

## 대나무 에탄올추출물의 항산화 효과 및 아질산염 소거작용

임진아 · 나영순<sup>1</sup> · 백승화\*

원광대학교 한의학전문대학원 한약자원개발학과, 기초자연과학연구소  
<sup>1</sup>건양대학교 패션뷰티디자인학부

### Antioxidative Activity and Nitrite Scavenging Ability of Ethanol Extract from *Phyllostachys bambusoides*

Jin A Lim, Young Soon Na<sup>1</sup>, and Seung Hwa Baek\*

Department of Herbal Resources, Professional Graduate School of Oriental Medicine and Institute of Basic Natural Sciences, Wonkwang University  
<sup>1</sup>Division of Fashion and Beauty, Konyang University

Efficacy of antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract of *Phyllostachys bambusoides* S. et Z. (*P. bambusoides*) was investigated. Electron-donating ability of ethanol extract at RC<sub>50</sub> was 116.75 µg/mL. After addition of 0.92 mg/mL ethanol extract, autooxidation of pyrogallol decreased to 44% by superoxide dismutase-like activity. In antioxidative activity of ethanol extract against linoleic acid during incubation times of 4 and 6 day at 40°C, TBA values decreased by 74.76 and 58.48% with addition of 50 mg/mL, respectively. Nitrite scavenging ability showed the most remarkable effect at pH 1.2, decreasing to 43% by addition of 0.2 mg/mL. These results suggest that ethanol extract of *P. bambusoides* can be used in bioactive and functional material.

**Key words:** *Phyllostachys bambusoides*, antioxidative activity, nitrite scavenging ability

### 서 론

생체내에서 산화와 관련된 현상으로 세포막에 존재하는 지질은 산소에서 유래되는 superoxide anion radical, hydroxyl radical, singlet oxygen 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 등의 활성산소와 결합하여 과산화물을 만들고, 이들의 연속반응에 의하여 alcohol류, aldehyde류, ketone류 등을 생성함으로써 생체내에서 DNA를 손상시켜 암을 유발할 뿐만 아니라, 세포노화, 세포막 분해, 지방산화 등 심각한 생리적인 장애를 일으킨다(1-3). 지금까지 활성산소와 free radical 생성을 방지하기 위해 사용되는 항산화제로는 α-tocopherol, BHT, BHA, PG, TBHQ, ascorbic acid등이 알려져 있으며(4), 그 중 항산화 효과가 뛰어난 BHT와 BHA는 변이원성 및 독성이 지적되어(5), 현재는 그 사용량이 격감되는 실정이다. 따라서 최근 안전성과 관능상 문제가 되지 않는 천연 항산화제 개발을 위한 많은 연구가 시도되고 있으며, 더덕(6), 검은깨(7), 붉나무(8), 알로에(9), 대두(10), 오미자(11), 버섯류(12), 솔잎(13), 구지뽕나무(14) 등에서 항산화 효과가 보고되고 있다.

육제품이나 수산가공품 등에 발색제로 첨가되는 질산염이나 아질산염은 육제품의 발색 및 육색의 안정화에 기여할 뿐만 아니라 *Clostridium botulinum*에 대한 정균작용을 나타내며, 육의 보수성과 결착성을 개선하는 데에 중요한 역할을 한다(15). 이들 질산염은 소화기관내에서 또는 식품의 저장 중에 질산환원 효소나 질산염 환원세균에 의하여 아질산염으로 환원되며 아질산염은 2급 및 3급 amine류와 반응하여 nitrosoamine을 생성하는 것으로 알려져 있다(16). Nitrosamine은 체내에서 diazoalkane(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>N<sub>2</sub>)으로 변화하여 핵산이나 단백질 또는 세포내의 성분을 alkyl화 함으로써 암을 유발한다고 하며(17), 또한 아질산염은 그 자신이 독성을 갖고 있기 때문에 일정한 농도 이상 계속 섭취시 혈액중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증(methemoglobinemia)을 유발한다(18). Mirvish 등(19)은 ascorbic acid에 의한 nitrosoamine 생성억제기능을 보고하였고 Millard 반응생성물에 의한 억제작용이 Kato 등(20)에 의해 보고되었다. 또한 식품중에 phenolic guaiacol, resorcinol 등의 phenol계 물질들이 nitro화 반응을 강력하게 억제한다는 사실이 보고되었으며(21), 아울러 야채추출물(18), 해조추출물(22), 버섯류(23) 그리고 결명자와 갈근추출물(24)에서 아질산염 소거작용이 보고되고 있다.

