

## Nut류의 항산화 및 항균효과

차배천,\* 이해원, 최무영<sup>1</sup>

상지대학교 생명자원과학대학, <sup>1</sup>이공과대학

## Antioxidative and Antimicrobial Effects of Nut Species

Bae Cheon Cha,\* Hye Won Lee and Moo Young Choi<sup>1</sup>

College of Life Science and Natural Resource; and <sup>1</sup>College of Science and Engineering, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea

**Abstract**—It has been known that diseases related with aging or cancer result, at least in part, from free radicals, and antioxidants may reduce or prevent the abnormalities associated with free radical formation *via* its scavenging action. Thus, this study was carried out to investigate the antioxidative and antimicrobial activities of nut species for the purpose of developing antioxidant from natural products. Antioxidant activities of four kinds of nuts such as chestnut, groundnut, walnut and acorn were examined by measuring the radical scavenging effect on 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical. The extracts from chestnut hull and acorn barnyard millet showed strong antioxidative activities among 10 samples tested. Because of their highest antioxidative activity among 10 samples, radical scavenging effects of 4 different extract compartments (Hexane, EtOAc, BuOH and H<sub>2</sub>O extracts) from chestnut hull and acorn barnyard millet, were further examined by DPPH method. EtOAc and BuOH extracts exhibited antioxidative activities similar to those of natural, tocopherol or synthetic antioxidants, BHA. These findings demonstrates that major fraction of the antioxidative activity of chestnut hull or acorn barnyard millet was the EtOAc and BuOH extract compartments. However, antimicrobial activities against food-related bacteria and yeasts was relatively weak.

**Key words**—Antioxidative; antimicrobial; DPPH; tocopherol; BHA

인간을 비롯한 모든 생물체들은 산소를 이용하여 생명유지에 필요한 에너지를 발생하는 과정에서 활성산소(O<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ·OH)들의 상해에 대한 근본적인 자기 방어기구를 가지고 있다. 조직의 방어기구에서 해리 되지 못한 활성산소는 노화 등의 생리적 변화나 암, 관절염, 당뇨 등의 광범위한 생체 현상에 관여하여 직접 또는 간접적으로 생체의 장애를 일으키는 원인으로 알려져 있다.<sup>1-3)</sup>

유해산소로 알려져 있는 활성산소는 가장 안정한 형태인 삼중항산소(<sup>3</sup>O<sub>2</sub>)가 환원되면서 superoxide anion radical(O<sub>2</sub><sup>-</sup>), 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hydroxy radical(·OH), 지질 peroxide(ROOH)나 여기에서 생기는 free radical(ROO·, RO·) 등의 과산화지질로서, 이러한 활성산소의 과산화지질이 정상적으로 소거되지 않았을 때 free radical로 인한 oxidative stress(산화적 스트레스)가 생체내에 가해져 노화나 암 등의 여러 가지 성인병의 원인이 되고 있다.<sup>4,5)</sup>

\*교신저자 : Fax 0371-730-0305

**Table I.** The list of parts of 4 nuts

Chest ( <i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc. 밤)	Groundnut ( <i>Arachis hypogaea</i> L. 땅콩)	Walnut ( <i>Juglans sinensis</i> Dode. 호두)	Acorn ( <i>Quercus acutissima</i> CARRUTH. 도토리)
Chest (밤實)	Groundnut (땅콩實)	Walnut (호두實)	Acorn (도토리實)
Chestnut endoderm (밤內皮)	Groundnut endoderm (땅콩內皮)	Walnut barnyard millet (호두皮)	Acorn barnyard millet (도토리皮)
Chestnut hull (밤外皮)	Groundnut hull (땅콩外皮)		

또한 생체내에서는 다량의 산소가 여러 활성산소의 생성기회를 제공하여 단백질, 효소, DNA 손상을 일으키고 세포의 생체막 구성성분인 다가 불포화지방산을 공격하여 과산화지질이나 산화분해물이 DNA나 RNA 단백질막 조직에 작용하여 질환을 유발한다고 알려져 있다.<sup>6)</sup>

최근의 연구에 의하면 노화나 성인병 등의 질환은 활성산소에 의한다고 인정됨에 따라 활성산소를 조절할 수 있는 항산화제에 관한 연구가 활발히 진행되어 효소계인 SOD (superoxide dismutase), catalase, glutathioneperoxidase 등과 천연 항산화제인 tocopherol, ascorbic acid, carotenoid, flavonoid, glutathione, 합성 항산화제인 BHA (*tert*-butyl-4-hydroxyanisole), BHT (*tert*-butyl-4-hydroxytoluene), Trolox-C 등 많은 항산화제가 알려져 있고 그 외 많은 항산화제의 연구가 계속 보고 되고 있다.<sup>7-10)</sup>

