

## 오배자의 항산화 및 자유라디칼 소거효과

차배천\*·이승배\*

### Antioxidative and Free Radical Scavenging Effects of *Rhus javanica* Linne

Bae Cheon Cha\* and Sung Bae Lee\*

**ABSTRACT** : This study was carried out to investigate the antioxidative activities of medicinal plants. Through the examination of methanol extracts from 30 species for radical scavenging effects using DPPH method, the extracts from *Rhus javanica* Linne, *Smilax china* Linne and *Polygonum cuspidatum* Siebold et Zucarinii showed strong antioxidative activity. Because of its highest antioxidative activity among 30 medicinal plants, radical scavenging effects of 4 different extract compartments (n-Hexane, EtOAc, BuOH and H<sub>2</sub>O extracts) from Galla Rhois MeOH extract of *Rhus javanica* Linne were examined by DPPH method and antioxidant effects on the 4 different extract compartments were tested by Ferric-Thiocyanate method. Antioxidative activities of n-Hexane, EtOAc and BuOH extracts were similar or even higher than that of natural (tocopherol) or synthetic antioxidants (BHA), suggesting that major fractions for the antioxidative activity of *Rhus javanica* Linne were the n-Hexane, EtOAc and BuOH extract compartments.

**Key words** : Antioxidant, Ferric-Thiocyanate, Radical scavenging effect, DPPH.

### 緒 言

생체 내에서 일어나는 에너지 공급을 위한 생화학적 반응인 산화 작용은 끊임없이 일어나며 이 과정에서 항상 발생하는 활성산소 및 상당량의 free radical은 근본적으로는 자기방어 기구인 생체내 제거기작에 의해 대부분 소멸되지만, 조직의 방어능을 초월한 활성산소 및 free radical의 생성은 최근 성인병이라 불리는 류마티스성 관절염, 심장병, 파킨스씨병, 순환기장애 뿐만 아니라 암등과 같은 여러 질환의 원인이 되고 있다 (Halliwell,

1991 ; 木村 & 奥田, 1988 ; Fukuzawa & Takaishi, 1990).

흔히 유해산소라 불리는 활성산소는 가장 안정한 형태의 산소인 삼중항산소 (<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)가 산화, 환원 과정에서 환원을 받아 생성되는 일중항산소인 superoxide (<sup>1</sup>O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hydroxy radical (<sup>•</sup>OH)과 같은 짝짓지 않은 상태의 free radical과 과산화수소수 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)로서, 이들이 단백질, DNA, 효소 및 T세포와 같은 면역계통의 인자를 손상시켜 질환을 일으키며, 특히 문제가 되는 것은 활성산소가 세포 생체막의 구성성분인 불포화지방산을 공격하여 과산화반응을 일으켜 체내과산화 지질을 축적함으로

\* 상지대학교 생명자원과학대학 동물영양자원학과 (Department of Animal Nutrition & Bio-Resources, Sangji University, Wonju, 220 - 702, Korea) < '98. 6. 30 접수 >

인해 생체기능이 저하되고 동시에 노화 및 성인병 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다(菅川, 1993).

최근 노화와 성인병 질환의 원인이 활성산소에 기인된 것이라는 학설이 점차 인정되어짐에 따라 활성산소를 조절할 수 있는 물질로 알려진 항산화제의 개발 연구가 활발히 진행되어 효소계열인 예방적 항산화제인 SOD (superoxide dismutase), catalase, glutathione peroxidase 등과 천연 항산화제인 tocopherol, 비타민 C, 카로테노이드, catechin, glutathione 및 합성 항산화제인 BHA, BHT, Trolox-C를 필두로한 많은 항산화제가 알려져있고, 그 외 많은 항산화제의 개발 연구가 보고되어져 있다(Hatano, 1995 ; Kitahara et al., 1992 ; Masaki et al., 1995 ; 大澤, 1995).

