

소태나무(*Picrasma quassioides* (D. Don) Benn.)의 성분분석과 생리활성 평가

김영선 · 윤 유 · 심태흠¹ · 사재훈¹ · 왕명현*

강원대학교 생명공학부, ¹강원도 보건환경연구원 식의약품분석과

Studies for Component Analysis and Biological Evaluation in *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn. Extracts

Ying-Shan Jin, Yu Yin, Tae-Heum Shim¹, Jae-Hoon Sa¹, and Myeong-Hyeon Wang*

Division of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

¹Gangwon Research Institute of Health and Environment, Chuncheon 200-822, Korea

Abstract – This study investigates the chemical components and biological activities in *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn. extracts for the purpose of developing natural pharmaceutical products. The proximate components in *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn. extracts were 81.56% of carbohydrate, 5.80% of crude fat, 7.75% of crude protein, and 2.07% of crude ash. Calcium was the most predominant mineral and followed phosphorus, potassium, sodium, and magnesium, in a decreasing order. The content of the unsaturated fatty acids, such as oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid, was found to be higher than those of saturated fatty acids. Water and methanol extract exhibited antioxidative activity with IC₅₀ of 128 µg/ml and 144 µg/ml, respectively, suggesting that the extracts are the major biological component in *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn. extracts. The α-glucosidase inhibitory activity showed that methanol and water extract were the high inhibitory activity. Considering these results, water extracts of *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn. showed the possibility that they can be used as a new material for natural pharmaceutical products.

Key words – antioxidative activity, chemical components, *Picrasma quassioides* (D. Don) Benn., biological activities, water extracts

소태나무(*Picrasma quassioides* (D. Don) Benn.)는 쌍떡잎식물 쥐손이풀목, 소태나무과(Simaroubaceae)에 속하는 낙엽 활엽교목으로 주로 한국 · 일본 · 타이완 · 중국 · 인도 등지에 분포한다. 키는 약 10 m 정도이고, 잎은 어긋나며 잔잎 9~15장이 깃털 모양의 겹잎으로 달린다. 잔잎은 길이가 10 cm 미만으로 표면은 광택이 나고, 뒷면의 맥(脈) 위에는 털이 있으며 앞가장자리는 잔톱니가 있다. 지름이 4~7 mm 인 황록색의 꽃은 6월에 암꽃과 수꽃이 따로따로 산방(繖房)꽃차례를 이루어 핀다. 수꽃의 수술은 5개이며, 암꽃의 암술머리는 5갈래로 나누어져 있다. 추위와 건조에 강하며 목재는 단단하고 치밀해 가구나 조각재로 이용되며, 한방에서는 구충제 · 건위제 · 소화제로 쓰인다.¹⁾

소태나무에는 quasinoids, tirucallanes, ionone, alkaloids

등^{2,3)}을 다량 함유하고 있고 소태나무 열매에는 arbutin, phlorin, koaburaside, syringin, citrusin B, cnidioside B, flavaprenin 7,4'-diglucoside, phenyl propanoids와 phenolic compound 등⁴⁾이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다. 생리활성으로 보면 소태나무과는 항암활성과 면역조절작용⁵⁾을 지니고 있으며, 항고혈압, 항산화, 소염작용, 해독 등⁶⁾을 갖고 있다고 알려져 있으나 소태나무의 기능성 연구는 거의 이루어지지 않고 있어 체계적인 연구가 절실히 필요하다. 특히, 식생활의 변화로 동맥경화, 심근경색, 고혈압 등의 혈관순환계 질환의 주요인은 동물성 지방의 과량 섭취가 원인이 된다.⁷⁾ 이러한 지방의 과잉 섭취는 지질 대사의 이상을 초래하여 심장질환 및 혈관계의 질병을 유발시키고 대장암과 유방암 등을 유발 시킨다.^{8,9)}

현재 국내외적으로 천연물로부터 기능성 성분의 소재를 발굴하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 소태나무의 생리활성 물질로서의 연구는 아직까지 미진하여 본 연구를

