

## 해당화(*Rosa rugosa*) 잎의 항산화물질

최용화, 김명조, 이행순, 胡昌序,<sup>1</sup> 곽상수\*

생명공학연구소 식물생화학 Research Unit, <sup>1</sup>중국과학원 식물연구소

### Antioxidants in Leaves of *Rosa rugosa*

Yong-Hwa Choi, Myong-Jo Kim, Heang-Soon Lee, Changxu Hu<sup>1</sup> and Sang-Soo Kwak\*

Plant Biochemistry Research Unit, Korea Research Institute of Bioscience and  
Biotechnology, P.O.Box 115, Yusong, Taejeon 305-600, Korea; and

<sup>1</sup>Phytopharmaceutical Laboratory, Institute of Botany, Academia Sinica,  
20 Nanxin Cun, Beijing 100093, China.

**Abstract** - To search for useful antioxidants from plant materials, we investigated the antioxidant activity in the methanol extracts of 30 Chinese medicinal plants using DPPH method. The highest activity (RC<sub>50</sub>: 12 µg) was showed in the methanol extract of *Rosa rugosa*, followed by *Potentilla fruticosa* (14 µg), *P. fragarioides* (16 µg), and *Geum aleppicum* (18 µg). From the leaves of *R. rugosa*, two antioxidative compounds were isolated by a bioassay guided purification and identified as isoquercitrin and β-glucogallin on the basis of <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR, and FAB-MS data. β-Glucogallin is the first report in this plant. The DPPH radical scavenging activity of β-glucogallin (RC<sub>50</sub>: 8.5 µg) was more effective than those of α-tocopherol (12 µg) and BHA (14 µg).

**Key words** - *Rosa rugosa*; Rosaceae; antioxidant; isoquercitrin; β-glucogallin.

인간을 포함한 모든 호기성 생물체는 산소(O<sub>2</sub>)를 이용하여 에너지 대사를 진행하며 생존하고 있다. 그러나, 생체내 산소가 각종 물리적, 화학적, 생물학적인 스트레스를 받으면 superoxide anion radical (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hydroxy radical (OH<sup>·</sup>) 등의 유해한 활성산소종(active oxygen species)으로 변하여 인체에 치명적인 생리적인 장애를 일으키고 심할 경우는 질병을 유발하고 생명을 잃게 한다. 생체는 활성산소종을 제거하는 자기방어기구로서 항산화기구(antioxidative mechanism)를 발달시키면서 진화하여 왔다고 생각되지만, 조직의 방어능을 초월한 활성산소종의 발생은 단백질, DNA, 효소 및 T세포와 같은 면역계통의 인자를 손상시켜 각종 질환을 일으킨다. 또한 세포생체막의

구성성분인 불포화지방산을 공격하여 과산화반응을 일으켜 이로 인해 생체내 축적된 과산화지질은 노화와 각종 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다.<sup>1-7)</sup>

최근 노화와 성인병 질환의 원인이 활성산소종에 기인된 것이라는 학설이 인정됨에 따라 활성산소종을 조절할 수 있는 물질로 알려진 항산화제의 개발 연구가 활발히 진행되어 superoxide dismutase, peroxidase, catalase, glutathione peroxidase 등의 항산화효소와 tocopherol, ascorbate, carotenoid, glutathione 등의 천연물유래의 저분자 항산화물질에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며<sup>8-10)</sup> BHT, BHA, Trolox C 등 합성 항산화제가 많이 개발되어 의약품과 식품분야에서 이용되고 있다.<sup>11-13)</sup> 그러나 합성 항산화제에 대한 소비자의 기피 성향과 합성 항산화제가 대량으로 투여된 동물실험에서 발암성이 보고되고 있어<sup>14)</sup> 합성 항산화제의 사

\*교신저자 : Fax 042-860-4608

용이 점점 제한되고 있다. 이로 인하여 천연 항산화제의 개발이 활발히 진행되어 여러물질들이 보고되고 있으나, 현재까지 이들 천연 항산화제는 효력, 비용면에서 합성 항산화제인 BHT와 BHA를 능가하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 효력이 탁월하고 보다 안전한 새로운 천연 항산화제의 개발이 절실히 요구된다.