대나무는 벼과와 비슷하지만 줄기가 목질인 것이 다르며, 우리나라에는 5속에 10종, 4변종이 분포되어 있고, 주로 중부이남에 자라며, 대표적인 품종은 조릿대(*Sasamorpha purpurascens* Nakai var. borealis Nakai), 참대(*Phyllostachys reticulata* Koch)

\*Corresponding author : Seung Hwa Baek, Department of Herbal Resources, Professional Graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang University, Iksan, Chonbuk 570-749, Korea  
Tel: 82-63-850-6225  
Fax: 82-63-841-4893  
E-mail: shbaek@wonkwang.ac.kr

및 신의대(*Sasa coreana* Nakai)이다. 대나무잎은 동의치료에서 죽엽이라하여 열내림, 피멍이약, 중풍, 고혈압 등에 민간요법으로 사용되어 왔고, 항균 및 항진균 작용과 항암효과도 있는 것으로 알려져 있다(25). 최근 대나무추출물의 항균력에 대해 많은 연구가 보고되고 있으나(26,27) 생리활성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 대나무 줄기의 기능성 식품소재 또는 식품첨가물로서의 가능성을 검토하고자 대나무 줄기를 에탄올로 추출하여 항산화효과와 아질산염 소거능을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 대나무는 3년산 왕대나무(*Phyllostachys bambusoides* S. et Z.)로서 전남 담양에서 2003년 3월에 줄기를 채취하여 음건한 후 사용하였다.  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl (DPPH), pyrogallol, linoleic acid, trichloroacetic acid(TCA), 2-thiobarbituric acid(TBA), sodium nitrite, sulfanilic acid 그리고  $\alpha$ -naphthylamine은 Sigma(USA)에서 구입하였으며, 기타 시약은 분석용 등급이상의 시약을 사용하였다.

### 시료의 조제

건조된 대나무 줄기를 분쇄한 후, 분말 780 g에 에탄올 4 L를 첨가하여 실온에서 24시간동안 3회 교반추출하였다. 그다음, 에탄올 추출액은 여과지(Whatman, No. 2)로 여과하고 감압농축한 후 진공 동결건조하였으며, 얻어진 대나무줄기 에탄올추출물(35.59 g, 4.56%)은 본 실험시료로 사용되었다.

### 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability)은 Blossis 방법(28)에 의한 DPPH free radical 소거법에 의해 측정되었다. 즉, 시료는 메탄올에 녹여 준비하고 0.3 mM DPPH 용액을 첨가하여 실온에서 30분간 방치 한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 양을  $RC_{50}$ 으로 하여 나타내었다.

### Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

Marklund와 Marklund의 방법(29)에 따라 각 농도별 시료(0.2 mL)에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane containing 10 mM EDTA, 3 mL)와 7.2 mM pyrogallol(0.2 mL)를 가하고 25°C에서 10분간 방치하였으며, 1 N HCl(1 mL)로 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은  $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 으로 나타내었다.