*교신저자(E-mail) : mhwang@kangwon.ac.kr
(FAX) : 033-241-6480

통하여 고부가가치의 기능성 의약품의 개발에 기여하고자 한다. 따라서 본 연구는 강원도 춘천 근교에서 채취한 소태나무를 이용하여 새로운 신약후보물질을 발굴하기 위하여 그의 화학성분을 분석하고, 생리활성 기능의 탐색을 위해 소태나무의 각종 추출물을 이용하여 *in vitro*에서 다양한 생리활성에 관해 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료 - 강원도 춘천시 근교에서 채집한 소태나무 줄기를 잘 세척하고 풍건한 후 분쇄하여 시료로 사용하였다.

추출물의 조제 - 소태나무를 약 100 g 정도를 추출용기에 넣고, 시료중량 20배(2 L)의 에탄올, 메탄올, 물, 70% 에탄올, 70% 메탄올 등 각각의 용매로 2회 반복 추출하였다. 추출하여 얻어진 용액을 여과한 다음, Vacuum rotary evaporator로 감압 농축하여 엑기스를 얻은 다음 생리활성 측정을 하였다.

일반성분 분석 - 수분은 105°C 상압건조법, 조지방 함량은 Gerhardt사 (Germany)의 Soxtherm이동하여 Soxhlet 추출법으로, 조단백질은 단백질 자동 분석 장치(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator사, Sweden)를 이용하여, 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질 함량(%)으로 표시하였다. 조회분은 550°C에서 백색에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화하여 정량하였다. 탄수화물은 100에서 조지방, 조단백질, 조회분 함량을 뺀 값으로 나타내었다.

무기질 분석 - 무기질 시료의 전처리하는 황산-질산 분해법으로 분해한 후, 일정용액으로 하여 Atomic Absorption Spectrophotometer(AAS; AnalytikjenaAG NOVA330, Germany)로 분석하였다. Calcium은 인의 간섭을 피하기 위하여 AAS의 방법에 따라 KCl을 첨가하여 nitrous oxide-acetylene gas를 사용하였다. P는 몰리브덴 청 비색법으로 UV/VIS Spectrophotometer DU800(Beckman Coulter, USA)을 이용하여 분석하였다.

지방산 분석 - 시료를 Bligh-Dyer 방법인 chloroform:methanol(2:1, v/v)용액으로 지방질을 추출 정제한 후, 검화하여 Metcalfe 등의 방법에 따라 14% boron trifluoride로 methylation한 후, gas liquid chromatography(GLC, Hewlett-Packard GC Model 5890 series II, USA)로 분석하였다.^{10,11)} 즉, 총지방질 20 mg을 정확히 취하여 0.5 N NaOH methanol 용액 1.5 ml를 가하여 100°C에서 5분간 검화시킨 후, 14% BF₃-MeOH 용액 2.0 ml를 가해 100°C에서 30분간 가온하여 지방산 methylester로 한 후, isooctane 1.0 ml와 포화 NaCl용액 5.0 ml를 가해 추출하여 isooctane층을 취하여 Na₂SO₄로 탈수 후, GLC 분석시료로 하였다. 분석시 검출기는 FID, 칼럼은 ZB-Wax capillary column(30 m×0.25 mm×0.25 μm)를 사용하였으며, GLC의 분석조건은 주입(injector)

온도가 250°C, 탐지(detector) 온도가 260°C(FID), 운반 가스 주입속도(carrier gas flow rate)는 0.8 ml/min, 수소 주입속도(hydrogen flow rate)는 40 ml/min, 공기 주입속도(air flow rate)는 450 ml/min, 그리고 분리비(split ratio)는 5:1로 하였다.

