

신나무 추출물의 항산화 활성물질

한성수* · 노석초* · 최용화** · 김명조** · 곽상수**

Antioxidative Compounds in Extracts of *Acer ginnala* Max.

Seong Soo Han*, Seog Cho Lo*, Yong Hwa Choi**,
Myong Jo Kim** and Sang Soo Kwak**

ABSTRACT : To search for antioxidative compounds from plant resources, methanol extracts of 45 plant species were investigated using DPPH method. The highest activity was shown in the methanol extract of *Acer ginnala* (RC₅₀ : 15 μ g), followed by *Stewartia koreana* (RC₅₀ : 28 μ g) and *Carpinus laxiflora* (RC₅₀ : 33 μ g). Two antioxidative compounds were isolated from the methanolic extract of *Acer ginnala* Max and identified as acertannin (2,6-di-O-galloyl-1,5-anhydro-D-glucitol) and gallicin (methyl-3,4,5-trihydroxybenzoic acid) on the basis of mass spectroscopy, ¹H- and ¹³C-NMR data. The DPPH free radical scavenging activities of acertannin (RC₅₀ : 3.5 μ g) and gallicin (RC₅₀ : 2.8 μ g) were more effective than those of BHA (RC₅₀ : 14 μ g) and α -tocopherol (RC₅₀ : 12 μ g).

Key words : antioxidative compounds, *Acer ginnala* Max., acertannin, gallicin.

緒 言

최근 노화와 성인병 질환의 원인이 생체내에서 발생하는 슈퍼옥사이드라디칼($\cdot O_2^-$), 과산화수소(H₂O₂), 하이드록실라디칼($\cdot OH$) 등과 같은 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)에 의한 산화적 대사부산물인 중요한 원인이 된다는 학설이 인정되고 있으며(Wiseman, 1996), ROS가 단백질, 생체막, DNA 등에 유해한 작용을 하게 됨에 따라 ROS를 조절할 수 있는 물질로 알려진 항산화

제에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Chang et al., 1977a). ROS를 제거하는 생체내 항산화물질로는 superoxide dismutase, peroxidase, catalase, glutathione peroxidase 등의 항산화효소와 tocopherol, ascorbate, carotenoid, flavonoid 등의 많은 종류의 저분자 항산화물질이 있으며 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다(Hammerschmidt & Pratt, 1977; Kitahara et al., 1992a). 아울러 BHT, BHA, Trolox C 등의 합성 항산화제가 많이 개발되어 의약품과 식품분야 등에서 이용되고 있다(Masaki et al., 1995a).

* 원광대학교 생명자원과학대학(College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan, Chonbuk, 570 - 749, Korea)

** KIST생명공학연구소(Plant Biochemistry Research Unit, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology(KRIBB), P. O. Box 115, Yusong, Taejon 305 - 600, Korea) < '98. 9. 22 接受 >

항산화 효과가 있는 물질은 동식물에 널리 분포되어 있으며, 특히 많은 연구가 이루어진 분야는 식물성의 물질들이다 (Shin, 1997). 탁월한 항산화 효능과 경제성 때문에 인공합성 항산화제가 많이 이용되어 왔으나 안전성에 대한 논란 뿐만 아니라 (Baren, 1975; Ito et al., 1983a) 합성 항산화제에 대한 소비자의 기피성향과 합성 항산화제가 대량으로 투여된 동물실험에서 발암성이 보고되고 있어 (Frankel, 1996), 합성 항산화제의 사용이 점점 제한되고 있다. 이로 인하여 효력이 탁월하고 보다 안전한 새로운 천연 항산화제의 개발이 절실히 요구된다.

