol compound compared with those of the other solvent extracts, water and 75% ethanol extracts. The electron donating ability of extracts were 60.87% in water, 57.24% in 50% ethanol, and 55.61% in 75% ethanol.

Key Words : *Schizandra chinensis*, electron donating ability, superoxide dismutase(SOD)-like ability

I. 서론

현대 사회는 경제성장과 국민소득의 증대로 건강과 장수에 대한 관심이 높아짐에 따라 각종 부작용을 유발하는 합성 식·의약품에 비해 천연물에서 이를 대체할 수 있는 소재에 관한 연구가 매우 활

발히 진행되고 있다.

최근 들어 biomedical science 분야에서는 인체의 노화와 질병에 free radical의 관련성이 대두되고 있다¹⁾. Free radical은 인체 내에서 정상적인 대사과정 중 생물학적 반응으로 형성되며, 세포와 조직에 해로운 독성을 일으켜 질병을 유발하는 것으로 알려

져 있다²⁾. 이러한 유해 free radical을 억제하는 생리 작용으로는 전자공여작용, SOD 유사활성 등이 있으며, 전자공여능은 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하며, SOD 유사활성은 생체 내에서 생성되며, 전자환원으로 반응성과 파괴성이 매우 큰 superoxide anion radical을 제거하기 위해 분비되는 superoxide dismutase (SOD)와 유사한 역할을 하여 superoxide anion radical을 정상상태의 산소로 전환시켜 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다³⁾. 생약재 내의 이러한 작용을 하는 유효물질들을 섭취함으로써 산화적 장해를 방어하고 노화를 억제하는 효과⁴⁾를 기대할 수 있다는 연구 보고와 같이 우리나라를 비롯한 아시아의 여러나라에서는 민간요법으로 각종 생약재들을 여러 질병을 치료하는데 사용해 왔다⁵⁻⁷⁾. 본 연구에서 사용된 오미자는 목련과에 속한 낙엽 목질등목인 오미자 또는 화중오미자의 성숙한 과실로 맛은 시고 달며 성질은 따뜻하다. 오미자는 오래전부터 수렴, 자양, 강장, 진해약, 해주독, 목마름, 수렴고삼, 익기생진, 보신염신 등의 약효를 가지고 있어 한방에서 사용해오던 재료이다. 주요성분으로는 schizandrol, schizandrin A, B, C, angeloylgomisin O, P, epigomisin, pregomisin, deoxyschizandrin 등이 함유되어 있다^{8,9)}. 한편, 현재까지 알려진 연구보고는 약리기능을 나타내는 주요성분인 lignan화합물을 분리 확인하는 연구가 주로 이루어지고 있다¹⁰⁻¹⁴⁾.

본 연구에서는 일반적인 추출 방법인 가열 추출 방법으로 추출을 할 때 오미자 추출액의 추출 특성과 추출액의 항산화 효과를 검토하여 오미자의 추출 조건을 결정함으로써 오미자 유효성분의 식품소재화를 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 오미자는 경동시장에서 구입하여 4℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 생약재 적정 추출 용매비

오미자의 적정추출 용매비를 결정하기 위하여 오

미자에 대한 water의 비율을 8배, 10배, 12배, 14배로 달리하고, 환류 냉각 추출 장치를 이용하여 100℃로 3시간 동안 가열 추출하면서 가용성 고형분량을 측정하여 적정 용매 비율을 결정하였다.

3. 추출액 제조

오미자 일정량에 water, 50% ethanol, 75% ethanol 용액을 각각 적정 비율로 가하여 100℃에서 3시간 동안 추출한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 시료로 사용하였다.

4. 가용성 고형분 함량

오미자 일정량에 적정 용매비의 water, 50% ethanol, 75% ethanol을 각각 가하여 100℃에서 3시간 동안 추출하면서 가용성 고형분량의 변화를 측정하였다. 가용성 고형분(soluble solid)은 굴절당도계(Hand refractometer, model N1, range: 0~35%, Atago, Japan)를 사용하여 상온에서 3회 측정 후 °Brix로 나타내었다.

5. 탁도 및 색도 측정

추출액의 탁도(turbidity)는 water, 50% ethanol, 75% ethanol 추출한 시료를 spectrophotometer (V-550, Jasco, Japan)를 이용하여 650nm에서 측정하여 흡광도로 나타내었다.