구성당 분석 - 구성당은 Blakeney 등의 방법으로 정량하였다.¹²⁾ 즉, 시료 10 mg을 정확히 취하여 72%(w/w) H₂SO₄ 125 μl를 넣어 잘 혼합한 다음, 실온에서 45분간 방치하였다. 그 혼합액에 증류수 1.35 ml를 가하여 100°C에서 3시간 가수분해한 후, 15 M NH₄OH 320 μl를 가하여 중화시킨 후, 2% NaBH₄ DMSO용액 1 ml를 첨가하여 40°C에서 90분간 반응시켰다. 그 반응액에 18 M glacial acetic acid 100 μl를 가하고 1-methylimidazole 200 μl와 acetic anhydride 2.0 ml를 넣어 실온에서 10분간 방치하였다. 그 반응액에 증류수 5.0 ml를 가하여 과잉의 acetic anhydride를 분해 후, dichloromethane 1.0 ml를 넣어 잘 혼합 후, 분리된 하층을 microcentrifuge tube에 취해 GLC를 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 다음과 같다. 즉, column은 DB 225 (30 m×0.25 mm×0.25 μm) (J&W Scientific Inc. Folsom CA)을 사용하였고, oven온도는 235°C, 주입온도는 285°C, 탐지온도는 300°C(FID), 운반 가스 주입속도는 1.0 ml/min 그리고 분리비는 10:1로 하였다.

DPPH 자유라디칼(free radical) 소거법에 의한 항산화 효과 - 추출물의 검체를 적당한 농도(10 μg/ml, 50 μg/ml, 100 μg/ml, 250 μg/ml, 500 μg/ml)로 추출용매에 희석한 용액 2 ml와 0.065 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 2 ml씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음, 실온에서 30분간 방치한 후, spectrophotometer (Hitachi, Ibaraki, Japan) 514 nm에서 흡광도를 측정하였다.¹³⁾ 항산화 효과는 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검체의 농도(IC₅₀)로 표시하였다. 각 시료를 3회 반복 실시하여 평균하였다. 이 효능검정을 통하여 항산화 효과를 확인하였다.

Fe²⁺/ascorbate에 유도된 간장 분획물의 과산화지질 농도 측정 - 항산화 활성은 Wong 등의 방법¹⁴⁾에 따라 50 mM Tris-HCl buffer(pH 7.5) 0.25 ml에 추출물 0.05 ml, 간장 각 분획물 0.05 ml, 0.1 mM ascorbate acid 0.05 ml 및 4 mM FeCl₂ 0.05 ml를 첨가하여 반응액을 잘 혼합하고 37°C의 항온조(water bath)에서 1시간 반응시켜 지질 과산화를 유도시켰다. 이때 대조구는 시료를 첨가하지 않고 동일한 방법으로 측정하였다. 반응 후 9.8% SDS 0.2 ml, 증류수 0.9 ml와 1.0 N HCl의 혼합용액 0.5 ml를 가하고 0.6% TBA (thiobarbituric acid) 2 ml를 가하여 혼합하고 끓는 물 속에서 30분간 가열하여 발색시켰다. 냉각 후 부탄올 5 ml 넣고 3,000 rpm에서 25 min 원심분리하여 얻은 상등액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지질 과산화물 농도를 나타내는 malondialdehyde (MDA)를 nmol/mg protein로 나타내었

다. 단백질 양은 Lowry법¹⁵⁾으로 측정하였다.

α-Amylase 저해 활성 - 추출물 20 μl에 0.05 U/ml pancreatin 기원의 α-amylase 효소액 20 μl, 200 mM potassium phosphate buffer (KPB, pH 6.8) 40 μl와 혼합하여 37°C에서 10분간 예비배양(preincubation) 한 후 2% 녹말(starch)를 250 μl 가하여 37°C에서 10분간 반응시킨다. 반응액에 48 mM DNS (3,5-dinitrosalicylic acid and 30% sodium potassium tartarate in 0.5 M NaOH) 발색시약 200 μl를 넣고 100°C에서 5분간 끓여 발색을 시킨 후 충분히 냉각시킨다. 이 반응액에 10배량의 물을 가하고 잘 교반한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하고 저해율을 계산하였으며 α-amylase의 활성을 50% 저해하는 저해제의 농도를 IC₅₀으로 계산하였다.