식물은 환경 스트레스로부터 안전한 곳으로 이동할 수 없으며 광합성을 하기 때문에 생체내 산소 농도가 높아 외부스트레스에 의해 과다하게 발생하는 ROS를 적절하게 제거하기 위하여 다양한 종류의 항산화물질을 생산하리라 생각된다. 따라서 본 연구에서는 식물자원으로부터 강한 항산화물질을 탐색하기 위하여 원광대학교 부속 자연식물원에서 채취한 45종 식물체 지상부의 항산화활성을 조사하였으며, 가장 활성이 높았던 신나무 (*Acer ginnala* Max.)로부터 2종의 강한 활성물질을 분리하여 구조를 분석하였다. 신나무는 단풍나무과에 속하며 각지의 산기슭과 낮은 산에서 널리 자란다. 잎은 탄닌의 원료로 쓰이고 민간에서는 껍질을 수렴약으로 쓰며, 고약을 만들어 상처를 아물게 하는데 쓰기도 한다 (최, 1991).

材料 및 方法

1. 재료

본 연구에 사용된 식물 45종 (Table 1)은 1997년 4월 전북 익산시 신용동 소재 원광대학교 부속 자연식물원에서 채취하였다.

2. 방법

2-1. 시약 및 기기

DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)와 α -tocopherol (vitamin E)은 Sigma사 제품을, BHA (3-tert-butyl-4-hydroxyanisole)는 Kanto사 제품

을 사용하였다. 흡광도는 Varian DMS 200 spectrometer를 사용하여 측정하였다. $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz) 및 $^{13}\text{C-NMR}$ (75.5 MHz) spectrum은 Bruker DRX 300 spectrometer를, FAB-MS spectrum은 Concept-1S (KRATOS)를, EI-MS spectrum은 MS-engine 5989A (Hewlett Packard)를 사용하였다. Column chromatography는 silica gel (70~230 mesh, Merck), ODS gel (70~230 mesh, YMC), Sephadex LH-20 (75-150 mesh, Pharmacia)을 사용하였다. HPLC는 YMC C_{18} column (250 × 20 mm)을 연결한 Gilson 303 (France)을 사용하였다.

2-2. 추출 및 용매분획 음지

실온에서 건조시킨 45종의 식물체 지상부 (건물 중 10~20g)를 MeOH (200 ml)로 2회 추출하여 농축 건조시켰다. 농축액 일정량을 MeOH에 녹여 DPPH free radical 소거법 (Choi et al., 1993a)에 의한 항산화 활성을 측정하였다. 이 중 항산화 활성이 가장 강하게 나타난 신나무로부터 항산화 활성 물질을 규명하기 위하여 어린줄기를 포함한 잎 생체중 700g을 MeOH (7 l)로 2회 추출하여 농축 건조시켜 MeOH 추출물 (185g)을 얻었다. MeOH 추출물을 증류수 (H_2O)에 현탁시켜 n-hexane, chloroform (CHCl_3), ethyl acetate (EtOAc) 및 n-butanol (BuOH)을 사용하여 순차적으로 용매분획하여, hexane 분획 10g, CHCl_3 분획 20.7g, EtOAc 분획 57.5g, BuOH 분획 54.5g, H_2O 분획 42.3g을 얻었다.

2-3. 항산화 물질의 분리

항산화 활성이 강하게 나타난 EtOAc 분획을 DPPH free radical 소거법을 지표로 항산화 활성물질을 분리하였다. EtOAc 분획 (57.5g)을 silica gel (7734, Waters) 유리컬럼 ($\phi 5 \times 70\text{cm}$)에 충전시킨 후 CHCl_3 -MeOH의 용매계로 순차용출시켜 활성분획 (40% MeOH in CHCl_3) 5.58g을 얻었고 계속하여 ODS open column chromatography (MeOH- H_2O)를 실시하여 활성분획 (20% MeOH) 2.36g을 얻었다. 활성분획을 Sephadex LH-20 (100g, MeOH : H_2O = 4 : 1, v/v) column chromatography와 반복적인 HPLC (45% MeOH, YMC C_{18} , 6 ml/min)를 시행하여 최종적으로

compound 1 (11.2mg) 과 compound 2 (30mg) 를 분리하였다.