색도는 색차계(Color difference meter, Color QUEST II Sphere System, USA)를 이용하여 water, 50% ethanol, 75% ethanol 추출한 시료의 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이때 표준 백색판의 L, a, b값은 99.93, -0.09, -0.02 이었다.

6. 적정 산도 및 유리당 함량

추출액의 산도는 water, 50% ethanol, 75% ethanol 추출 시 추출 완료 시점에서 산도를 측정하였다. 적정 용액으로는 0.1N NaOH용액을 사용하였으며, 적정시 pH 8.3의 종말점까지 소비된 0.1N NaOH 용액의 양을 측정하여 사과산(malic acid)함량으로 환산하였다.

유리당 함량은 HPLC(TCM, Waters, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때 이동상은 78% acetonitrile 이었고, flow rate는 1.0ml/min 이었으며, 분석에 사용한 column은 carbohydrate column(4.60×250mm, Waters, U.S.A), 검출기는 RI detector(RI-903, Jasco, JAPAN)를 사용하였다.

7. 총 폴리페놀의 함량 측정

총 폴리페놀의 함량(total polyphenol content)은 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis방법¹⁵⁾으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출액의 2배 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 5ml에 Folin reagent 5ml를 가하고 3분간 정치한 다음 5ml의 10% Na₂CO₃용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계를 사용하여 760nm에서 흡광도를 측정하고 (+)catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

8. 전자공여능

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 강등의 방법¹⁶⁾을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(α , α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여 효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2ml에 4×10⁻⁴ M DPPH용액(99.9% EtOH에 용해) 0.8ml, 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 2ml와 99.9% EtOH 2ml를 가하여 총액의 부피가 5ml가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 10분 방치한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A : 추출물 첨가구의 흡광도

B : 추출물 무첨가구의 흡광도

9. Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD 유사활성의 측정은 Marklund와 Marklund의 방법을 변형한 Kim 등¹⁷⁾의 방법을 이용하여 실시

하였다. 즉, 각 추출물을 감압농축한 Tris-HCl buffer (50mM tris[hydroxy- methyl]amino-methane+10mM EDTA, pH 8.5)를 이용하여 pH 8.5로 조절된 시료액을 만들었다. 각 시료 0.2ml에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxy- methyl]amino-methane+10mM EDTA) 3ml와 7.2mM pyrogallol 0.2ml를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1 N HCl 1ml로 반응을 정지시킨 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 이용하여 420nm에서의 흡광도를 측정하여 시료 첨가 및 무첨가구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$SOD\text{유사 활성}(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A : 추출물 첨가구의 흡광도

B : 추출물 무첨가구의 흡광도

단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

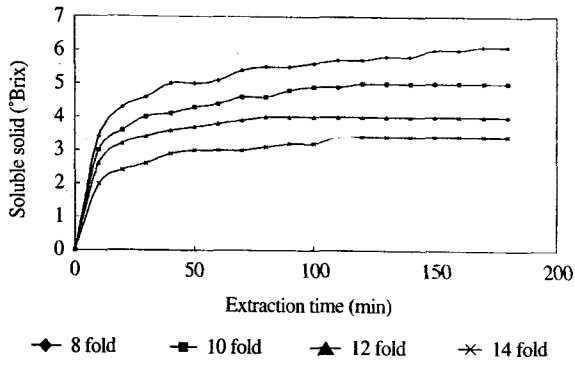
III. 결과 및 고찰

1. 추출 용매 비율

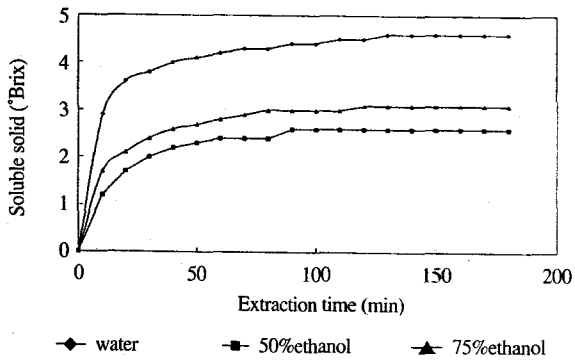
용매와의 비율을 결정하기 위하여 오미자에 대한 water의 비율을 8배, 10배, 12배, 14배로 달리하여 환류냉각 추출장치로 가열 추출하면서 시간별로 추출되어 나오는 가용성 고형분량을 측정하였으며, 그 결과를 <Fig. 1>에 나타내었다. 8배, 10배, 12배, 14배의 water를 가했을 때 50분까지 급격하게 상승하다가 90분 이후에는 평형에 도달하였으며, 각 시료의 8배, 10배, 12배, 14배 처리구별 추출 수율은 각각 18.8%, 20.0%, 18.0%, 17.6%,로 나타나 물과의 비율이 10배일 때 추출 수율이 가장 좋은 것으로 나타났다. 이는 상황버섯 분말의 추출에서 추출시간이 증가할수록 가용성 성분이 증가하다가 추출평형 시점 이후부터는 일정하였다¹⁸⁾는 연구 보고와 가수량이 10배수 일 때 가용성 성분의 함량이 가장 높았다¹⁹⁾는 연구 보고와 유사한 결과를 보여 주었다.