그러나, 그 중에는 실용화된 것도 있으나 아직도 많은 연구가 필요한 실정이며, 특히 실용화된 것 중 식품의 가공 또는 저장 중에 일어나는 산화를 방지하기 위한 수단으로 가장 많이 사용되는 항산화제 중 하나인 tocopherol은 항산화 효과가 비교적 낮은 편이고(Corl, 1974), 합성 항산화제인 BHA와 BHT는 효과는 뛰어나지만 그의 변이원성 및 독성이 Branen(1975)에 의해 지적되면서 보다 안전하고 효력이 강한 천연 항산화제의 개발이 절실히 요청되고 있다.

따라서, 본 연구는 기존의 연구 개발되어진 천연 항산화제보다도 보다 안전하고 우수한 활성을 발현하는 항산화제를 천연물로부터 개발하기 위한 연구의 일환으로 국내시판 약용식물 30종에 대한 free radical소거효과를 DPPH법에 의해 검토하고 동시에 항산화효과를 지질과산화역제 효과법을 이용하여 검토한 결과 다음과 같은 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

## 材料 및 方法

### 실험재료

본 실험에 사용한 식물부위는 강원도 원주의 생약판매상인 천일약업사에서 구입하여 음건하고 각 부위별로 분리한 후 세절하여 사용하였다. 이 식물들의 표본은 상지대학교 동물영양자원학과 표본실

에 보관중이다.

### 기기 및 시약

자유라디칼 소거효과 측정용시약인 DPPH(1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)와 항산화효과 측정용시약인 linoleic acid, ammonium thiocyanate는 Aldrich사 제품을 구입하여 사용하였고, ferrous chloride, Tween 20, EtOH 등은 모두 특급시약을 사용하여 측정하였다. 표준품인 tocopherol, BHA(butylated hydroxyanisole) 및 BHT(butylated hydroxytoluene)은 Sigma사 제품을 구입하여 사용하였고, 기타 용매는 1급 시약을 사용하여 실험하였으며 흡광도는 Milton-Roy spectronic Genesys-5 UV spectrophotometer를 사용하여 측정하였다.

### 추출 및 분획

음건 세절한 30종의 식물 각 5 g에 MeOH 200 ml을 가하여 수욕상에서 3시간 동안 환류 냉각하면서 3회 추출하여 얻어진 MeOH 용액을 농축하여 30종의 MeOH 엑스를 얻고 이를 자유라디칼 소거효과 측정용 시료로 사용하였다.

오배자는 각 분획을 얻기 위하여 음건한 오배자 500g을 추출용기에 넣고 MeOH 1000 ml로 3회 환류 추출하여 얻어지는 용액을 농축하여 오배자 MeOH 엑스(144.5g)를 얻었고, 이를 n-Hexane과 H<sub>2</sub>O 1 : 1로 분배하여 얻어지는 n-Hexane 용액을 농축하여 n-Hexane 엑스(12.8g)를 얻었다. 계속하여 얻어진 H<sub>2</sub>O 층에 EtOAc 용액을 H<sub>2</sub>O 층과 1 : 1이 되게 가한 후 분배하여 얻어지는 EtOAc용액을 농축하여 EtOAc 엑스(36.5g)를 얻고 잔여의 H<sub>2</sub>O 층에 n-BuOH을 H<sub>2</sub>O 층과 1 : 1이 되도록 가한 후 분배시켜 얻어지는 n-BuOH 용액과 H<sub>2</sub>O 층을 농축하여 n-BuOH 엑스(43.5g)와 H<sub>2</sub>O 엑스(35.2g)를 각각 얻었다.

### 30종 MeOH 엑스 및 오배자분획의 DPPH 라디칼 소거작용의 측정

Uchiyama et al. (1968)의 방법을 약간 변형시킨 Yoshikawa et al. (1994)의 방법에 의해 다음과 같이 측정하였다. 0.1 M의 초산 완충액(pH 5.5, 2.0

ml)에 시료의 EtOH 용액(2.0 ml) 및  $2 \times 10^{-4}$  M DPPH EtOH 용액(1.0 ml)을 가하여 전량을 5 ml로 하고 실온에 방치한 후, 30분 후 517 nm에서의 흡광도 감소를 측정하였다. 시료 무첨가의 control의 흡광도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 양(mg)을 tocopherol, BHA 및 BHT와 같은 기존의 항산화제를 대조군으로 하여 시험하였다.