α-Glucosidase 저해 활성 - 추출물 50 μl를 0.3 U/ml α-glucosidase 효소액 50 μl, 200 mM KPB(pH 7.0) 50 μl와 혼합하여 37°C에서 15분간 예비배양 한 후 3 mM pNPG(p-nitrophenyl α-D-glucopyranoside) 100 μl를 가하여 37°C에서 10분간 반응시켰다. 0.1 M Na₂CO₃ 750 μl로 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였으며 대응하는 α-glucosidase의 IC₅₀ 값을 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 무기질 함량 - 소테나무의 일반성분을 분석한 결과는 Table I과 같다. 함유성분은 탄수화물이 81.56%, 조단백이 7.75%, 조지방이 5.80%, 수분이 2.82%, 회분이 2.07% 순으로 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 조단백과 조지방의 함량이 다른 식물에 비하여 비교적 높게 나타났다.

소테나무 추출물에 함유되어 있는 무기성분을 분석한 결과는 Table I과 같다. 즉, 소테나무 추출물의 주요 무기성분은 Ca이 425.46 mg/100 g으로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 P(352.10 mg/100 g)과 K(256.74 mg/100 g)이 많은 함량으로 나타났다. 그 외에 Fe(6.26 mg/100 g), Zn(2.18 mg/100 g) 순으로 나타났다.

구성당 함량 - Table II는 소테나무에 함유 되어 있는 구성당의 함량을 GLC로 분석한 결과로서 구성당은 약 2종으로 분리 동정되었으며, 그 중 glucose가 17650.27 mg/100 g으로 대량 함유되었고 xylose가 3711.16 mg/100 g이 함유되어 있었다.

지방산 조성 - 소테나무에 함유되어 있는 지방산을 GLC로 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 소테나무 가루의 총 지방산 함량은 5.80%였으며, 총 지방산 중 주요 지방산 조성은 linoleic acid(C18:2)가 25.13%, palmitic acid(C16:0)가 22.94%, oleic acid(C18:1)가 18.72%, linolenic acid(C18:3) 11.79% 순이었다. 반면에 C24:0, C23:0, C22:0, C20:0, C18:0, C16:1, C14:0은 각각 3.85%, 2.16%, 5.35%, 1.79%,

Table I. Proximate compositions and mineral contents in *P. quassioides* (D. Don) Benn. extracts

Composition	<i>P. quassioides</i> (D. Don) Benn.
Proximate composition (%)	
Moisture	2.82
Crude ash	2.07
Crude protein	7.75
Crude fat	5.80
Carbohydrate	81.56
Mineral (mg/100 g)	
Ca	425.46
K	256.74
Na	58.68
Mg	53.55
Zn	2.18
Fe	6.26
P	352.10

Table II. Contents of monosacchrides in *P. quassioides* (D. Don) Benn. extracts (unit: mg/100 g)

Sugar composition	
Xylose	3711.16
Glucose	17650.27

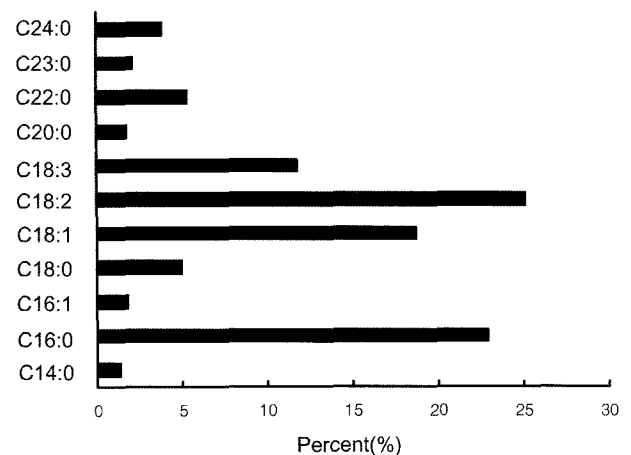


Fig. 1. Fatty acid compositions in *P. quassioides* (D. Don) Benn. (unit:%)