천연 항산화물질이 식물 이외의 미생물 등에서 보고되고 있으나, 식물체 유래의 물질이 압도적이다. 식물체는 광합성을 하기 때문에 생체내의 산소농도가 높아 활성산소종을 생산할 가능성이 높으며 다른 생명체에 비해 나쁜 환경에서도 안전한 곳으로 이동할 수 없어 환경적응성이 높다. 이와 같은 이유로 식물체는 다양한 항산화물질을 생산하여 자신을 방어

할 것으로 기대되며, 식물체를 대상으로 천연 항산화제의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 특히 오래 전부터 사용되어 온 약용식물을 중심으로 한 생약재료는 항산화활성이 뛰어날 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 중국산 약용식물 30종을 대상으로 DPPH free radical 소거법<sup>15)</sup>에 의한 항산화활성을 조사하였으며 활성이 강한 해당화(*Rosa rugosa*) 앞에서 2종의 강한 항산화물질을 분리하였다.

## 재료 및 방법

**실험재료** - 본 연구에 사용된 약용식물 30종 (Table I)은 1996년 8월 중국과학원 식물연구소 북

**Table I.** List of Chinese medicinal plants and their DPPH free radical scavenging activity

Scientific name (Korean name)	Family name	RC <sub>50</sub> <sup>a</sup> (μg)
<i>Achyranthes bidentata</i>	Amaranthaceae	>100
<i>Artemisia argyi</i> (황해쑥)	Compositae	>100
<i>Macrocarpium officinalis</i> (산수유나무)	Cornaceae	24
<i>Eupatorium japonicum</i>	Compositae	>100
<i>Inula helenium</i> (목향)	Compositae	>100
<i>Syneilesis aconitifolia</i> (애기우산나무)	Compositae	>100
<i>Sedum sarnehtosum</i> (돌나물)	Crassulaceae	>100
<i>S. aizoon</i> (기느기린초)	Crassulaceae	59
<i>Agastache rugosa</i> (배향초)	Labiatae	>100
<i>Lycopus lucidus</i> (썩싸리)	Labiatae	35
<i>Scutellaria baicalensis</i> (황금)	Labiatae	>100
<i>Prunella vulgaris</i> (꿀풀)	Labiatae	37
<i>Vicia unijuga</i> (나비나물)	Leguminosae	>100
<i>Sophora flavescens</i> (고삼)	Leguminosae	>100
<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Labiatae	36
<i>S. przewalskii</i>	Labiatae	>100
<i>Ophiopogon japonicus</i> (소엽맥문동)	Liliaceae	>100
<i>Anemarrhena asphodeloides</i> (지모)	Liliaceae	80
<i>Epilobium hirsutum</i> (큰바늘꽃)	Onagraceae	38
<i>Polygonum cuspidatum</i>	Polygonaceae	32
<i>P. multilorum</i>	Polygomaceae	64
<i>Rosa rugosa</i> (해당화)	Rosaceae	12
<i>Geum aleppicum</i> (큰뽕부)	Rosaceae	18
<i>Potentilla fruticosa</i> (물싸리)	Rosaceae	14
<i>P. fragarioides</i> (양지꽃)	Rosaceae	16
<i>Sanguisorba officinalis</i> (오이풀)	Rosaceae	>100
<i>Stemona sessilifolia</i>	Stemonaceae	40
<i>Lycium barbarum</i>	Solanaceae	>100
<i>Angelica dahurica</i> (구릿대)	Umbelliferae	>100
<i>Ligusticum jeholense</i>	Umbelliferae	78
BHA		14
α-Tocopherol		12

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

경식물원(Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Academia Sinica)에서 채취하였다. 항산화활성물질 분리에 사용된 해당화(*Rosa rugosa* Thunb.)의 시료는 충남 천리포수목원(Chollipo Arboretum) 부근에서 1996년 10월에 채취하였다.