그들중 tocopherol은 항산화효과가 비교적 낮은 편이고<sup>11)</sup> BHA와 BHT의 효과는 우수하나 변이원성 및 독성이 지적되면서<sup>12)</sup> 더 안정하고 효과가 우수한 항산화제의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

이에 따라 본 연구에서는 지금까지 알려진 천연 항산화제보다 효과가 우수한 항산화제를 천연물로부터 개발하기 위하여 강원도 일대에서 구입한 nut류 4종을 Table I에 나타낸 것처럼 10부분으로 세분화하여 free radical 소거작용에 의한 항산화 효과를 실험하였고, 동시에 nut류가 항산화 효과와 다른 생물활성을 가지는가를 확인하기 위한 연구의 일환으로 항균력 시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

**실험재료** - 본 실험에서 사용한 nut류(밤, 땅콩, 호두, 도토리)는 강원도 일대에서 구입하여 감별한 후 음건하고 각 부위별로 분리한 후 세절하여 재료

로 사용하였다.

**추출 및 분획** - 음건하고 각 부위별로 세절한 4종의 nut를 10개의 sample로 분리하여 각 10g에 MeOH 300 ml를 가하여 수욕상에서 5시간 환류냉각하면서 3회 추출을 반복하여 얻어진 MeOH 용액을 농축하여 MeOH ext.를 얻고 이를 실험추출용 시료로 사용하였다.

도토리피 및 밤외피의 MeOH ext.는 *n*-hexane과 MeOH을 1:1로 분배하여 얻어지는 *n*-hexane 용액을 농축하여 *n*-hexane ext.를 얻고, MeOH 용액은 다시 농축한 후 여기에 H<sub>2</sub>O과 EtOAc를 1:1로 분배하여 EtOAc 용액을 농축하여 EtOAc ext.를 얻고, 잔여의 H<sub>2</sub>O층에 *n*-BuOH을 H<sub>2</sub>O층과 같은 비율이 되도록 가한 후 분배시켜 얻어진 H<sub>2</sub>O층과 *n*-BuOH층을 각각 농축하여 *n*-BuOH ext.와 H<sub>2</sub>O ext.을 각각 얻었다.

**4종 nut의 부위별 MeOH ext.와 도토리피, 밤외피 분획의 DPPH radical 소거작용의 측정** - 內山 등<sup>13)</sup>의 방법을 약간 변형시킨 吉川 등<sup>14)</sup>의 방법에 의해 다음과 같이 측정하였다. 0.1 M의 초산 완충용액 (pH 5.5, 2.0 ml)에 시료의 ethanol용액(2.0 ml) 및 2×10<sup>-4</sup> M DPPH ethanol용액(1.0 ml)을 가하여 전량을 5.0 ml로 하고 실온에서 30분 방치한 후, 517 nm에서의 흡광도 감소를 측정하였다. 시료 무첨가의 control의 흡광도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 양(mg)을 측정하여 기존의 항산화제인 tocopherol과 BHA를 대조군으로하여 시험하였다.

**항균 측정용 사용균주 및 배지** - 본 실험에서 사용된 균주는 gram 양성균 3종, gram 음성균 3종 그리고 효모 2종을 사용하였으며, 균 생육 및 보존 배지는 세균의 경우 nutrient agar와 broth, 효모는 PDA와 YM broth (glucose 5g, pepton 5g, malt extract 3g, yeast extract 3g)를 각각 사용하였고 실험기간 중 각 균주의 적정 배양온도를 유지시켰다(Table II).

**Table II.** List of strains, media and optimum temperature used for antimicrobial experiment

Strain	Media	Optimum Temp	
Gram positive bacteria	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	Nutrient Agar & Broth (Difco)	30°C
	<i>Bacillus megaterium</i> ATCC 8514		30°C
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> IFP 3321		30°C
Gram negative bacteria	<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC 29751	Nutrient Agar & Broth (Difco)	37°C
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> IFO 3899		37°C
	<i>Escherichia coli</i> KCCM 11600		37°C
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> KCCM 11991	PDA(Difco) & YM broth	26°C
	<i>Candida utilis</i> KCCM 11355		26°C