2-4. DPPH free radical 소거법에 의한 항산화 활성
각 정제단계의 분획은 Choi 등 (1993a) 의 방법에 의한 DPPH free radical 소거법에 의해 항산화 활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 4ml 의 MeOH 에 녹여, 1.5×10^{-4} M DPPH MeOH 용액 1ml 를 첨가한 후, 30분간 실온에 방치 후 517nm 에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 양 (μ g) 을 RC_{50} 으로 나타냈으며, 기존의 항산화제인 α -tocopherol 및 BHA 와 비교하였다.

Compound 1

FAB-MS m/z 469 $[M+H]^+$; 1H -NMR (300 MHz, CD₃OD) δ 7.09 (2H, s, H-2' & 6'), 7.08 (2H, s, H-2'' & 6''), 4.89 (1H, m, H-2), 4.88 (1H, m, H-2), 4.55 (1H, d, J=11.1 Hz, H-6(a)), 4.38 (1H, d, J=11.1 Hz, H-6(b)), 4.10 (1H, dd, J=5.5, 10.9 Hz, H-1(eq)), 3.68 (1H, t, J=9.2 Hz, H-3), 3.52 (2H, m, H-4 & 5), 3.34 (1H, t, J=11.1 Hz, H-1(ax)); ^{13}C -NMR (75.5 MHz, CD₃OD) δ 170.9 (COO), 170.4 (COO), 149.0 (C-3', 5', 3'' & 5''), 142.5 (C-4' & 4''), 123.9 (C-1' & 1''), 112.8 (C-2', 6', 2'' & 6''), 82.7 (C-5), 79.5 (C-3), 75.7 (C-2), 74.5 (C-4), 70.5 (C-1), 67.5 (C-6).

Compound 2

EI-MS m/z 184 $[M]^+$; 1H -NMR (300 MHz, CD₃OD) δ 7.05 (2H, s, H-2' & 6'), 3.81 (3H, s, H-2); ^{13}C -NMR (75.5 MHz, CD₃OD) δ 169.1 (C-1), 146.5 (C-3' & 5'), 139.8 (C-4'), 121.4 (C-1'), 110.1 (C-2' & 6'), 52.3 (C-2).

結果 및 考察

1. 활성물질의 분리

미선나무를 비롯한 45종 식물의 지상부를 채취하여 MeOH 추출물에 대한 항산화활성을 측정한 결과 Table 1에 나타낸 바와 같이 신나무 (*Acer*

ginnala Max.) 에서 가장 강한 활성 (RC_{50} : 15 μ g) 을 보였다. 다음으로 노각나무 (*Stewartia koreana*), 서어나무 (*Carpinus laxiflora*), 갯 (*Brassicca juncea* var. *integrifolia*), 때죽나무 (*Styrax japonica*) 에서 비교적 활성이 높았다 (RC_{50} : 28~42 μ g). 대상 식물중 가장 활성이 높았던 신나무 지상부 (생체중 700g) 의 MeOH 추출물을 용매분획한 결과, 활성이 가장 강한 EtOAc fraction 농축액 (Table 2) 을 silica gel, ODS gel, Sephadex LH-20 gel column chromatography 를 실시하였고 최종적으로 45% MeOH 용매계로 YMC C₁₈ column 을 이용한 HPLC 를 실시하여 2개의 활성물질 (compound 1, 11.2mg; compound 2, 30mg) 을 분리하였다.