#### 오배자의 n-Hexane, EtOAc 엑스 및 BuOH 엑스의 Ferric-Thiocyanate법에 의한 지질의 산화억제 활성의 측정

Ferric-Thiocyanate법은 Inatani et al. (1983)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료의 EtOH 용액(2.0 ml), linoleic acid EtOH 용액(linoleic acid(2.51 g)의 EtOH(100 ml) 용액)(2.0 ml), 0.05 M 인산완충액(pH 7.0, 4.0 ml), 증류수(1.9 ml) 및 10% Tween 20(0.1 ml)을 20 ml의 시험관에 생약의 최종농도가 0.005%가 되도록 전량을 10 ml로 하여 40°C의 암소에 방치하였다. 이 시료 0.1 ml에 75% EtOH(9.7 ml) 및 30% ammonium thiocyanate(0.1 ml)를 가하여 혼합하였다. 이 혼합액에  $2 \times 10^{-2}$  M 염화제일철의 3.5% 염산용액(0.1 ml)을 가하고, 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

## 結果 및 考察

약용식물들의 항산화 효과에 관한 연구는 기존에 많은 연구가 활발히 수행되어져 왔다. 예를 들면 Kim et al. (1995)의 생약추출물, Lim et al. (1996b)의 국내산 약용추출물의 항산화효과 등을 필두로 하여 Lim et al. (1996a)의 소목, Lee et al. (1993)의 패모 및 어성초, Chang et al. (1992)의 붉나무, Park et al. (1994)의 환삼덩굴 등의 약용식물에 대한 항산화 연구가 수행되었으며 기타 식용으로 이용되는 약용식물인 오미자(Choi et al., 1992), Oh et al. (1990)의 칩뿌리(갈근) 등에 대한 항산화 연구 등도 이루어져 있다. 본 연구는 대부분의 약용식물들에 대하여 항산화 효과 연구가 수행되어져 있음에도 불구하고 아직도 상업적으로 널리 이용되는 항산화제는 BHA, BHT의 합성항산

화제와 천연항산화제인 tocopherol이 상용되고 있음에 주목하여 기 연구된 생약 외에 연구가 미진한 약용식물들에 있어서도 강력한 항산화 효과를 나타내는 천연자원이 있으리라는 기대 속에서 보문에서 알려지지 않은 또는 기 연구되었지만 상세한 검토가 이루어지지 않는 약용식물 30종을 대상으로 그들의 MeOH 엑스에 대하여 자유라디칼 소거 효과를 검토하였다. 먼저 tocopherol과 BHA, BHT와 같은 기존에 널리 알려진 항산화제를 대조군으로 하여 DPPH법에 의한 자유라디칼 소거작용 시험을 실시한 결과 Table I에 나타낸 바와 같이 오배자, 토복령 및 호장근이 강력한 자유라디칼 소거 효과를 나타내었다.

그중 조추출물인 MeOH 엑스 상태에서 천연 항산화제인 tocopherol 보다 약간 우수한 자유라디칼 소거효과를 나타낸 오배자에 대하여서는 보다 상세한 항산화 효과 시험을 수행하였다.

오배자(Galla Rhois)는 붉나무(*Rhus javanica* Linne)의 잎에 오배자 진딧물(*Melaphis chinensis* BELL)이 산란함에 의해 생긴 벌레집으로서, 예로부터 수렴지사제, 외상출혈 치료에 사용되어져 왔으며, 그들의 높은 탄닌의 함량 덕분에 gallic acid, tannic acid, pyrogallol의 제조원료나 색소, 잉크의 제조에 이용되어져 왔다(생약학연구회, 1994).