**시약 및 기기**-DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)와  $\alpha$ -tocopherol은 Sigma사 제품을, BHA(butylated hydroxytoluene)는 Kanto사 제품을 사용하였다. 흡광도는 Miton Ray Spectronic 3000 Array를 사용하여 측정하였다.  $^1\text{H-NMR}$  및  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum은 Bruker DRX-300 spectrometer(300 MHz)를, FAB-MS spectrum은 Concept-1S(KRATOS)를 사용하였다. Column chromatography(c.c.)는 silica gel(70-230 mesh, Merck), ODS gel(70-230 mesh, YMC), Sephadex LH-20(75-150 mesh, Pharmacia)를 사용하였고, HPLC는 YMC  $\text{C}_{18}$  column(250×20 mm)을 연결한 Spectra-Physics SP-8800(U.S.A.)을 사용하였다.

**추출 및 분획**-음지 실온에서 건조시킨 30종의 중국산 약용식물 잎(건물중 10 g)을 100% methanol(MeOH) 100 ml로 2회 추출하여 농축건조시켰다. 농축액 일정량을 MeOH에 녹여 DPPH free radical 소거법<sup>15)</sup>에 의한 항산화활성 측정에 사용하였다. 항산화활성이 가장 강하게 나타난 해당화로부터 항산화활성물질을 규명하기 위하여 어린줄기를 포함한 잎 건물중 270 g을 100% MeOH 10 l로 2회 추출하여 농축 건조시켜 MeOH 추출물(64 g)을 얻었다. MeOH 추출물을 증류수( $\text{H}_2\text{O}$ )에 현탁시켜 n-hexane, chloroform( $\text{CHCl}_3$ ), ethyl acetate(EtOAc), 및 n-butanol(BuOH)을 사용하여 순차적으로 용매분획하여, hexane분획 4.3 g,  $\text{CHCl}_3$ 분획 7 g, EtOAc분획 8.3 g, BuOH분획 7 g과  $\text{H}_2\text{O}$ 분획 37.4 g을 얻었다.

**항산화물질의 분리**-해당화를 용매분획하여 항산화활성이 강하게 나타난 EtOAc분획과 BuOH분획을 DPPH free radical 소거법을 지표로 항산화활성물질을 분리하였다. EtOAc분획을 silica gel(200 g) c.c.에 충전시킨 후  $\text{CHCl}_3$ -MeOH의 용매계로 순차용출(step-wise)시켰다. 활성분획(50% MeOH in  $\text{CHCl}_3$ )은 ODS gel(100 g) c.c.(용매: MeOH- $\text{H}_2\text{O}$ )을 실시하여 활성분획(20-30% MeOH)을 얻

어, 45% MeOH 용매계로 YMC  $\text{C}_{18}$  column을 사용한 HPLC(유속 5 ml/min)로 화합물을 용출하여 활성물질 compound 1 (8.3 mg)을 얻었다. BuOH분획은 silica gel(200 g) c.c.(용매:  $\text{CHCl}_3$ -MeOH)를 실시하여 활성분획(60-80% MeOH in  $\text{CHCl}_3$ )을 얻어, ODS gel(100 g) c.c.(용매: MeOH- $\text{H}_2\text{O}$ )을 실시하여 활성분획(100%  $\text{H}_2\text{O}$ )을 얻었다. 이 활성분획을 Sephadex LH-20(100 g,  $\text{CHCl}_3$ : MeOH = 1:4, v/v)을 실시하여 활성물질 compound 2(1.0-1.05  $\text{Ve/Vt}$ , 16 mg)를 분리하였다.

**Compound 1**-FAB-MS  $m/z$  465  $[\text{M}+\text{H}]^+$ :  $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  5.29(1H, d,  $J=7.5\text{Hz}$ , H-1"), 6.01(1H, brd, H-6), 6.19(1H, brd, H-8), 6.76(1H, d,  $J=8.1\text{Hz}$ , H-5'), 7.51(1H, d,  $J=1.8\text{Hz}$ , H-2'), 7.63(1H, dd,  $J=1.8, 8.1\text{Hz}$ , H-6');  $^{13}\text{C-NMR}$ (75.5 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  60.1(C-6"), 67.9(C-5"), 69.9(C-2"), 74.1(C-4"), 75.8(C-3"), 93.5(C-8), 98.7(C-6), 100.8(C-1"), 103.9(C-10), 115.2(C-2'), 116.1(C-5'), 121.0(C-1'), 122.0(C-6'), 133.4(C-3), 144.8(C-3'), 148.4(C-4'), 156.2(C-2), 156.3(C-5), 161.2(C-9), 164.2(C-7), 177.4(C-4).