### TBA가 측정

기질용액은 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)와 ethanol을 4:1로 혼합한 용매에 linoleic acid를 0.03 M이 되도록 첨가하였다. 이 기질용액(20 mL)에 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0, 19.2 mL)와 각 농도별 시료(0.8 mL)를 첨가한 후 40°C 항온기에서 진탕하면서 경시적으로 혼합액(2.0 mL)을 취하여 분석하였다. 위 혼합액(2.0 mL)에 35% TCA(1.0 mL)와 0.75% TBA(2.0 mL)를 가한 다음 30초 동안 진탕시켜 95°C 수욕상에서 40분 동안 반응시켰다. 이 반응액을 실온에서 냉각시켜 acetic acid(1.0 mL)와 chloroform(2.0 mL)을 가하여 진탕시킨 후, 3,000 rpm에

서 5분 동안 원심분리하여 상정액의 흡광도를 532 nm에서 측정하여 이를 TBA값으로 하였다(30).

### 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능(nitrite scavenging ability)은 Kato 등(20)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM  $NaNO_2$ 용액(2 mL)에 시료(1 mL)를 가하고 0.1 N HCl(pH 1.2), 0.2 M 구연산 완충액(pH 3.0, 6.0)으로 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시키고 각 반응액(1 mL)을 취하여 2% 초산용액(2 mL)과 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid: 1% naphthylamine = 1:1, 0.4 mL)를 가한 다음 혼합하여 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거능은  $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 으로 나타내었다.

### 통계처리

통계처리는 각각의 시료에 대해 Student's t-test를 사용하여  $mean \pm S.D.$ 로 계산하였으며, p-value를 구하여 유의성을 검증하였다.

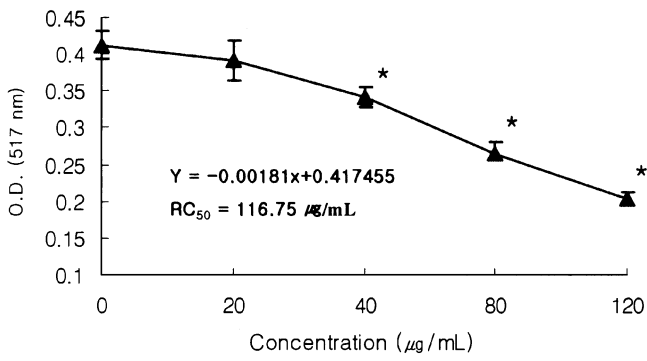
## 결과 및 고찰

### 대나무줄기 에탄올추출물의 전자공여능

일반 식물체의 항산화 작용에 관해서는 많은 연구가 있는데 식용식물 21종을 부위별로 DPPH를 이용하여 유리라디칼 소거효과를 측정된 결과 참취잎, 쑥갓잎 및 머위잎에서 특이적으로 높은 효과가 관찰되었다(31). 왕대나무줄기 에탄올추출물의 DPPH free radical 소거능을 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 시료량( $RC_{50}$ )으로 측정된 결과 116.75  $\mu\text{g/mL}$ 으로 나타났다(Fig. 1). 최근 김 등(32)은 왕대나무를 열수추출하여 혼합물의 농도가 0.1%가 되게 조제한 후 전자공여작용을 조사한 결과, 죽력과 줄기는 각각 86%, 51.7%의 높은 전자공여능을 보였으며, 잎추출물은 그 작용이 미약했다고 보고하고 있어, 본 연구에서의 왕대나무 줄기 에탄올추출물( $RC_{50} = 116.75 \mu\text{g/mL}$ )은 열수추출물( $\leq 1 \text{ mg/mL}$ )보다 전자공여능이 우수하다는 것을 보여주는 결과로 생각된다. 그리고 표준물질로 사용된  $\beta$ -carotene과 BHA의  $RC_{50}$ 이 각각 18.02  $\mu\text{g/mL}$ , 18.48  $\mu\text{g/mL}$ (data not shown)으로 나타나 왕대나무 줄기 에탄올추출물은 효과적인 전자공여능을 보이는 것으로 관찰되었다.