2. 활성물질의 구조분석

보라색 오일상으로 얻어진 compound 1은 FAB-MS 분석을 실시한 결과 m/z 469에 $[M+H]^+$ ion peak 를 나타내었다. 1H -NMR 스펙트럼에서는 aromatic field 인 δ 7.09, 7.08ppm 에서 proton 이 관찰되어 2개의 galloyl기의 존재가 추정되었으며 ^{13}C -NMR spectrum에서는 2개의 carbonyl기에 기인하는 signal이 170.8, 170.3 (COO \times 2) ppm 에서 나타났으며 δ 149.0, 142.5, 123.9, 112.8에서 signal이 관찰되어 2개의 galloyl기가 추정되었다. 이외에 산소와 연결된 methine의 탄소 signal들인 δ 82.7, 79.5, 75.7, 74.5, 70.5, 67.5ppm 이 6개 관찰되어 hexose의 존재가 확인되었다. 위의 결과를 종합해 볼 때 compound 1은 hexose에 2개의 galloyl기가 ester 결합한 화합물로 추정되며 hexose에 대해서는 보통의 hexose보다 MS에서 16이 부족한 점과 anomeric carbon signal이 관찰되지 않는 점으로 미루어보아 1,5-anhydro glucitol로 추정되었다. 위의 결과를 종합해 볼 때 compound 1은 2,6-di-O-galloyl-1,5-anhydro-D-glucitol (acertannin)으로 동정하였으며, 문헌에 나타난 spectra data와 일치하였다 (Park, 1993).

백색 분말인 compound 2에 대하여 direct probe 방식의 electron impact (EI) mass 분석을 한 결과 molecular ion $[M]^+$ 이 184로 나타났으며, 특징적인 fragment ion이 m/z 153, 125, 79, 51에 나타났다.

Table 1. List of plants used for bioassay and their DPPH free radical scavenging activities.

Korean name	Scientific name	RC ₅₀ [†] (μg)	Korean name	Scientific name	RC ₅₀ [†] (μg)
미선나무	<i>Abeliophyllum distichum</i>	60	광광나무	<i>Ilex cretana</i>	-
오가나무	<i>Acanthopanax sieboldianum</i>	- [*]	읍나무	<i>Kalopanax pictus</i>	-
신나무	<i>Acer ginnala</i>	15	모감주나무	<i>Koelreuteria paniculata</i>	-
식나무	<i>Aucuba japonica</i>	-	섬취퐁나무	<i>Ligustrum floilsum</i>	-
금식나무	<i>Aucuba japonica for. variegata</i>	-	비목나무	<i>Lindera erythrocarpa</i>	70
부추	<i>Allium tuberosum</i>	-	울피불나무	<i>Lonicera praeiflorens</i>	-
달래	<i>Allium monanthum</i>	-	나도밤나무	<i>Meliosma myriantha</i>	-
참취	<i>Aster scanver</i>	-	남천	<i>Nandina domestica</i>	-
당배자나무	<i>Berberis poiretii</i>	-	황벽나무	<i>Phellodendron amurense</i>	-
물막달나무	<i>Betula davurica</i>	-	병아리꽃나무	<i>Phodotipos scandens</i>	-
까치밭	<i>Bidens parviflora</i>	-	돌매나무	<i>Pyrus pyrifolia</i>	-
갯(꽃)	<i>Brassica juncea</i> (flower)	-	갈매나무	<i>Rhamnas darvica</i>	-
갯(뿌리)	<i>Brassica juncea</i> (root)	37	복분자(줄기)	<i>Rubus coreanus</i> (stem)	-
갯(잎)	<i>Brassica juncea</i> (leaf)	42	복분자(뿌리)	<i>Rubus coreanus</i> (root)	-
작살나무	<i>Callicarpa japonica</i>	57	카나다떡총나무	<i>Sambucus canadensis</i>	-
서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i>	33	니그라떡총나무	<i>Sambucus nigra</i>	-
노박덩굴	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	떡총나무	<i>Sambucus williamsii</i>	100
개암나무	<i>Corylus heterophylla var. thunbergii</i>	90	회화나무	<i>Sorphora japonica</i>	-
굴거리나무	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	-	개취망나무	<i>Sorbaria sorbifolia var. stellipila</i>	-
왕보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata var. coreana</i>	-	굴거리나무	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	-
두충	<i>Eucommia ulmoides</i>	-	노각나무	<i>Stewartia koreana</i>	28
들메나무	<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	매죽나무	<i>Styrax japonica</i>	41
물푸레나무	<i>Fraxinus rhychophylla</i>	70	수수꽃다리	<i>Syringa dilatana</i>	-
장구밥나무	<i>Grewia biloba var. parviflora</i>	-	불두화	<i>Viburnum saragentii for. sterile</i>	-

[†] Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.
^{*} > 100.