한편 오배자의 약효 및 성분에 관한 연구는 오배자의 MeOH엑스에 대한 항암효과, 장내세균에 대한 억제효과, 항당뇨효과가 연구 검토되었고 이들 약효의 주성분은 gallic acid methylester임이 보고되었거있다(정인홍, 1996; 권정현, 1994).

또한 항산화효과에 대한 연구는 오배자의 MeOH 엑스에 대한 항산화효과를 검토한 김태철(1990)의 보문만 있을 뿐 이들에 대한 분획별, 성분별의 상세한 항산화효과에 대한 연구는 이루어져 있지 않다. 따라서 본 연구는 1차 항산화 검색인 자유라디칼 소거효과 결과에 연이어 30종 식물중 가장 높은 효과를 나타낸 오배자의 항산화 활성 주성분을 규명하기 위하여 오배자의 MeOH 엑스로부터 얻어지는 오배자의 n-Hexane, EtOAc, BuOH, H<sub>2</sub>O 엑스에 대하여 DPPH법에 의한 자유라디칼 소거작용 시험을 실시하였다.

Table 1. Radical scavenging effects of MeOH extracts from 30 medicinal plants by DPPH radical method.

Sample	Part of use	Family name	50% reduction (mg) <sup>1)</sup>
Tocopherol			0.021
BHA			0.011
BHT			0.025
<i>Akebia quinata</i> Decaisne (목통)	Stem	Lardizabalaceae	0.163
<i>Anthriscus sylvestris</i> Hoffman (전호)	Radix	Umbelliferae	0.376
<i>Arctium lappa</i> Linne (우방자)	Semen	Compositae	0.084
<i>Asiasarum sieboldi</i> F. Maekawa (세신)	Radix	Aristolochiaceae	0.161
<i>Belamcanda chinensis</i> Leman (사간)	Rhizoma	Iridaceae	0.317
<i>Chrysanthemum sibiricum</i> var. <i>latilobum</i> Kitamura (구절초)	Leaf, Stem	Compositae	0.091
<i>Clematis mandshurica</i> Maximowicz (위령선)	Radix	Ranunculaceae	0.270
<i>Corydalis ternata</i> Nakai (현호색)	Rhizoma	Papaveraceae	0.222
<i>Elsholtzia ciliata</i> Hylander (향유)	Leaf, Stem	Labiatae	0.104
<i>Evodia officinalis</i> Dode (오수유)	Fructus	Rutaceae	0.157
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller (회향)	Fructus	Umbelliferae	0.215
<i>Juncus effusus</i> Linne (등심초)	Leaf, Stem	Juncaceae	0.234
<i>Leonurus sibiricus</i> Linne (익모초)	Leaf, Stem	Labiatae	0.095
<i>Lycopus coreanus</i> Leveille (택란)	Leaf, Stem	Labiatae	0.072
<i>Melandrium firmum</i> Rohrbach (왕불유행)	Leaf, Stem	Caryophyllaceae	0.302
<i>Morus alba</i> Linne (상백피)	Bark	Moraceae	0.194
<i>Panax ginseng</i> C. A. Meyer (인삼엽)	Leaf	Araliaceae	0.257
<i>Perilla sikokiana</i> Nakai (자소엽)	Leaf, Stem	Labiatae	0.076
<i>Phlomis umbrosa</i> Turczaninow (속단)	Rhizoma	Labiatae	0.096
<i>Phyllostachys paberula</i> Makino (죽엽)	Leaf, Stem	Gramineae	0.201
<i>Polygonum cuspidatum</i> Siebold et Zucarinii (호장근)	Radix	Polygonaceae	0.049
<i>Rhus javanica</i> Linne (오배자)	Galla Rhois	Anacardiaceae	0.023
<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge (단삼)	Radix	Labiatae	0.074
<i>Sanguisorba officinalis</i> Dode (지유)	Radix	Rosaceae	0.067
<i>Smilax china</i> Linne (토복령)	Rhizoma	Liliaceae	0.037
<i>Thuja orientalis</i> Linne (백자인)	Semen	Cupressaceae	0.113
<i>Torilis japonica</i> Decandolle (사상자)	Fructus	Umbelliferae	0.221
<i>Typha orientalis</i> Presl (포황)	Pollen	Typhaceae	0.101
<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance (유백피)	Bark	Ulmaceae	0.067
<i>Vitex rotundifolia</i> Linne fil. (만형자)	Fructus	Verbenaceae	0.094

<sup>1)</sup> Amount required for 50% reduction of DPPH (2 × 10<sup>-2</sup> ml, 0.079 mg) solution.