2. 가용성 고형분 함량

오미자에 10배의 water, 50% ethanol, 75% ethanol을 가하여 3시간 동안 추출하여 추출완료 시점의



<Fig. 1> Changes in soluble solid contents of *Schiznadra chinensis* with water extraction ratio

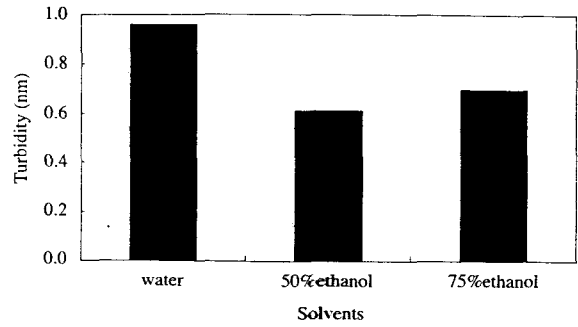


<Fig. 2> Changes in soluble solid contents of *Schiznadra chinensis* extraction with various solvents

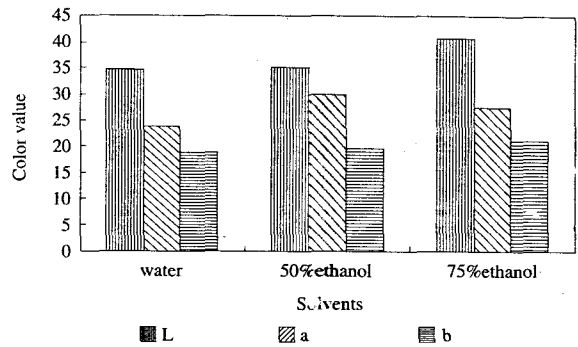
가용성고형분량을 측정하여 <Fig. 2>에 나타내었다. 전반적으로 다른 두 용매에 비해 water 추출액이 4.6 °Brix로 50% ethanol 추출액의 2.6 °Brix, 75% ethanol 추출액의 3.1 °Brix 보다 높은 가용성 고형 분함량을 나타내었으며, 추출 완료 시점은 90분이내 인 것으로 나타났다.

3. 탁도 및 색도

오미자 추출액의 탁도 측정결과를 <Fig. 3>에 나타내었다. 탁도는 water 추출액에서 가장 높았으며,



<Fig. 3> Changes in turbidity of *Schiznadra chinensis* extraction with various solvents



<Fig. 4> Changes in Hunter's value of *Schiznadra chinensis* extraction with various solvents

50% ethanol 추출액이 75% ethanol 추출액에 비해 약간 낮았다. <Fig. 4>는 추출액의 색도 변화를 나타낸 것으로 water 추출액과 50% ethanol 추출액은 색도의 변화가 거의 없었으며, 75% ethanol 추출액의 경우 L값이 약간 상승하였다. 따라서 오미자 추출액의 색도는 용매의 영향이 매우 미미한 것으로 보여진다.

4. 적정산도 및 유리당 함량

오미자 추출액의 적정산도와 유리당 함량을 측정 한 결과는 <Table 1>에 나타내었다. 적정산도는

<Table 1> Titratable acidity and free sugar contents in *Schiznadra chinensis* L. extractions with various solvent

Solvents	Free sugar(%)			Titratable acidity(mg%)
	fructose	glucose	sucrose	
Water	4.42	4.71	1.69	1.81
<i>Schiznadra chinensis</i> L. 50% ethanol	3.84	4.56	1.49	1.77
75% ethanol	1.24	3.65	0.89	1.74

water 추출액이 가장 높았으며, 추출용매의 ethanol 함량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다.