### 대나무줄기 에탄올추출물의 superoxide dismutase(SOD) 유사활성

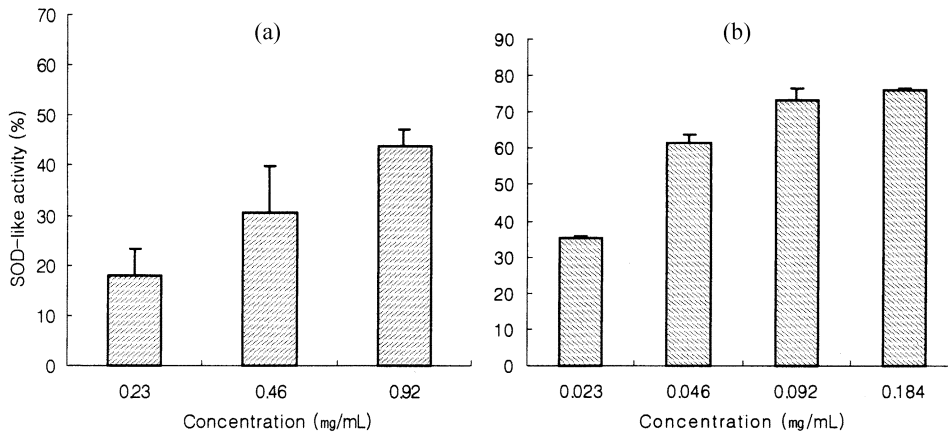
항산화 효소중의 하나인 superoxide dismutase(SOD)는 세포에 해로운 환원 산소종(superoxide)을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이다. SOD는 30 KDa 이상의 분자량을 가진 단백질 물질로 체내에 쉽게 흡수되지 못하고 체외로 배출되며(33,34), 열과 pH에 불안정하다(35). 따라서 SOD와 유사한 활성을 가지면서 SOD의 단점을 보완할 수 있는 SOD 유사활성 물질을 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 왕대나무줄기 에탄올추출물의 superoxide( $O_2^-$ ) 산화억제작용을 알아보기 위해 superoxide와 반응하여 갈변물질을 나타내는 pyrogallol 자동산화반응을 측정하여 SOD 유사활성을 측정하였다(29). Fig. 2(a)는 왕대나무줄기 에탄올추출물의 SOD 유사활성을 측정한다



**Fig. 1. Electron donating ability of ethanol extract from *P. bambusoides*.**

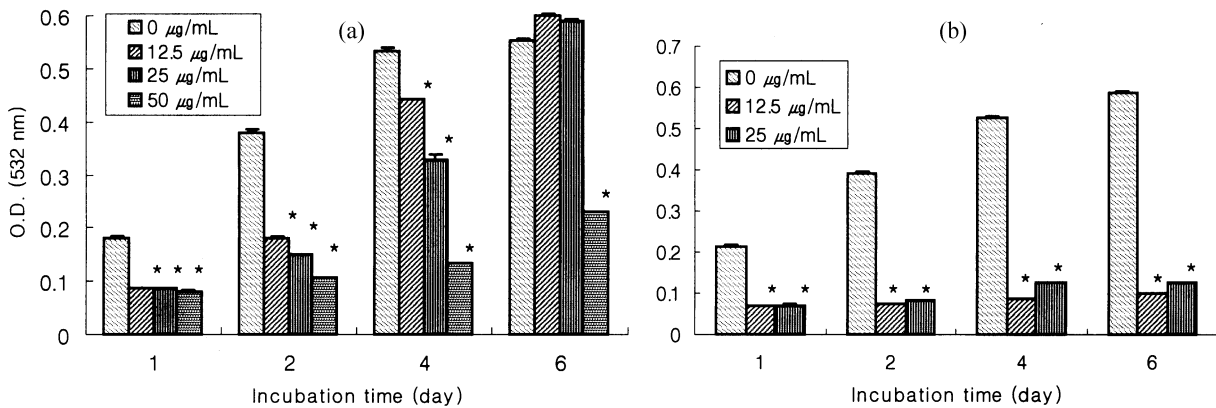
The values represent the mean  $\pm$  standard deviations for triplicate experiments. \*Significantly different from the control values ( $p < 0.05$ ).