그 결과 Table 2에 나타낸 바와 같이 오배자의 n-Hexane, EtOAc 및 BuOH 엑스가 합성 항산화제인 BHA보다는 약하나 천연 항산화제인 tocopherol과는 유사한 강력한 자유라디칼 소거효과를 나타내었다. 특히 오배자의 EtOAc 엑스는 천연 항산화제인 tocopherol과 동일한 정도의 강력한 자유라디칼 소거효과를 보여주었다.

계속하여 강력한 DPPH 라디칼 소거작용을 나타낸 오배자의 n-Hexane, EtOAc, BuOH 및 H<sub>2</sub>O 엑스에 대하여 불포화지방산인 linoleic acid를 이용하여 불포화지방산의 과산화정도를 장기보관에 따른 억제율로 항산화 활성을 측정하는 Ferric-

Table 2. Radical scavenging effects of the *Rhus javanica* Linne extracts by DPPH radical method.

Sample	50% reduction <sup>1)</sup>
Tocopherol	0.021
BHA	0.011
BHT	0.025
n-Hexane ext.	0.024
EtOAc ext.	0.021
BuOH ext.	0.024
H <sub>2</sub> O ext.	0.030

<sup>1)</sup> Amount required for 50% reduction of DPPH (2 × 10<sup>-7</sup> ml, 0.079 mg) solution.

Thiocyanate법에 의한 지질의 과산화억제 효과를 시험한 결과, Table 3 및 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 항산화제를 첨가하지 않은 control 군이 9일, 천연 항산화제인 tocopherol을 첨가한 군이 15일만에 거의 과산화가 일어남에 비하여 합성 항산화제인 BHA를 첨가한 군은 30일 이상, 오배자의 n-Hexane, EtOAc 엑스 및 BuOH 엑스를 첨가한 군은 39일 이상, 오배자의 H<sub>2</sub>O 엑스를 첨가한 군은 30일 이상의 과산화를 억제하는 효과를 발휘하였다.

따라서, 오배자의 n-Hexane, EtOAc 및 BuOH 엑스는 천연 항산화제인 tocopherol 및 합성 항산화제인 BHA 보다 탁월한 항산화 효과를 나타내었고, 오배자의 H<sub>2</sub>O 엑스는 tocopherol 보다 우수하고 BHA와는 유사한 항산화 효과를 나타내었다. 이는 오배자의 다양한 분획 중에서 항산화 활성의 주성분 분획이 n-Hexane, EtOAc 및 BuOH 분획임을 강력히 시사하고 있다.

이상의 실험 결과 오배자는 항암효과, 장내세균에 대한 억제효과 및 항당뇨에 대한 효과와 더불어 본 연구에서 명확히 밝힌바와 같이 탁월한 항산화 효과를 발현함으로써 인하여 이를 종합적으로 활용한 성인병 예방 및 치료제로서의 기능성 식품 및 의약품으로서 개발 가능성이 풍부하다고 사료되며, 동시에 항산화활성의 주성분의 구조 규명 및 활성 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다고 생각된다.

Table 3. Antioxidative effects of the *Rhus javanica* Linne extracts by Ferric-Thiocyanate method.