4.98%, 1.9%, 1.39%로 나타났다. 포화 지방산은 전체 지방산중 42.46%로 나타났으며, 그 중 palmitic acid가 22.94%로 높게 나타났고, 전체 지방산중 불포화지방산이 57.54%로 나타났으며, 그 중 linoleic acid가 25.13%로 가장 높게 나타났다.

항산화 효과 - 노화와 성인병 질환의 원인인 활성산소중

을 제거하는 생체내 항산화 물질로는 항산화효소인 superoxide dismutase, peroxidase, catalase, glutathione peroxidase 등과 tocopherol, carotenoid, flavonoid 등의 많은 종류의 저분자 항산화물질이 있으며¹⁶⁾ BHT(butylated hydroxytoluene), BHA(butylated hydroxyanisole), Trolox C 등의 합성 항산화제도 많이 개발되어 의약품과 식품분야 등에서 이용되고 있다. 탁월한 항산화 효능과 경제성 때문에 인공합성 항산화제가 많이 이용되어 왔으나 안전성에 대한 논란뿐만 아니라¹⁷⁾ 합성 항산화제에 대한 소비자의 기피현상과 합성 항산화제가 대량으로 투여된 동식물 실험에서 발암성이 보고되고 있어¹⁸⁾ 합성 항산화제의 사용이 점점 제한되고 있다. 그러므로 효력이 탁월하고 보다 안전한 새로운 천연 항산화제의 개발이 절실히 요구된다. 소태나무에서 활성산소를 소거할 수 있는 화합물 또는 과산화물 생성억제 물질로 이용하고자 DPPH로 전자공여능을 분석한 결과는 Table III과 같다. 소태나무 추출물의 항산화 효과는 물 추출물(IC₅₀: 128 g/ml)이 가장 높았고, 메탄올 추출물(IC₅₀: 144 g/ml) 및 70% 에탄올 추출물(IC₅₀: 148 g/ml)의 순으로 측정되었으며 주로 극성 용매에서 항산화 활성이 높게 나타났다.

Fe²⁺/ascorbate에 유도된 간장 분획물의 과산화지질 농도 측정 - 생체막 구성성분인 인지질의 불포화 지방산은 활성산소종과 같은 자유 라디칼에 의한 과산화반응이 개시되며 또한 연쇄적으로 진행된다.^{19,20)} 그러므로 자유 라디칼에 의한 지질의 과산화 반응은 세포막의 투과성을 항진시킬 뿐만 아니라 전반적인 세포독성을 초래하여 노화현상 및 이에 따른 여러 가지 병리현상을 유도하는 것으로 알려져 있다.²¹⁾ 대사성 질환 원인의 하나인 과산화지질에 대한 소태나무의 효과를 검토하기 위하여, Fe²⁺/ascorbate에 유도된 간

Table III. Antioxidant activity of solvent fractionations from the *P. quassioides* (D. Don) Benn. extracts by DPPH radical scavenging method

Fractions	Antioxidant activity ¹⁾ (IC ₅₀ : µg/ml)
Water ext.	128
70% MeOH ext.	153
MeOH ext.	144
70% EtOH ext.	148
EtOH ext.	158
Control antioxidants	
BHT	5.4
Vitamin C	4.2
α-Tocopherol	3.3

¹⁾Amount required for 50% reduction of DPPH (0.065 mM) after 30 min.