Table 2. DPPH free radical scavenging activities of methanol extracts from leaves of *Acer ginnala* Max. and their solvent fractions.

Fractions	RC ₅₀ [†] (μg)
MeOH extract	15
Hexane fraction	46.3
CHCl ₃ fraction	43.8
EtOAc fraction	10.9
BuOH fraction	16.3
H ₂ O fraction	50

[†] Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

¹H-NMR spectrum에서는 δ7.05, 3.81ppm에서 proton이 관찰되었으며, ¹³C-NMR spectrum에서 carbonyl carbon signal이 169.1 (COO) ppm에 나타

나고 146.5, 139.8, 121.4, 110.1ppm에 6개의 sp² carbon signal이 나타났으며, 52.3ppm에 산소가 결합된 carbon이 나타나 산소가 결합된 methyl기의 존재를 확인하였다. 이상의 기기분석 결과에 근거하여 compound 2는 methyl 3,4,5-trihydroxybenzoate (gallicin)으로 동정되었다. 이 화합물은 신나무 이외에 *Acer saccharinum*(Bailey et al., 1986a), *Paeonia albiflora* Pallas(Choi et al., 1985a), *Rhus glabra*(Saxena et al., 1994a), *Sapinium sebiferum*(Kane, 1986) 등에서도 발견되며 돌연변이 억제효과(Apostolides et al., 1997a) 항종양 활성(Serreno et al., 1998a)과 항균활성(Saxena et al., 1994a) 또한 가지고 있는 것으로 보고되고 있다.

이상과 같이 신나무의 지상부로부터 2종의 항산화 활성물질을 분리, 동정하였다. 이들 화합물들은 기존에 보고된 화합물이지만, 강력한 항산화 활

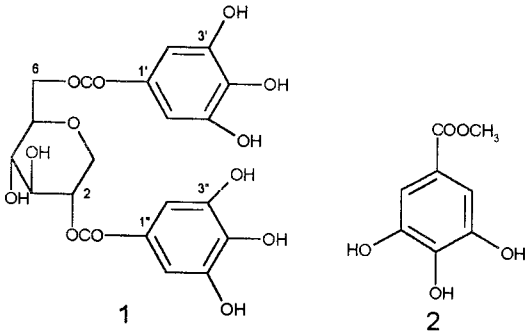


Fig. 1. The structure of antioxidative compound 1 and 2 isolated from extracts of *Acer ginnala* Max.

성물질로는 본 연구에 의해서 밝혀졌으며 최종 항산화활성을 Table 3에 나타내었다. acertannin (RC_{50} : 3.5 μ g)과 gallicin (RC_{50} : 2.8 μ g)은 천연 항산화제인 α -tocopherol과 합성 항산화제인 BHA 보다 항산화활성이 높게 나타났다. 신나무에는 이들 화합물외에도 몇종의 항산화활성을 나타내는 물질이 존재할 것으로 추정되며, 본 연구에서 분리된 두 화합물이 주요한 활성물질임이 시사되었다.

단풍나무과는 수피에 상처를 내면 수액을 풍부하게 분비하는 특징이 있으며, 신나무에 함유되어

Table 3. DPPH free radical scavenging activities of compounds isolated from the aerial parts of *Acer ginnala* Max.