것으로 0.23, 0.46 그리고 0.92 mg/mL 첨가시 각각 17.96%, 30.41% 그리고 43.88%의 활성도를 나타냈으며, 비교물질인 ascorbic acid는 0.184 mg/mL에서 76.06%의 SOD 유사활성을 보임으로써(Fig. 2(b)) 왕대나무 줄기 에탄올 추출물의 우수한 항산화력이 관찰되었다. 또한 김 등(36)이 측정한 복령균사체와 복령쌀보다 대나무줄기 에탄올 추출물의 SOD 유사활성이 높게 나타나는 것을 관찰할 수 있었다.



**Fig. 2. SOD-like activity of ethanol extract from *P. bambusoides* (a) and ascorbic acid (b).**

The values represent the mean  $\pm$  standard deviations for triplicate experiments.



**Fig. 3. TBA values in linoleic acid substrate containing ethanol extract from *P. bambusoides* (a) and BHA (b) during storage at 40°C.**

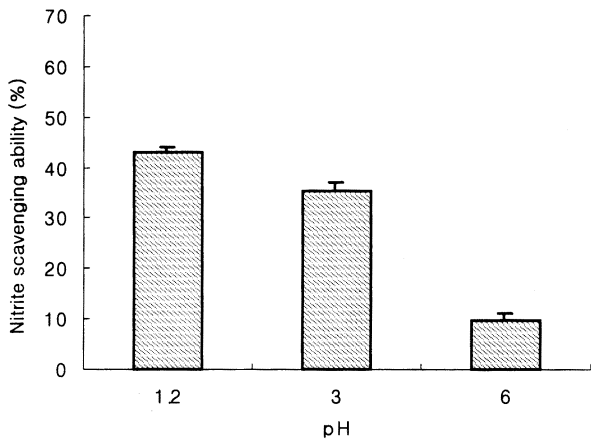
The values represent the mean  $\pm$  standard deviations for triplicate experiments. \*Significantly different from the control values ( $p < 0.05$ ).

**대나무줄기 에탄올추출물의 TBA가에 미치는 영향**

왕대나무 줄기 에탄올추출물의 지질과산화와 관련한 항산화 효과를 검토하기 위하여 linoleic acid에 추출물을 12.5, 25, 50 µg/mL 농도로 각각 첨가하여 40°C에서 6일동안 TBA값의 변화를 흡광도(532 nm)로 측정하였다(Fig. 3). 그 결과, 대조구는 4일과 6일 후 0.531, 0.554로 TBA값이 측정되었고 추출물 50 µg/mL을 첨가했을때에는 0.134, 0.23로 TBA값이 나타나 대조구에 비해 추출물 첨가구의 TBA수치가 각각 74.76%, 58.48% 감소되었다(Fig. 3(a)). 또한 표준물질로 25 µg/mL BHA를 첨가하여 TBA값을 측정한 결과, 대조구에 비해 4일과 6일 후 각각의 TBA 값이 76.04%, 80.21% 감소함을 알 수 있었다(Fig. 3(b)). 김 등(37)은 왕대잎 물추출물의 *in vitro*에서 과산화물 형성 저해율을 TBA법으로 측정한 결과, 농도 의존적인 저해를 보였으며 40 mg/mL의 고농도에서 50.9%로 지질과산화 생성 억제효과를 나타낸다고 보고하였다. 위의 연구결과로 왕대나무줄기 에탄올추출물은 지질과산화와 관련된 항산화 효과가 우수한 것으로 관찰되었다.

**대나무줄기 에탄올추출물의 아질산염 소거능**

아질산나트륨 용액에 왕대나무줄기 에탄올추출물 0.2 mg/mL을 첨가하고 pH 조건을 각각 pH 1.2, pH 3.0, pH 6.0으로 조정하여 아질산염에 대한 소거율을 측정하였다. 이들 pH 범위는 인체내 위에서의 pH 변화를 고려하였으며, 각 pH 조건하



**Fig. 4.** Nitrite scavenging ability of ethanol extract from *P. bambusoides*. The values represent the mean  $\pm$  standard deviations for triplicate experiments.