Table IV. The inhibitory effects of aqueous extracts of *P. quassioides* (D. Don) Benn. on FeCl₂-Ascorbic acid induced lipid peroxidation in a rat liver homogenate *in vitro**

Fractions	Dose (mg/ml)	MDA (nmol/mg protein)	Inhibition (%)
Control	-	129±9.7	-
Water ext.	1	105±11.6	41.5
70% MeOH ext.	1	67±8.2	33
MeOH ext.	1	95±9.0	42
70% EtOH ext.	1	67±8.2	42
EtOH ext.	1	74±1.9	27
Control antioxidants			
α-Tocopherol	0.5	65±1.9	51

*Values represent the mean±S.D. (n=5)

장 분획물의 과산화지질 농도 측정된 결과 70% 메탄올과 70% 에탄올 추출물에서 과산화지질 억제율이 42%로 제일 높게 나타났고, 다음으로는 에탄올, 메탄올, 물 추출물의 과산화지질 억제율이 각각 41.5%, 33%, 27%였다(Table IV).

α-amylase 저해 활성 및 α-glucosidase 저해 활성 - 당뇨병은 암 및 순환기 질환과 더불어 3대 질병의 하나로 주목되고 있다. α-amylase는 탄수화물이 가수분해에 가장 먼저 작용하는 소화효소로 크게 타액의 α-amylase와 췌장 기원의 α-amylase로 나뉘게 된다. 탄수화물의 소화와 있어서 중요한 효소인 α-amylase의 저해제 개발을 통한 탄수화물의 소화속도를 낮추어 식후 혈당 상승을 억제할 수 있다. 그리하여 소태나무 추출물을 이용하여 pancreatin α-amylase에 대한 저해 활성을 검토한 결과 물 추출물에서 2.5 mg/ml 농도에서 2.1%의 저해 활성을 나타내었고 기타 추출물에서는 매우 낮은 저해율을 나타내었다(Table V).

α-Glucosidase는 소장 brush-border membrane에 존재하

Table V. Pancreatin salivary α-amylase and α-glucosidase inhibitory activities from the different solvents of *P. quassioides* (D. Don) Benn.

Fractions	Inhibition(%)	
	α-glucosidase	α-amylase
Water ext.	31.808	2.106
EtOH ext.	-	0.866
70% EtOH ext.	-	0.925
MeOH ext.	40.951	0.718
70% MeOH ext.	3.549	0.689
Acarbose	95.207	68.201

Extracts' concentration is 2.5 mg/ml in α-glucosidase inhibition assay and 5 mg/ml in α-amylase inhibition assay, acarbose is 0.5 mg/ml as a control.

는 소화 효소이다. 이들은 이당류나 다당류를 탄수화물이 소화 흡수되기 위한 상태인 단당류로 가수분해하는 역할을 한다. α -Glucosidase 저해제는 탄수화물 식이 후 혈당 상승을 억제할 수 있다. 그리하여 소태나무 추출물을 이용하여 α -Glucosidase에 대한 저해 활성을 검토한 결과 메탄올 추출물에서 40.95%로 제일 높게 나타났고 다음으로는 물 추출물이 31.81%로 높게 나타났다(Table V). 이러한 결과로부터 소태나무 물 추출물과 메탄올 추출물은 항당뇨 효과가 있는 것으로 추정된다.

결 론

소태나무를 이용한 기능성 의약품개발을 목적으로 소태나무의 화학성분, 항산화 활성 및 여러 가지 생리활성을 조사하였다. 일반성분은 탄수화물, 조단백, 조지방, 수분, 회분 순으로 나타났다. 소태나무에 가장 많은 무기성분으로는 Ca가 가장 많고, 그 외 P, K, Na, Mg, Fe, Zn 순으로 나타났다. 구성당은 총 2종이 분리 동정되었으며, 그 중 glucose와 xylose가 대부분 함유되어 있었다. 주요 지방산 조성은 linoleic acid가 가장 많고, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid 순이었다. 항산화 효과는 물 추출물에서 가장 높게 측정되었고 메탄올 추출물 및 70% 에탄올 추출물 순으로 항산화 효과가 측정되었다. α -Glucosidase 저해 활성은 메탄올 추출물에서 가장 높게 나타났고 다음으로 물 추출물에서 높게 측정되었다.