**Soluble solid 함량의 측정** - Soluble solid 함량은 감압농축된 추출물 1 ml을 취하여 105°C에서 건조한 후 증발잔사의 무게(mg)를 측정하였다.

**항균력 검색** - 먼저, 각 균주를 1백금이씩 취해 nutrient broth 10 ml에 접종하여 각 균주의 적정배양 온도에서 24시간 동안 배양시킨 다음, 각 균액 0.2 ml를 실온에서 건조시킨 두께 4~5 mm의 plate 표면에 멸균된 면봉을 사용하여 도말한 후, 멸균된 8 mm paper disc에 각 추출물의 soluble solid 함량이 50 µg/disc가 되도록 흡수시켜 각 균주의 적정배양온도에서 24~48시간 배양하여 disc 주위의 clear zone을 육안으로 관찰하여 비교하였다.<sup>15)</sup>

**실험시약 및 기기** - 산화효과 측정용 시약인 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 Aldrich사 제품을 구입하여 사용하였고, Ethanol 등은 모두 특급시약을 사용하여 측정하였다. 대조구로 쓰인 tocopherol, BHA는 Sigma사 제품을, 기타 용매는 1급 시약을 사용하여 실험하였고, 세균의 경우 Nutrient agar와 Broth는 Difco사, 효모 PDA는 Difco사를, 멸균된 8 mm paper disc는 Toyo Roshi Kaisha사를 각 사용하였고, 흡광도 Milton-Roy spectronic Genesys-5 UV spectrophotometers를 사용하여 측정하였다.

**통계처리** - 항균력 실험의 통계분석은 SPSS package<sup>16)</sup>를 이용하여 one-way ANOVA 검정을 행하였으며, 처리효과의 유의성이 발견된 경우 처리구간 평균치의 유의성 비교는 Duncan의 다중비교검정 (p<0.05)을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

최근 들어 천연물의 항산화 효과에 관한 연구가

여러 연구자들에 의해 활발히 수행되어져왔다. 예를 들어, 대두,<sup>17)</sup> 쑥,<sup>18)</sup> 냉이<sup>19)</sup> 등과 같은 식용으로 쓰이는 식물을 비롯하여 약용으로 이용되는 다양한 생약 추출물에 대한 항산화 효과<sup>20-22)</sup>연구가 보고 되어져 있다. 본 연구는 항산화 및 항균성 물질의 탐색 연구의 일환으로 천연자원 중에서 널리 이용되고있지만 체계적인 연구가 이루어지지 않은 nut류에 대하여 항산화 및 항균 효과를 시험하였다.

Nut류들은 예로부터 식용과 약용으로 이용되어져, 밤(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)은 주름살, 하혈, 강신, 지혈, 건위의 효능<sup>23)</sup>이 있고, 땅콩(*Arachis hypogaea* L.)은 비경, 폐경에 작용하여 폐를 녹여주고 지혈, 기침등에 효과가 있으며, 땅콩 속 껍질은 지혈작용을 하여 여러 출혈성 질병에 이용된다.<sup>24,25)</sup> 호두(*Juglans sinensis* Dode.)는 신과 폐를 보호하여 머리카락을 검게하고 천식을 낮게 하며 호두유는 동맥이 굳어지는 것을 막는다.<sup>26,27)</sup> 도토리(*Quercus acutissima* CARRUTH.)는 위장을 수렴하여 설사를 멈추게하고 잇몸염, 입안염에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.<sup>28)</sup> 이와 같이 식용 또는 약용으로 사용되는 nut류들중 땅콩,<sup>29)</sup> 도토리<sup>30-32)</sup>에 대한 항산화연구는 일부 수행되어져 왔으나 그들을 부위별로 분류하여 체계적으로 연구한 보문은 발표되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 nut류로부터 천연 항산화제 및 항균제를 개발하기 위한 목적으로 4종의 nut류들을 10 sample로 세분화한 것을 대상으로 하여 그들의 MeOH 추출물에 대하여 항산화 활성과 식품과 관련 있는 세균 및 효모에 대한 항균 활성에 대해 검토하였다.

기존에 잘 알려져 있는 항산화제인 tocopherol와 BHA를 대조군으로하여 DPPH radical 소거작용법에 의한 항산화 시험을 실시한 결과 Table III에

**Table III.** Radical scavenging effect of MeOH extracts from nut species on DPPH radical method

Samples	50% reduction (mg) <sup>a</sup>
Tocopherol	0.021
BHA	0.012
Chestnut	0.245
Chestnut endoderm	0.023
Chestnut hull	0.022
Groundnut	0.303
Groundnut endoderm	0.026
Groundnut hull	0.118
Walnut	0.044
Walnut barnyard millet	0.065
Acorn	0.086
Acorn barnyard millet	0.022

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH ( $2 \times 10^{-7}$  ml, 0.079 mg) solution.