**Compound 2**-FAB-MS  $m/z$  333  $[\text{M}+\text{H}]^-$ :  $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  3.15(1H, t,  $J=7.8\text{Hz}$ , H-2'), 3.24(1H, t,  $J=7.8\text{Hz}$ , H-3'), 3.33(1H, m, H-5'), 3.38(1H, m, H-4'), 3.45(1H, dd,  $J=4.8, 12.0\text{Hz}$ , H-6'(b)), 3.65(1H, dd,  $J=4.8, 12.0\text{Hz}$ , H-6'(a)), 5.50(1H, d,  $J=7.8\text{Hz}$ , H-1'), 7.00(2H, s, H-3 & 7);  $^{13}\text{C-NMR}$ (75.5 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  60.5(C-6'), 69.5(C-4'), 72.6(C-2'), 76.6(C-3'), 77.9(C-5'), 94.4(C-1'), 108.9(C-3 & 7), 118.7(C-2), 138.9(C-5), 145.5(C-4 & 6), 164.6(C-1).

**DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성**-각 정제단계의 분획은 최 등<sup>15)</sup>의 방법에 의한 DPPH free radical 소거법에 의해 항산화활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 4 ml의 MeOH에 녹여,  $1.5 \times 10^{-4}$  M DPPH MeOH 용액 1 ml를 첨가한 후, 30분 간 실온에 방치후 517 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 양( $\mu\text{g}$ )을  $\text{RC}_{50}$ 으로 나타냈으며, 기존의 항산화제인

$\alpha$ -tocopherol 및 BHA와 비교하였다.

### 결과 및 고찰

약용식물을 포함한 각종 생약은 오래전부터 경험적으로 질병의 예방 및 치료에 널리 애용되고 있으나 아직 약효성분을 명확하게 설명하지 못하고 있는 실정이다. 최근 약용식물에는 인체에 유해한 활성산소종을 제거하는 항산화 활성물질이 많이 함유되어 있음이 밝혀지고 있으며,<sup>16,17)</sup> 이들 천연 항산화물질이 생약성분의 약효에 크게 관여하고 있을 것이라 추측하고 있다. 식물이 갖고 있는 항산화활성은 재배 환경 및 여러 가지 요인에 의해 크게 달라질 것이다. 이러한 맥락에서 중국산 약용식물 30종의 MeOH 추출물을 사용하여 DPPH free radical 소거활성을 조사하였다. 얻어진 MeOH 추출물과 표준 항산화제 ( $\alpha$ -tocopherol과 BHA)의 활성을 Table I에 정리하였다. 조사한 중국산 약용식물중에서 해당화(*R. rugosa*)가 가장 강한 항산화활성( $RC_{50}$ : 12  $\mu$ g)을 나타내어 사용한 표준 항산화제와 거의 같은 항산화활성을 나타내었다. 다음으로 물싸리(*Potentilla fruticosa*), 양지꽃(*P. fragarioides*), 큰뽕무(*Geum aleppicum*)가 높은 활성( $RC_{50}$ : 14-18  $\mu$ g)을 나타내었다. 활성이 높은 4종의 식물은 모두 장미과(Rosaceae) 식물이라는 특징이 있다. 장미과 식물 중 오이풀(*Sanguisorba officinalis*)은 상대적으로 낮은 활성을 나타내어 같은 과에서도 식물종에 따라 항산화 활성능이 다른 것으로 추정된다.