Sample <sup>1)</sup>	Incubation period (Days)							
	3	9	15	21	24	30	39	42
Control	0.175±0.051	1.486±0.083	2.764±0.048					
Tocopherol	0.233±0.005	0.622±0.052	1.145±0.021	1.753±0.076	2.250±0.075			
BHA	0.090±0.004	0.313±0.025	0.654±0.019	0.859±0.016	0.967±0.029	1.130±0.012	1.289±0.071	1.405±0.018
n-Hexane ext.	0.105±0.004	0.422±0.054	0.517±0.009	0.624±0.014	0.710±0.024	0.831±0.015	1.051±0.044	1.133±0.094
EtOAc ext.	0.110±0.003	0.328±0.012	0.558±0.009	0.674±0.055	0.771±0.061	0.871±0.057	1.096±0.068	1.271±0.081
BuOH ext.	0.122±0.003	0.354±0.012	0.573±0.027	0.719±0.016	0.773±0.013	0.899±0.017	1.104±0.032	1.280±0.043
H <sub>2</sub> O ext.	0.106±0.005	0.274±0.074	0.537±0.044	0.723±0.064	0.799±0.064	0.968±0.094	1.949±0.063	2.397±0.064

<sup>1)</sup> Sample concentration was 0.005%. Each value represents the means ± S. E. of five experiments.

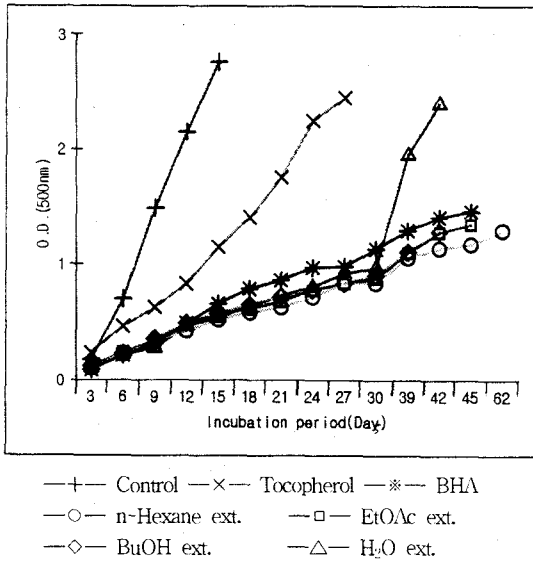


Fig. 1. Antioxidative effect of *Rhus javanica* Linne extracts by Ferric-Thiocyanate method.

## 摘 要

인구의 수명이 연장되고 노령화 사회로 발전됨에 따라 다양한 성인병이 야기되고 있고, 이들 성인병의 원인이 활성산소에 의한 것으로 밝혀짐에 따라 이들의 다양한 성인병을 예방 치료할 수 있는 안전하고 우수한 항산화 물질을 천연물로부터 개발하기 위하여 약용식물 30종을 대상으로 그들의 MeOH 엑스에 대한 자유라디칼소거효과 및 오배자의 분획에 대한 항산화효과를 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. DPPH 법을 사용하여 약용식물 30 종의 MeOH 엑스에 대한 1차 라디칼 소거작용 검색 시험을 한 결과 오배자, 토복령과 호장근의 MeOH 엑스가 가장 강한 항산화 활성을 나타내었으며 이 중에서 오배자의 자유라디칼 소거효과가 가장 높게 나타났다.
2. 1차 실험에서 얻어진 결과를 토대로 가장 강한 활성을 나타낸 오배자에 대하여 오배자의 MeOH 엑스로부터 각 극성별로 분획하여 얻어진 n-Hexane, EtOAc, BuOH, H<sub>2</sub>O 엑스에 대하여 DPPH법을 이용한 라디칼 소거작용을 시

험한 결과, n-Hexane, EtOAc, BuOH 엑스가 강한 자유라디칼 소거활성을 나타내었다.

3. Ferric-Thiocyanate법을 이용하여 오배자의 n-Hexane, EtOAc, BuOH 및 H<sub>2</sub>O엑스에 대하여 지질 과산화 억제작용에 의한 항산화 활성을 시험한 결과 오배자의 n-Hexane, EtOAc 및 BuOH 엑스는 천연 항산화제인 tocopherol 및 합성 항산화제인 BHA 보다 우수한 탁월한 항산화 효과를 나타내었고, H<sub>2</sub>O 엑스는 tocopherol 보다는 우수하고 BHA와는 유사한 강한 항산화 활성을 나타내었다.