서 보는 것과 같이 chestnut hull과 acorn barnyard millet 추출물이 가장 강한 항산화활성을 나타내었다. 그중 가장 강한 활성을 나타낸 chestnut hull과 acorn barnyard millet 추출물에 대하여 항산화 활성을 나타낸 주성분을 규명하기 위하여 chestnut hull, acorn barnyard millet MeOH ext.를 극성별로 분획하여 Hexane, EtOAc, BuOH, H<sub>2</sub>O 추출물에 대하여 DPPH radical 소거작용법에 의한 2차적인 항산화 시험을 실시하였다.

그 결과 Table IV, V에 나타낸 바와 같이 chestnut hull, acorn barnyard millet의 EtOAc와 BuOH 추출물이 기존에 잘 알려진 천연 항산화제인 tocopherol과 합성 항산화제인 BHA와 유사한 강력한 항산화 효과를 나타내었다.

또한 nut류의 항균력을 조사하기 위하여 각 MeOH 추출물의 soluble solid 함량이 50 µg/disc가 되도록 조절하여 시험관주에 대한 생육저해

**Table IV.** Radical scavenging effect of chestnut hull extracts on DPPH radical method

Samples	50% reduction (mg) <sup>a</sup>
Tocopherol	0.022
BHA	0.016
Hexane	0.103
EtOAc	0.023
BuOH	0.027
H <sub>2</sub> O	0.059

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH ( $2 \times 10^{-7}$  ml, 0.079 mg) solution.

**Table V.** Radical scavenging effect of acorn barnyard millet extracts on DPPH radical method

Samples	50% reduction (mg) <sup>a</sup>
Tocopherol	0.022
BHA	0.018
Hexane	0.086
EtOAc	0.026
BuOH	0.020
H <sub>2</sub> O	0.051

<sup>a</sup>Amount required for 50% reduction of DPPH ( $2 \times 10^{-7}$  ml, 0.079 mg) solution.

환을 측정된 결과는 Table VI에서와 같이 실험대상으로 사용한 10종의 nut류의 열매, 내피와 외피 추출물은 일부 균에서라도 모두 증식억제 효과가 있는 것으로 관찰되었다. 호두를 제외한 nut류에서 열매 보다는 주로 내피와 외피 추출물에서 항균활성이 관찰되었다. 호두는 열매 추출물이 세균과 효모에 대해 모두 항균력을 나타내었으며, 대체로 그람음성균에서 생육저해환이 유의적으로( $p < 0.05$ ) 크게 생성되었다. 밤과 땅콩의 내피 추출물은 세균과 효모에서 모두 생육저해환이 생성되었으며, 그람음성균과 효모에서의 항균력이 그람양성균에 비해 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 도토리 열매와 피 추출물에서는 항균력이 거의 발견되지 않았고, 호두피 추출물 또한 세균에 대한 항균력을 나타내지 않았다. 한편 균주별 항균력은 *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*와 *Candida utilis*는 거의 모든 nut류에 의해 유의적인( $p < 0.05$ ) 차이를 보이며 생육이 억제되었으나, *Escherichia coli*와 *Bacillus megaterium*은 밤 열매, 내피와 외피 추출물에 의해서 생육이 억제되었고, 대체로 다른 nut류의 추출물에 의해서는 생육억제 효과를 보이지 않았다.

이상의 실험결과 chestnut hull, acorn barnyard millet의 강력한 항산화 활성의 주성분은 EtOAc와 BuOH ext.분획임을 알 수 있었고, nut류의 항균활성은 일부 균에서라도 모두 증식억제 효과가 있는 것으로 관찰되었으나 그 활성은 미약한 것으로 판명되었다. 한편 본 연구에서 탁월한 항산화 효과를 발현한 chestnut hull과 acorn barnyard millet는 천연물로부터 강력한 천연 항산화제 개발 연구의 일환으로 주성분의 구조확인 및 식품 및 의약품의 활용 연구들을 계속 수행하고자 한다.