(pH 1.2, pH 3.0, pH 6.0)에서 아질산염 소거능은 각각 43.02%, 35.46%, 9.86%으로 나타나 pH 의존적인 아질산염 소거능을 보였다(Fig. 4). 이와 유사한 결과로 Kang 등(38)은 각종 phenol성 화합물의 농도를 0.1-6 mM 수용액으로 조제한 후, 아질산염 소거율을 여러 pH조건에서 측정한 결과 pH 1.2에서 가장 높게 나타났으나, pH 6.0에서는 10% 정도로 대부분 상실되었다고 보고하였다. 아질산염은 식품제품에 첨가되어 발색제 및 보존제로 이용되고 있으나, 식품중에 존재하는 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하는데 이 과정은 pH가 낮은 조건에서 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다(39). 니트로화(nitrosation)에 영향을 주는 nitrite는 nitrous acid(HNO<sub>2</sub>)를 형성하기 위해서 산성화되고 HNO<sub>2</sub>는 H<sub>2</sub>NO<sub>2</sub><sup>+</sup>으로 proton화되어 선택적으로 amide와 반응하여 nitrosamide를 형성한다. 이러한 산성화(acidification)과정 때문에 니트로화반응은 주로 생체내 산성위(acidic stomach)에서 발생한다(40,41). 연구결과에 의하면, 아질산염 소거능이 인체의 위내 pH 조건과 비슷한 pH 1.2에서 가장 우수한 것으로 측정되어 왕대나무 줄기 에탄올 추출물은 생체내에서도 효과적인 아질산염 소거작용을 통해 nitrosamine 생성을 억제할 것으로 생각된다.