## LITERATURE CITED

- Brannen, A. L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52 : 59 - 63.
- Chang, Y. S., Choi, U., Shin, D. H. and Shin, J. I. 1992. Synergistic effect of *Rhus javanica* Linne ethanol extract containing several synergist. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24 : 149 - 153.
- Choi, U., Shin, D. H., Chang, Y. S. and Shin, J. I. 1992. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24 : 142 - 148.
- Corl, M. M. 1974. Antioxidant activity of tocopherol and ascorbyl palmitate and their mode of action. *JAOCS* 51 : 321 - 325.
- Fukuzawa, K. and Takaishi, Y. 1990. Antioxidants. *J. Act. Oxyg. Free Rad.* 1 : 55 - 70.
- Halliwell, B. 1991. Drug antioxidant effects. *Drugs* 42 : 569 - 605.
- Hatano, T. 1995. Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species - Tannins and related polyphenols -. *Natural Medicines* 49 : 357 - 363.
- Inatani, R., Nakatani, N. and Fuwa, H. 1983. Antioxidative effect of the constituents of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and their derivatives. *Agric. Biol. Chem.* 47 : 521 - 528.
- Kim, H. K., Kim, Y. E., Do, J. R., Lee, Y. C.

- and Lee, B. Y. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 27 : 80 - 85.
- 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.
- Lee, Y. J., Shin, D. H., Chang, Y. S. and Shin, J. I. 1993. Antioxidative effect of some edible plant solvent extracts with various synergists. Korean J. Food Sci. Technol. 25 : 683 - 688.
- Lim, D. K., Choi, U. and Shin, D. H. 1996a. Antioxidative activity of some solvent extract *Caesalpinia sappan* L. Korean J. Food Sci. Technol. 28 : 77 - 82.
- Lim, D. K., Choi, U. and Shin, D. H. 1996b. Antioxidative activity of ethanol from korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 28 : 83 - 89.
- Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. 1995. Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. Bull. Pharm. 18 : 162 - 166.
- Oh, M. J., Lee, K. S., Son, H. Y. and Kim, S. Y. 1990. Antioxidative components of Pueraria root. Korean J. Food Sci. Technol. 22 : 793 - 798.
- Park, S. W., Woo, C. J., Chung, S. K. and Chung, K. T. 1994. Antimicrobial and antioxidative activities of solvent fraction from *Humulus japonicus*. Korean J. Food Sci. Technol. 26 : 464 - 470.
- Uchiyama, M., Suzuki, Y. and Fukuzawa, K. 1968. Biochemical studies of physiological function of tocopheronolactone. I. Yakugaku Zasshi 88 : 678 - 683.
- Yoshikawa, M., Harada, E., Miki, A., Tsukamoto, K., Liang, S. Q., Yamahara, J. and Murakami, N. 1994. Antioxidant constituents from the fruit hulls of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) originating in vietnam. Yakugaku Zasshi 114 : 129 - 133.
- 권정현. 1994. 오배자면층에 의해 형성된 오배자의 농약활성 및 약리활성. 서울대학교 석사학위논문. 서울.
- 김태철. 1990. 오배자 (*Rhus japonica* Linne) Methanol 추출물의 항산화효과에 관하여. 경북대학교 석사학위논문. 대구.
- 생약학연구회. 1994. 현대생약학. 학창사, 서울 235p.
- 정인홍. 1996. 수종의 한방식물체, 버섯류 그리고 동충하초의 항암활성 및 오배자의 항암성분. 서울대학교 석사학위논문. 서울.
- 大澤俊彦. 1995. 野菜の機能性成分の開発. 食品加工技術 15 : 201 - 209.
- 皆川信子. 1993. 活性酸素が關與する代表的疾患. ファルマシア 29 : 1029 - 1030.
- 木村善行, 奥田拓道. 1988. 抗酸化劑としての和漢藥. 日本臨床 46 : 2286 - 2292.