우리나라 채소류를 비롯하여 생약추출물을 대상으로 조사한 항산화활성에 관한 연구가 수행되고 있다.<sup>16-21)</sup> 논문에 따라 실험방법과 항산화활성 산출방식이 다소 다르지만 본 연구결과는 국내산 유용식물의 항산화 활성과 간접적으로 비교해 볼 수 있는 점에서 의의가 있으며 정확한 비교를 하기 위해서는 자세한 연구가 필요하겠다.

본 실험에서 항산화활성이 가장 높았던 해당화는 장미과에 속하는 낙엽관목으로 동양에서는 정원수와 약용식물로 이용되고 있다. 중국에서는 건조시킨 꽃을 타박상, 風痺, 腹中冷痛 및 부인의 月經過多, 下痢의 치료 뿐만 아니라 차로써 이용되고 있으며,<sup>22)</sup> 일본에서는 꽃을 항설사, 止血劑 및 천연 착색료로 이용하기도 한다.<sup>23)</sup> 우리나라에서는 민간요법으로

**Table II.** DPPH free radical scavenging activities of methanol extracts from leaves of *Rosa rugosa* and their solvent fractionations

Fractions	$RC_{50}^a$ ( $\mu$ g)
MeOH extract	13
Hexane fraction	>100
CHCl <sub>3</sub> fraction	>100
EtOAc fraction	12
BuOH fraction	18
H <sub>2</sub> O fraction	11

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

지하부를 당뇨병치료제로 사용하고 있다.

대량의 해당화의 MeOH추출물을 hexane, CHCl<sub>3</sub>, EtOAc, BuOH, H<sub>2</sub>O로 용매분획하여 각각의 분획을 대상으로 DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성을 조사한 결과, EtOAc분획, BuOH분획, H<sub>2</sub>O분획에서 강한 항산화활성( $RC_{50}$ : 11-18  $\mu$ g)을 나타냈으며, hexane과 CHCl<sub>3</sub>분획에서는 상대적으로 낮은 활성을 나타내었다(Table II). 활성이 높았던 EtOAc분획( $RC_{50}$ : 12  $\mu$ g)과 BuOH분획( $RC_{50}$ : 18  $\mu$ g)을 대상으로 항산화물질을 규명하였다. 이들 두 분획을 각각 silica gel, ODS gel, GPC c.c. 및 HPLC에 의하여 순차적으로 정제하여 최종적으로 EtOAc분획으로부터 compound 1을, BuOH분획으로부터 compound 2를 각각 단일물질로 분리하였다. Compound 1과 2의 항산화활성을 DPPH free radical 소거법에 의해 조사한 결과, compound 1의 활성( $RC_{50}$ : 12.5  $\mu$ g)은 BHA보다 강하고  $\alpha$ -tocopherol과 유사하였으며, compound 2의 활성( $RC_{50}$ : 8.5  $\mu$ g)은 BHA와  $\alpha$ -tocopherol의 것보다 높았다(Table III). Compound 1과 2의 화학적 규명을 위하여 MS, <sup>1</sup>H-NMR과 <sup>13</sup>C-NMR로 분석하였다. Compound 1은 3.64-3.24 ppm의

**Table III.** DPPH free radical scavenging activity of compound 1 and compound 2 isolated from leaves of *Rosa rugosa*

Compounds	$RC_{50}^a$ ( $\mu$ g)
Compound 1	12.5
Compound 2	8.5
BHA	14
$\alpha$ -Tocopherol	12