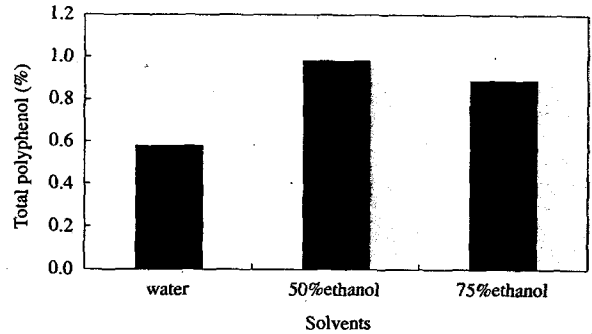
유리당 함량은 fructose 1.24~4.42mg%, glucose 3.65~4.71mg%, sucrose 0.89~1.69mg% 로 glucose의 함량이 가장 높았으며, 당질의 대부분을 glucose와 fructose인 것으로 나타났다. 추출 용매별 유리당의 함량은 water가 다른 추출 용매에 비해 높게 나타났으며, ethanol 함량이 증가할수록 유리당 함량은 감소하는 것으로 나타났다.

5. 총 폴리페놀의 함량 측정

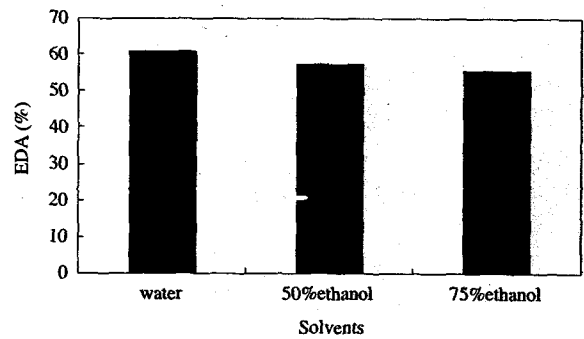
〈Fig. 5〉는 오미자 추출액의 총 폴리페놀 함량을 나타낸 것으로 50% ethanol 추출액은 0.98%, 75% ethanol 추출액은 0.89%, water 추출액은 0.58%로 나타나 50% ethanol 추출액에서 가장 높은 함량을 나타내었으며, water에 비해 유기용매 추출시 높은 함량을 보였다. 이는 이등²⁰⁾의 매탄올 추출물이 물추출물에 비해 2배 많은 페놀화합물을 함유하였다는 연구 보고와 비슷한 결과를 보여 주었다. 식물이 함유하고 있는 페놀화합물들의 양은 항산화력의 간접적인 지표가 된다²¹⁾. 따라서 오미자 추출액도 항산화 효과를 나타낼 것이라 사료되며, 특히 다른 용매에 비해 50% ethanol 추출액이 높은 효과를 나타낼 것으로 판단된다.

6. 전자공여능

전자공여능은 안정한 유리기로 cysteine, glutathione과 같은 함유황 아미노산과 ascorbic acid, aromatic amine 등에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화 물질의 항산화능 측정에 편리한 방법이다²²⁾. 이러한 물질들이 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성 산소를 비롯한 다른 라디칼에 대한 소거 활성을 기대할 수 있으며 인체내에서 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다²³⁾. 오미자 추출액의 전자공여능 측정 결과를 〈Fig. 6〉에 나타내었으며, water 추출액 60.87%, 50% ethanol 추출액 57.24%, 75% ethanol 추출액 55.61%로 나타나 용매별 전자공여능 효과가 큰차이는 나지 않았으며, water 추출액이 다른 용매에 비해 높은 전자공여



〈Fig. 5〉 Total polyphenol content of *Schiznadra chinensis* extraction with various solvents

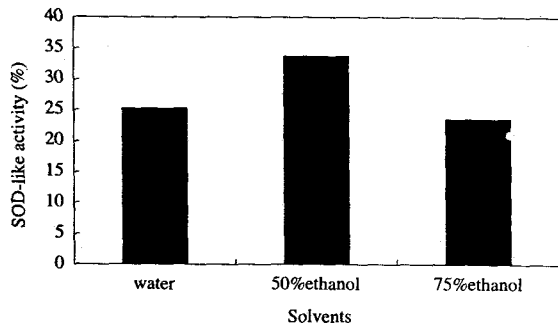


〈Fig. 6〉 Electron donating ability of *Schiznadra chinensis* extraction with various solvents

효과를 보여 주었다. 이 결과는 이 등²⁴⁾의 한국산 왕대, 솜대, 맹종죽, 조릿대 및 오죽의 항산화 효과에 관한 연구보고에서 열수 추출물이 70% ethanol 추출물에 비해 큰 전자공여 효과가 있다는 결과와 유사하였다.

7. Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD 유사활성은 superoxide와 반응하여 갈변물질을 나타내는 pyrogallol 자동산화 반응을 측정하는 원리이다²⁵⁾. 〈Fig. 7〉은 오미자 추출액의 SOD 유사활성 측정결과를 나타낸 것으로 50% ethanol 추출액에서 33.65%로 가장 높은 활성을 나타냈었으며, 이는 홍 등²⁶⁾의 과일, 과채류의 착즙액의 SOD 유사활성에 관한 보고에서 사과 14.6%, 케일 26.7%, 키위 27.6%, 무 24.1%의 활성에 비해 높은 활성을 나타내었다. 또한 50% ethanol 추출액이 다른 두 용매보다 우수한 것으로 나타나 추출 용매별 SOD 유사활성은 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 측정 결과와 비슷한 경향을 보여주었다. 송 등²⁷⁾은 쥘레 영지



<Fig. 7> Superoxide dismutase(SOD)-like activity of *Schizandra chinensis* extraction with various solvents

버섯 추출물의 생리활성 연구에서 폴리페놀 성분과 단백 다당체 등에 의해 SOD 유사활성이 나타난 것으로 보고하였는데, 본 실험의 결과도 이와 같이 폴리페놀 성분이 SOD 유사활성을 나타내는 것으로 사료된다.

IV. 요약

오미자 추출액의 추출 특성과 추출액의 항산화성을 검토하여 오미자의 추출 조건을 결정함으로써 오미자 유효성분의 식품 소재화를 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 용매와의 비율을 결정하기 위해 8배, 10배, 12배, 14배의 water를 가하여 추출 수율을 비교한 결과 water와의 비율이 10배일 때 추출 수율이 가장 좋은 것으로 나타났다. 탁도는 water 추출액에서 가장 높았으며, 추출용매의 ethanol 농도가 증가할수록 낮아졌다. 적정산도는 추출용매의 50% ethanol에서 가장 높았으나, 전체적으로 산도가 매우 낮았다. 유리당 함량은 fructose 1.24~4.42mg%, glucose 3.65~4.71mg%, sucrose 0.89~1.69mg% 로 glucose의 함량이 가장 높았으며, 당질의 대부분을 glucose와 fructose인 것으로 나타났다. 총 폴리페놀 함량을 나타낸 것으로 50% ethanol 추출액은 0.98%, 75% ethanol 추출액은 0.89%, water 추출액은 0.58%로 나타나 50% ethanol 추출액에서 가장 높은 함량을 나타내었으며, water에 비해 유기용매 추출시 높은 함량을 보였다. 전자공여능은 water 추출액 60.87%, 50% ethanol 추출액 57.24%, 75% ethanol 추출액 55.61%로 나타나 용매별 전자공여능 효과가

큰 차이는 나타나지 않았으며, water 추출액이 다른 용매에 비해 높은 전자공여 효과를 보여 주었다. SOD 유사활성 측정 결과는 50% ethanol 추출액에서 33.65%로 가장 높은 활성을 나타냈었으며, 50% ethanol 추출액이 다른 두 용매 보다 우수한 것으로 나타나 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 측정 결과와 비슷한 경향을 보여주었다.