인용문헌

1. A editorial committee (over 300 members) of the administration bureau of traditional chinese medicine, *chines materia medica (zhonghua benchao)* (1998) *Zhonghua bencao*. **5**: 13-17. Shanghai science & Technology Press, Shanghai.
2. Murae, T., Tsuyuki, T., Ikeda, T., Nishihama, T. and Takahashi, T. (1971) Bitter Principles of *Picrasma ailanthoides* PLANCHON, Nigakilactones A, B, C, D, E, and F, *Tetrahedron*. **27**: 1545-1555.
3. Ohmoto, T., Nikaido, T., Koike, K., Kohda, K. and Sankawa, U. (1988) Inhibition of adenosine 3',5'-cyclic monophosphate phosphodiesterase by alkaloids. II. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. **36**: 4588-4592.
4. Kazuko, Y., Saori, S. and Shigenobu, A. (1995) Phenylpropanoids and other secondary metabolites from fresh fruits of *Picrasma quassioides*. *Phytochemistry*. **40**: 253-256.
5. Luyengi, L. Suh, N. and Fong, H. H. (1996) A lignan and four terpenoids from *Brucea javanica* that induce differentiation with cultured HL-60 promyelocytic leukemia cells. *Phytochemistry*. **43**: 409-412.
6. Nayfeh, A. H. (1981) Introduction to perturbed techniques. 365-375. John Wiley & Sons, New York.
7. Kang, M. H., Lee, J. H., Lee, J. S., Kim, J. H. and Chung, H. K. (2004) Effect of acorn supplementation on lipid profiles and antioxidant enzyme activities in high fat diet-induced obese rats. *The Korean Nutr. Soc.* **37**: 169-175.
8. Sung, I. S., Kim, M. J. and Cho, S. Y. (1997) Effect of quercus acutissima carruthers extracts on the lipid metabolism. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **26**: 327-333.
9. Han, J. S. and Han, Y. B. (1994) The effect of high fat diet and dietary fiber on lipid metabolism in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**: 541-547.
10. Metcalfe, L. D. and Schmitz, A. A. (1961) The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* **33**: 363-364.
11. Shim, T. H., Han, K. S., Lee, T. J., Cheong, E. H. and Lee, H. K. (1994) Composition of lipid and amino acid in *Semisulcospira gottscheitissues*, *J. Food Hyg. Safety* **9**: 81-87.
12. Choi, J. H., Jang, J. G., Park, K. D., Park, M. H. and Oh, S. D. (1981) High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J. Food Sci. Technol.* **13**: 107-113.
13. Lee, G. D., Kim, J. S., Bae, J. O. and Yoon, H. S. (1992) Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in Wormwood (*Artemisia Montana Pampan*). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**: 17-22.
14. Wong, S. F., Holliwell B., Richmond, R. and Skowronek, W. R. (1981) The role of superoxide and hydroxyl radical in the degradation of hyaluronic acid induced by metal ions and by ascorbic acid. *J. Inorganic Biochem* **14**: 127-134.
15. Lowry, O. H., Rodebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**: 265.
16. Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. (1977) Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* **43**: 556-561.
17. Imaida, K., Ishihara, Y., Nishio, O., Nakanishi, K. and Ito, N. (1983) Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *Toxicol Lett.* **16**: 259-269.
18. Frankel, E. N. (1996) Antioxidants in lipid foods and their on food quality. *Food Chemistry*. **57**: 51-54.
19. Fridovich, I. (1978) The biology of oxygen radicals, *Science* **201**: 875.
20. Corfrau, R. S., Kumar, V. and Robbins, S. L. (1989) Robbins pathologic basis of disease, W. B. 1. Saunders, Philadelphia.
21. Johnson, J. F., Walford, R., Harma, D. and Miquel, J. (1986) Free radicals, aging and degenerative disease, 99. Alen R. Liss, N. Y.

(2006년 1월 13일 접수)