Compounds	RC_{50} [†] (μ g)
Compound I	3.5
Compound II	2.8
BHA	14
α -Tocopherol	12

[†]Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

있는 polygagallin (Han, 1962)과 acertannin (Bock, et al., 1980a)은 HIO₄산화를 받지 않는 것 (Woo, 1962)으로 알려져 있다. 또한 항산화 활성을 나타내는 성분들이 항암성, 면역조절능력, 콜레스테롤

저하능력 등 다양한 생리적 활성을 나타내는 것을 알 수 있다 (Watzl, 1996). 또 단풍나무과 식물인 고로쇠나무 (*Acer mono* Max.) 수액에서 scopoletin, isoscapoletin, (-)-epicatechin 등의 항산화물질을 분리한 바 있다 (Kwon et al., 1998a). 본 연구에서 밝혀진 항산화물질을 다량으로 함유하고 있는 약용식물 신나무는 신기능성 식품, 의약품 등의 소재로 활용이 기대된다.

최근 식물유래의 대표적인 항산화물질인 ascorbate (vitamin C)가 식물의 환경스트레스에 관여하는 중요한 생체방어물질임이 밝혀졌다 (Conklin et al., 1997a). 즉 오존, 자외선 등에 피해가 심한 애기장대 식물체가 정상식물에 비해 약 30%의 ascorbate만 생산하였으나, 외부에서 ascorbate를 처리한 후에는 외부스트레스에 피해가 경감되어 정상식물과 같았다. 본 연구에서 규명된 신나무 지상부에 다량으로 함유되어 있는 tannin계 항산화물질은 외부 환경스트레스에 의해 과다하게 발생하는 활성산소종을 제거하기 위한 생체방어물질로 작용할 것으로 생각한다. 식물체내에 함유되어 있는 다양한 종류의 항산화물질은 인간에 유익한 기능성물질 뿐만 아니라 식물의 환경스트레스 내생인자의 관점에서 자세한 연구가 수행되어야 하겠다.

摘 要

약용식물을 비롯하여 45종 식물체 지상부의 MeOH추출물을 대상으로 DPPH free radical 소거법을 이용하여 항산화활성을 측정하였다. 그 결과 신나무 (*Acer ginnala* Max.)의 추출물에서 가장 강한 활성 (RC_{50} : 15 μ g)을 보였으며, 노각나무 (*Stewartia koreana*, RC_{50} : 28 μ g)와 서어나무 (*Carpinus laxiflora*, RC_{50} : 33 μ g)에서도 활성이 비교적 높았다. 신나무의 지상부로부터 DPPH free radical 소거활성을 지표로 2개의 항산화 활성물질을 분리하였다. 활성물질을 각종 기기분석을 통하여 3,6-di-O-galloyl-1,5-anhydro-D-glucitol (acertannin)과 methyl-3,4,5-trihydroxybenzoate (gallicin)로 동정하였다. Acertannin (RC_{50} : 3.5 μ g)과 gallicin (RC_{50} : 2.8 μ g)은 기지의 항산화 물질인

BHA(RC₅₀ : 14 μ g), vitamin E(RC₅₀ : 12 μ g) 보다 강한 항산화활성을 나타냈다.