Table VI. Antimicrobial activity (growth inhibition) of 10 different parts of 4 nuts on microorganisms<sup>1)</sup> 50  $\mu$ /disc<sup>1)</sup>

Strains	Clear zone diameter (mm) <sup>2)</sup>									
	Tested samples				50 $\mu$ /disc <sup>1)</sup>					
	Chestnut	Chestnut endoderm	Chestnut hull	Groundnut	Groundnut endoderm	Groundnut hull	Walnut	Walnut baryard millet	Acorn nut	Acorn baryard millet
<i>Bacillus subtilis</i>	9.5±0.5	11.7±0.6 <sup>ab</sup>	12.3±0.9	10.0±0.5	11.0±0.5 <sup>ab</sup>	9.6±0.3	9.6±0.3 <sup>a</sup>	-	11.3±0.3	11.3±0.3
ATCC 6633										
<i>Bacillus megaterium</i>	10.0±0.0 <sup>ab</sup>	9.0±0.0 <sup>ab</sup>	-	-	11.0±0.5 <sup>aba</sup>	-	9.6±0.3 <sup>abAB</sup>	-	-	- <sup>3)</sup>
ATCC 8514										
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	10.3±0.3 <sup>a</sup>	11.0±0.0	-	10.6±0.6 <sup>ab</sup>	9.6±0.3	13.0±0.3 <sup>b</sup>	-	-	11.0±0.0
IFO 3321										
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	9.0±0.0 <sup>ab</sup>	12.3±0.3 <sup>b</sup>	-	9.0±0.0 <sup>aba</sup>	-	10.6±0.3 <sup>ab</sup>	-	-	9.6±0.6 <sup>a</sup>
ATCC 29751										
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.7±0.9	-	10.6±0.3 <sup>a</sup>	-	11.6±0.3 <sup>ab</sup>	-	-	9.3±0.3
IFO 3899										
<i>Escheichia coli</i>	9.3±0.3 <sup>A</sup>	11.3±0.3 <sup>abB</sup>	-	-	9.6±0.3 <sup>aba</sup>	-	-	9.3±0.3 <sup>A</sup>	-	-
KCCM 11600										
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11.3±0.3	12.0±0.5 <sup>ab</sup>	-	10.6±0.3	11.3±0.6 <sup>b</sup>	11.3±0.3	11.0±0.0 <sup>a</sup>	-	-	-
KCCM 11991										
<i>Candida utilis</i>	11.0±1.0	14.3±1.3 <sup>b</sup>	-	11.5±0.5	13.0±1.0 <sup>c</sup>	11.6±1.3	11.0±0.0 <sup>ab</sup>	10.3±0.3	11.3±0.3	11.6±0.3
KCCM 11355										

<sup>1)</sup> Antimicrobial activity was indicated as diameter of clear zone surrounding paper absorbing 50  $\mu$ g of soluble solid of 10 different parts of 4 nuts on nutrient agar or PDA plate inoculated with test microorganisms

<sup>2)</sup> All Values of means  $\pm$  S.E. (n = 3)

<sup>3)</sup> No inhibition

<sup>AB</sup> Values with different superscripts within the same column are significantly different (p < 0.05)

<sup>ab</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different (p < 0.05)

## 결 론

본 연구는 천연 항산화제 개발연구의 일환으로서, 노화나 암 등의 다양한 성인병을 유발시키는 원인이 되는 것으로 알려진 활성산소에 대하여 이를 제거함으로써 인하여 활성산소로부터 유발되는 질병과 생체기능의 이상을 치료할 수 있는 우수한 항산화 물질을 천연물로부터 개발하고 동시에 이들이 다른 생물활성 특히 세균을 억제하는 항균효과를 가지는지를 검색하기 위하여 국내 nut 4종의 10개의 sample들을 대상으로 그들의 MeOH 추출물과 분획 추출물에 대한 항산화 활성과 항균시험을 수행하여 다음의 결과를 얻었다.

1. DPPH radical 소거작용 법을 사용하여 국내 nut 4종의 MeOH ext.에 대하여 항산화 효과를 시험한 결과 chestnut hull, acorn barnyard millet 추출물이 가장 강한 활성을 나타내었다.

2. 가장 강한 활성을 나타내었던 chestnut hull과 acorn barnyard millet MeOH 추출물을 각 극성별로 분획하여 얻어진 hexane, EtOAc, BuOH, H<sub>2</sub>O 추출물에 대하여 DPPH radical 소거작용 법을 사용하여 시험한 결과 각각 EtOAc와 BuOH 추출물이 가장 강한 활성을 나타내었다.