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

sugar proton과 anomeric proton이 5.29 ppm에서  $J=7.5$  Hz의 doublet으로 나타나는 것으로 보아 이 화합물은 1개의 당이  $\beta$ 위로 결합하고 있는 것을 알 수 있었으며<sup>24)</sup>  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum에서 100.8 ppm에서 anomeric carbon의 signal이 나타나고 75.8, 74.1, 69.9, 67.9, 60.1 ppm에서 signal들이 나타나는 것으로 보아 결합된 한 개의 당은  $\beta$ -D-glucose임을 보여주고 있다.<sup>25)</sup> 이상의 결과로 보아 이 화합물은 isoquercitrin(querctin-3-o-glucoside)으로 시사되었으며 문헌치<sup>26,27)</sup>와 비교한 결과 일치하였다. Compound 2는  $^1\text{H}$ -NMR spectrum에 나타난 7.00 ppm의 signal(2H)과  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum의 108.9-145.5 ppm의 benzene 환 및 164.6 ppm의 ketone유래의 signal, 그리고 60.5-94.4 ppm에서 sugar유래의 6개의 signal이 관찰되어 gallic acid에 당이 ester 결합된 배당체 화합물로 추정되었다.  $^1\text{H}$ -NMR spectrum의 5.50 ppm에서  $J=7.8$  Hz의 anomeric proton의 signal이  $\beta$ -D-glucose임을 시사해 주며, HMBC spectrum에서 sugar의 1'와 aglycon 3, 4위의 proton으로부터 1위 ketone 탄소에 각각 cross peak가 확인되어,  $\beta$ -glucogallin(1-O-gallyl- $\beta$ -glucoside)으로 시사되었으며 문헌치<sup>28)</sup>와 일치하였다. 따라서 해당화에 있어서 주요 항산화물질은 isoquercitrin과  $\beta$ -glucogallin인 것으로 판명되었다. 박 등<sup>29)</sup>은 해당화를 대상으로 화학성분과 생리활성물질을 보고하였으며, Hashidoko<sup>30)</sup>는 tannin류를 비롯하여 catechin 유도체, flavonoid, terpenoid 등 해당화가 생산하는 물질 및 대사산물을 발표하였다. 그러나 해당화를 대상으로 항산화활성을 갖는 활성물질의 규명은 본 연구가 처음이며,  $\beta$ -glucogallin은 해당화에서는 처음으로 분리된 화합물로 사료된다.

본 연구에서는 해당화의 EtOAc분획과 BuOH분획을 대상으로 주요 항산화활성물질을 분리하여 화학구조를 해석하였다. 해당화 수용층분획과 물싸리 (*P. fruticosa*), 양지꽃(*P. fragarioides*), 큰뽕나무 (*G. aleppicum*)을 대상으로 항산화물질에 대한 분리가 진행중이다.

## 결 론

천연물로부터 유용 항산화물질을 분리하기 위하

여 30종의 중국산 약용식물 잎의 MeOH추출물을 대상으로 DPPH free radical 소거법을 이용하여 항산화활성을 조사하였다. 그 결과 해당화(*Rosa rugosa*)의 항산화활성( $\text{RC}_{50}$ : 12  $\mu\text{g}$ )이 가장 강하게 나타났으며, 물싸리(*Potentilla fruticosa*), 양지꽃(*P. fragarioides*), 큰뽕나무(*Geum aleppicum*) 순으로 높았다. 가장 강한 활성을 나타낸 해당화 잎의 MeOH 추출물로부터 2종의 항산화 화합물을 분리하였다. 분리된 compound 1과 compound 2를 NMR과 MS 분석으로 isoquercitrin과  $\beta$ -glucogallin으로 동정하였다.  $\beta$ -Glucogallin은 해당화에서 처음 분리된 화합물로 추정되며, 항산화활성( $\text{RC}_{50}$ : 8.5  $\mu\text{g}$ )은 BHA(14  $\mu\text{g}$ )나  $\alpha$ -tocopherol(12  $\mu\text{g}$ )의 활성보다 강하였다.

## 사 사

본 연구는 APEC 국제공동연구과제(FG1031)의 결과이다. 해당화 분류와 채집에 도움을 준 천리포 수목원 송기훈 식물부장과 정문영 관리부장에게 감사하며, 원고에 대해서 세심한 논평과 수정을 해주신 윤봉식, 문제학 박사께 감사한다.