감사의 글

본 논문은 1998년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

LITERATURES CITED

- Apostolides, Z., D. A. Balentine, M. E. Harbowy, Y. Hara, J. H. Weisburger. 1997. Inhibition of PhIP mutagenicity by catechins, and by theaflavins and gallate esters. *Mutat. Res.* 389 : 167 - 172.
- Bailey, A. E., R. O. Asplund and M. S. Ali. 1986. Isolation of methyl gallate as the antitumor principle of *Acer saccharinum*. *J. Nat. Prod.* 49 : 1149 - 1150.
- Baren, A. L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene, *JAOCS.* 52 : 59 - 63.
- Bock, K., N. Faurschou LACOUR, S. R. Jensen and B. J. Nielsen. 1980. The structure of acertannin. *Phytochem.* 19 : 2030 - 2031.
- Chang, S. S., B. Ostric-Matijasevic, A. I. Hsieholiver and C. L. Hyung. 1977. Natural antioxidants from rosmary and sage. *J. Food Sci.* 42 : 1102 - 1110.
- Choi, H. S., S. O. Kim, J. H. Kim, J. R. Lee and H. I. Choi. 1985. Modified smear method for screening potential inhibitors of platelet aggregation from plant sources. *J. Nat. Prod.* 48 : 363 - 368.
- Choi, J. S., J. H. Lee, H. J. Park, H. G. Kim, H. S. Young and S. I. Mun. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Kor. J. Pharmacognosy* 24 : 299 - 303.
- Conklin, P. L., E. H. Williams and R. L. Last. 1997. Environmental stress sensitivity of an ascorbic acid-deficient *Arabidopsis* mutant. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 93 : 9970 - 9974.
- Frankel, E. N. 1996. Antioxidants in lipid foods and their on food quality. *Food Chemistry.* 57 : 51 - 54.
- Hammerschmidt, P. A. and D. E. Pratt. 1977. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* 43 : 556 - 561.
- Han, G. D. 1962. The chemical structure of polygagallin (tannin) isolated from *Acer ginnala* Max., Annual Report of Natural Products Research Institute, Seoul National University 6 : 1 - 4.
- Ito, N., S. Fukushima, A. Hasegawa, M. Shibata and O. T. Ogis. 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F 344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.* 70 : 343 - 347.
- Kane, C. J. 1986. Studies on purification and characterization of a novel herpesvirus inhibitor from natural products. *Diss. Abstr. Int(Sci).* 47 : 1530 - 1533.
- Kitahara, K., Y. Matsumoto, H. Ueda and R. Ueoka. 1992. A remarkable atioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of γ -irradiated methyl linoleate. *Chem. Pharm. Bull.* 40 : 2208 - 2209.
- Kwon Y. S., M. J. Kim, Y. H. Choi and S. S. Kwak. 1998. Activity of antioxidative components in *Acer mono* Max. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* 5 : 302 - 306.
- Masaki, H., S. Sakaki, T. Atsumi and H. Sakurai. 1995. Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18 : 162 - 166.
- Park, W. Y. 1993. Phenolic Compounds of *Acer ginnala* Maxim. and *Acalypha australis* L., Ph. D. Thesis, Chungbuk National University, Korea. 45p.
- Saxena, G., A. R. McCutcheon, S. Farmer, T. H. Towers and R. E. Hancock. 1994. Antimicrobial constituents of *Rhus glabra*. *J. Ethnopharmacol.* 42 : 95 - 99.
- Serrano, A., C. Palacios, G. Roy, C. Cespon, M. L. Villar, M. Nocito and P. Gonzalez-Portue. 1998. Derivatives of gallic acid induce apoptosis in tumoral cell lines and inhibit lymphocyte proliferation. *Arch. Biochem. Biophys.* 350 : 49 - 54.
- Shin, D. H. 1997. The study course and movement of

- natural antioxidants. Kor. Food Sci. & Tech. 30 : 14-18.
- Watzl, B. 1996. Health-promoting effects of phytochemicals, nonnutritive health factors for future foods, Proceeding of IUGOST '96 Regional Symposium. Kor. Food Sci. & Tech. 10-11 : 203p.
- Wiseman, H. 1996. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. Nutritional Biochemistry 7 : 2-6.
- Woo, R. G. 1962. The chemical structure of acertannin. Annual Report of Natural Products Research Institute, Seoul National University 1 : 11-16.
- Choi, H. S., S. O. Kim, J. H. Kim, J. R. Lee and H. I. Choi. 1985. Modified smear method for screening potential inhibitors of platelet aggregation from plant sources. J. Nat. Prod. 48 : 363-368.
- 최옥자. 1991. 약초의 성분과 이용. 과학·백과사전 출판사편, 일월서각. 서울. 378p.