■ 참고문헌

- 1) Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90: 7915-7922, 1993
- 2) Choi JS, Jung JH, Lee HJ, Lee JH, and Kang SS. A naphthalene glycoside from *Cassia tora*. *Phytochemistry*, 40: 997-999, 1995
- 3) Devy C, and Gautier R. New perspectives on the biochemistry of superoxide anion and the efficiency of superoxide dismutase. *Biochem. Pharmacol.* 39: 399-405, 1990
- 4) Kuramoto T. Development and application of food materials from plant extract such as SOD. *Upto date Food Processing* 27(3): 22-23, 1992
- 5) Hae J. DongEuBoGam, NamSanDang, Seoul, pp.140-142, 1990
- 6) Takahashi N, Kawada T, Goto T, Yamamoto T, Taimatsu A, Mataui N, Kimura K, Saito M, Hosokawa M, Miyashita K, and Fushiki T. Dual action of isoprenols from herbal medicines on both PPARgamma and PPARalpha in 3T3-L1 adipocytes and HepG2 Hepatocytes. *FEBS Lett.* 514: 315-322, 2002
- 7) Kamei R, Kadokura M, Kitagawa Y, Hazeki O, and okigawa s. 2'-benzyloxychalcone derivatives stimulate glucose uptake in 3T3-L1 adipocytes. *Life Sci.* 73: 2091-2099, 2003
- 8) Bao TT, Liu GT, Song ZY, Xu GF and Sun RH. A comparison of the pharmacologic actions of 7 constituents isolated from *Fructus schizandrae*. *J. Chin. Med.* 93: 41-47
- 9) Members of Pharmacognosy. In *hyundDai pharmacognoay*, Hak ChangSa, pp. 434-438

- 10) Ikeya Y, Taguchi H, Yasioka I, and Kobayashi H. The constituents of *Schizandra chinensis* B. I. isolation and structure determination of five new lignans, gomisins A, B, C, F and G, and the absolute structure of schizandrin, *Chem. Pharm. Bull.* 27(6): 1383, 1979
- 11) Ikeya Y, Taguchi H, Yasioka I, and Kobayashi H. The constituents of *Schizandra chinensis* B. II. isolation and structure determination of five new lignans, gomisins A, B, C, F and G, and the absolute structure of schizandrin, *Chem. Pharm. Bull.* 26(10): 1383, 1978
- 12) Ikeya Y, Taguchi H, Yasioka I. The constituents of *Schizandra chinensis* B. II. isolation and structure determination of five new lignans, gomisins A, B, C, F and G, and the absolute structure of schizandrin, *Chem. Pharm. Bull.* 27(10): 2536, 1979
- 13) Ikeya Y, Taguchi H, Yasioka I, and Kobayashi H. The constituents of *Schizandra chinensis* B. IV. isolation and structure determination of five new lignans, gomisins A, B, C, F and G, and the absolute structure of schizandrin, *Chem. Pharm. Bull.* 27(11): 2695, 1979
- 14) Ikeya Y, Taguchi H, Yasioka I, and Kobayashi H. The constituents of *Schizandra chinensis* B. V. isolation and structure determination of five new lignans, gomisins A, B, C, F and G, and the absolute structure of schizandrin, *Chem. Pharm. Bull.* 27(6): 1395, 1979
- 15) Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-249, 1912
- 16) Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 232-239, 1996
- 17) Kim SM, Cho YS, Sung SK. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 626-632, 1996
- 18) Song HN, Oh SW. Optimization of extraction and clarification condition for preparation of liquid extract tea from artificially cultivated *Phellinus linteus*. *J. Korean Sci. Nutr.* 31(4): 636-641, 2002
- 19) Lee KE, Oh NS, Park WJ, and Ryu GH. Changes in extraction pattern and yield of bamboo leaf powder at different extraction conditions. *Food Industry and Nutrition.* 9(1): 46-52, 2004
- 20) Lee SE, Bang JK, Seong NS. Inhibitory activity on angiotensin converting enzyme and antioxidant activity of *Hovenia dulcis* Thunb. Cortex extract. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 12(1): 79-84, 2004
- 21) Jung MS, Lee GS, Chae HJ. In vitro biological activity assay of ethanol extract of Radish. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47(1): 67-71, 2004
- 22) Bolis MS. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature.* 26: 1199-1200, 1958
- 23) An BJ, Lee JT, Lee SA, Kwak JH, Park JM, Lee JY, and Son JH. Antioxidant effects and application as natural ingredients of Korean *sanguisorbae officinalis* L. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47(2): 244-250, 2004
- 24) Lee MJ and Moon GS. Antioxidative effects of Korean Bamboo tree, Wang-dae, Som-dae, Maengjong-juk and O-juk. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(6): 1226-1232, 2003
- 25) Marklund S, Marklund G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 47: 468-474, 1974
- 26) Hong, HD, Kang, NK and Kim SS. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci Technol.* 30: 1484-1487, 1998
- 27) Song JH, Lee HS, Hwang JK, Chung TY, Hong SR, and Park KM. Physiological activities of *Phellinus ribis* extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 690-695, 2003