## 인용문헌

- Halliwell, B. (1991) Drug antioxidant effects. *Drugs* 42: 569-605.
- Fukuzawa, K. and Takaishi, Y. (1990) Antioxidants. *J. Act. Dxyg. Free Rad.* 1: 55-70.
- Neuzil, J., Gebicki, J. M. and Stocker, R. (1993) Radical-induced chain oxidation of proteins and its inhibition by chain breaking antioxidants. *Biochem. J.* 293: 601-606.
- Sies, H., ed. (1985) Oxidative stress. Academic Press, London.
- Steinberg, D., Pathasarathy, S., Carew, T. E., Khoo, J. C. and Witztum, J. L. (1989) Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoproteins that increase its atherogenicity. *N. Engl. J. Med.* 320: 915-923.
- 二木鏡雄 (1987) 活性酸素, 1-32. 二木鏡雄, 島崎弘幸編, 齒藥出版, 東京.
- 奥田拓男, 吉川敏一編 (1990) フリーラジカルと 和韓藥, 國際書出版センター, 東京.
- Chang, S. S., Ostric-Matijasevic, B., Hsieholi-

- ver, A. I. and Hyung, C. L. (1977) Natural antioxidants from rosmary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1102-1110.
9. Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. (1977) Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* 43: 556-561.
  10. Pratt, D. E. and Watts, B. W. (1964) The antioxidant activity of vegetable extracts, I. Flavone aglycones. *J. Food Sci.* 29: 17-24.
  11. Kitahara, K., Matsumoto, Y., Ueda, H. and Ueoka, R. (1992) A remarkable antioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of  $\gamma$ -irradiated methyl linoleate. *Chem. Pharm. Bull.* 40: 2208-2209.
  12. Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species -Tannins and related polyphenols-. *Natural Medicines* 49: 357-363.
  13. Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18: 162-166.
  14. Branen, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52: 59-63.
  15. Choi, J. S., Lee, J. H., Park, H. J., Kim, H. G., Young H. S. and Mun, S. I. (1993) Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Kor. J. Pharmacog.* 24: 299-303.
  16. 김현구, 김영언, 도정률, 이영철, 이부용 (1995) 국내산 생약추출물의 항산화 효과 및 생리활성. *한국식품과학회지* 27: 80-85.
  17. 여생규, 안철우, 이용우, 이태기, 박영호, 김선봉 (1995) 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 항산화효과. *한국영양식량학회지* 24: 299-304.
  18. 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* P.). *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 21: 17-22.
  19. Choi, O. S. (1996) Emulsification stability of oleoresin Red Pepper and changes in antioxidant activity during thermal cooking. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 25: 104-109.
  20. Kwak, J. H., Kweon, M. H., Ra, K. S., Sung, H. C. and Yang, H. C. (1996) Purification and physicochemical properties of superoxide anion radical scavenger from *Capsella bursa-pastoris*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 184-189.
  21. Jhee, O. H. and Yang, C. B. (1996) Antioxidative activity of extract from *Bangah herb*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 1157-1163.
  22. 강소신의학원 (1985) 중약대사전, 4909. 소학관, 동경.
  23. Shibata, K. ed. (1957) A cyclopedia of useful plant and plant products: Enlarged and revised edition, 612. The Hokuryukan Co. Ltd, Tokyo, Japan.
  24. Thastrup, O. and Leminch, L. (1983) Furocoumarin glucosides of *Angelica archangelica* subspecies *litoralis*. *Phytochemistry* 22: 2035-2037.
  25. Kalinowski, H. O., Berger, S. and Braun, S. (1988) Carbon-13 NMR spectroscopy, 441. John Wiley & Sons, London.
  26. Takagi, S., Yamaki, M., Masuda, K., Nishihamma, Y., Kubota, M. and Lu, S. T. (1981) Studies on the constituents of *Ipomoea biloba* Forsk. *Yakugaku Zasshi* 101: 482-484.
  27. Harborne, J. B., ed. (1994) The flavonoids: Advances in research, 454-455. Chapman & Hall, London.
  28. Saijo, R., Nonaka, G. I., and Nishioka, I. (1990) Gallic acid esters of bergenin and norbergenin from *Mallotus japonicus*. *Phytochemistry* 29: 267-270.
  29. 박종철, 양한석, 이승호 (1993) 해당화 지상부에서 분리한 탄닌 화합물. *생약학회지* 24: 319-321.
  30. Hashidoko, Y. (1996) The phytochemistry of *Rosa rugosa*. *Phytochemistry* 43: 535-549.

(1997년 8월 25일 접수)