3. Nut류의 항균력을 조사하기 위하여 각 MeOH 추출물의 soluble solid 함량이 50 µg/disc가 되도록 조절하여 시험균주에 대한 생육저해환을 측정 한 결과 실험대상으로 사용한 10 부분의 nut류 열매, 내피와 외피의 MeOH ext.는 일부 균에서라도 모두 증식억제 효과가 있는 것으로 관찰되었고, 호두를 제외한 nut류에서는 열매보다는 주로 내피와 외피 MeOH ext.에서 증식억제 효과를 나타내었지만, 전반적인 항균활성은 미약한 것으로 판명되었다.

## 인용문헌

- Halliwell, B. (1991) Drug antioxidant effects. *Drugs* 42: 569-605.
- 木村善行, 奥田拓道 (1988) 抗酸化劑としての和漢薬. *日本臨床* 46: 2286-2292.
- Fukuzawa, K. and Takaishi, Y. (1990) Antioxidants. *J. Act. Oxyg. Free Rad.* 1: 55-70.
- 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.

- Pryored, W. A. (1984) Free radicals in biology. Vol. VI. 371. Academic Press.
- 김삼인 (1996) 농산부산물에서 항산화활성 물질의 검색. 단국대학교, 석사학위 논문.
- 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.
- Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species-Tannins and related polyphenols. *Natural Medicines* 49: 357-363.
- 大澤俊彦 (1995) 野菜の機能性成分の開發. *食品加工技術* 15: 201-209.
- Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18: 162-166.
- Corl, M. M. (1974) Antioxidant activity of tocopherol and ascorbyl palmitate and their mode of action. *JAOCS*. 51: 321-325.
- Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*. 52: 59-63.
- Uchiyama, M., Suzuki, Y. and Fukuzawa, K. (1968) Biochemical studies of physiological function of tocopheronolone. 1. *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.
- Conner, D. E. and Beuchat, L. R. (1984) Effect of essential oil from plants on growth of food spoilage yeasts. *J. Food Sci.* 49: 429-434.
- 이성근, 김범중, 채서일 (1993) SPSS/PC를 이용한 통계분석, 101. 학연사, 서울.
- 배은아, 문갑순 (1997) 국산 대두의 항산화 효과. *한국식품영양과학회지* 26: 203-208.
- 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식 (1992) 쑥(산쑥)의 물 추출물과 에테르 추출물의 항산화 효과. *한국영양식량학회지* 21: 17-22.
- 곽재혁, 권미향, 나경수, 성하진, 양한철 (1996) 냉이 (*Capsella bursa-pastoris*)로부터 superoxide anion radical 소거물질의 정제 및 이화학적 성질. *한국식품과학회지* 28: 184-189.
- 김현구, 김영언, 도정룡, 이영철, 이부용 (1995) 국내산

- 생약추출물의 항산화 효과 및 생리활성. 한국식품과학회지 27: 80-85.
21. 최 응, 신동화, 장영상, 신재익 (1992) 식물성 천연 항산화물질의 검색과 그 항산화력 비교. 한국식품과학회지 24: 142-148.
  22. 차배천, 이성규, 이혜원, 이 은, 최무영, 임태진, 박희준 (1997) 국내 유용식물 의 항산화 효과. 생약학회지 28: 15-20.
  23. 신민교, 정보변 (1990) 도해향약(생약)대사전, 806. 영림출판사, 서울.
  24. 과학백과사전종합출판사 (1990) 동의학사전, 273. 도서출판사 까치, 서울.
  25. 신민교, 정보변 (1990) 도해향약(생약)대사전, 661. 영림출판사, 서울.
  26. 신민교, 정보변 (1990) 도해향약(생약)대사전, 287. 영림출판사, 서울.
  27. 과학백과사전종합출판사 (1990) 동의학사전, 1181. 도서출판사 까치, 서울.
  28. 과학백과사전종합출판사 (1990) 동의학사전, 242. 도서출판사 까치, 서울.
  29. Pin, D. D. and Gow, C. Y. (1997) Antioxidant efficacy of methanolic extracts of peanut hulls in soybean and peanut oils. *JAACS*. 74: 745-748.
  30. 이미현 (1992) 도토리 추출물의 항산화 효과, 충남대학교, 석사학위논문.
  31. 이미현, 정재홍, 오만진 (1992) 도토리 gallic acid의 항산화성. 한국영양식량학회지 21: 693-700.
  32. 성인숙, 박은미, 이미경, 한은경, 장주연, 조수열 (1997) 도토리 추출물이 흰쥐의 체내 항산화 효소계에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 26: 494-500.

(1998년 2월 10일 접수)