### 요 약

본 연구는 왕대나무 줄기의 생리활성 및 기능성을 검토하기 위해서 왕대나무 줄기를 에탄올로 추출하여, 추출물의 항산화 효과와 아질산염 소거능을 측정하였다. 그 결과, 왕대나무 줄기 에탄올 추출물의 전자공여능(RC<sub>50</sub>)은 116.75  $\mu$ g/mL로 나타났고 SOD 유사활성은 추출물(0.92 mg/mL)을 첨가하였을 때 43.88%로 가장 높게 관찰되었으며, linoleic acid에 대한 항산화력은 추출물(50  $\mu$ g/mL)을 첨가하여 TBA값을 측정한 결과 배양 시간 4일과 6일 경과 후 각각 74.76%, 54.48% 감소율을 보임으로써 효과적인 항산화 효과를 나타내었다. 아질산염 소거능은 추출물(0.2 mg/mL)을 첨가하였을 때 pH 1.2 조건에서 43.02%로 가장 높게 나타났으며 pH가 증가할수록 감소하였다. 이상의 결과를 종합하면 왕대나무 줄기의 에탄올 추출물은 항산화 효과와 아질산염 소거능이 있는 물질을 함유한 것으로 판단된다. 추후, 왕대나무의 항산화 효과와 아질산염 소거능을 나타내는 원인물질에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 BK21 사업지원비에 의해 수행되었으며, 왕대나무를 제공해주신 (주)태성식품에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Fridorich I. The biological activity of oxygen radicals. *Science* 201: 875-881 (1978)
2. Gardner DR, Fridorich I. Superoxide sensitivity of *Escherichia coli* 6-phospho gluconate dehydratase. *J. Biol. Chem.* 266: 1478-1483 (1991)
3. Imlay IA, Linn S. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* 240: 1302-1309 (1986)
4. Dziezak JD. Antioxidants. *Food Technol.* 40: 94-102 (1986)
5. Branen AL. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59-63 (1975)
6. Mang YS, Park HK. Antioxidant activity of ethanol extract from Dodok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 311-316 (1991)
7. Ahn CY, Hyun KH, Park KH. Investigation of antioxidative substance in black sesame seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 31-36 (1992)
8. Choi U, Shin DH, Chang YS, Shin JI. Antioxidant activity of ethanol extract from *Rhus javanica* Linne on edible oil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 320-325 (1992)
9. Woo N, Ahn MS, Lee KY. Antioxidant effect of Aloe (*Aloe arborescences*) extracts on linoleic acid and soybean oil. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 536-541 (1995)
10. Bae EA, Moon GS. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 203-208 (1997)
11. Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. The antioxidative, antimicrobial and nitrate scavenging effects of *Schizandra Chinesis* RUPRECHT (Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 928-935 (2000)
12. Jeong EJ. Antioxidative and nitrite scavenging effects of solvent extracts from *Gyrophora esculenta*. *Korean J. Food Nutr.* 11: 426-430 (1998)
13. Kim SM, Cho YS, Sung SK. Effect of ethanol extracts in *Pinus densiflora*, *Lithospermum erthrorhizon* on lipid oxidation of oil emulsion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 984-989 (1999)
14. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 1310-1315 (1999)
15. Christiansen LN, Tompkin RB, Shaparis AB, Kueper TV, Johnston RW, Kautter DA, Kolari OJ. Effect of sodium nitrite on toxin production by *Clostridium botulinum* in bacon. *Appl. Microbiol.* 27: 733-7 (1974)
16. Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ. *Encyclopedia of Food Science Food Technology and Nutrition.* Academic Press, New York, NY, USA. pp. 3240-3249 (1993)
17. Bartsh H, Ohshima H, Pignatelli B. Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implications in human cancer prevention. *Mut. Res.* 202: 307-324 (1988)
18. Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Kim SB, Park YH. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. 1. Nitrite-scavenging effects of vegetable extracts. *Bull. Korean Fish. Soc.* 20: 463-468 (1987)
19. Mirvish SS. Kinetics of dimethylamine nitrosation in relation to nitrosamine carcinogenesis. *J. Natl. Cancer Inst.* 44: 633-639 (1970)
20. Kato H, Lee IE, Chyuen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* 51(1): 1333-1338 (1987)
21. Cooney RV, Ross PD. N-Nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effects of vanillin and related phenols. *J. Agric. Food Chem.* 35: 789-796 (1987)
22. Kim SB, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Park YH, Kim DS. Deg-

- radation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. 2. Nitrite-scavenging effects of seaweed extracts. Bull. Korean Fish. Soc. 20: 469-475 (1987)
23. Lee GD, Chang HG, Kim HK. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 432-436 (1997)
  24. Ha JU, Ryu YK, Park HJ. Nitrite scavenging ability and antioxidant activity of water extract and ethanol extract from *Cassia fora* L. and *Pueraria thunbergiana*. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 21: 1-9 (2001)
  25. Dictionary of Encyclopedia Science. Constituent and Usefulness of Medical Plants. Iluelseugak, Seoul, Korea. p. 653 (1991)
  26. Baek JW, Chung SH, Moon GS. Antimicrobial activities of ethanol extracts from Korean bamboo culms and leaves. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 1073-1078 (2002)
  27. Lee SK. Antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys bambusoides*) essential oil. J. Food Hyg. Safety 15: 55-59 (2000)
  28. Blois MS. Antioxidant determination by the use a stable free radical. Nature 26: 1199-1200 (1958)
  29. Marklund S, Marklund G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. 47: 468-474 (1974)
  30. Kim YJ, Kim CK, Kwon YJ. Isolation of antioxidative components of *Perillae semen*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 38-43 (1997)
  31. Cho SY, Han YB, Shin KH. Screening for antioxidant activity of edible plants. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 133-137 (2001)
  32. Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Shim KH. Functional properties and antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys* sp.) extracts. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 475-480 (2001)
  33. Donnelly JK, McLellan KM, Walker JL, Robinson DS. Superoxide dismutase in foods: A review. Food Chem. 33: 243-270 (1989)
  34. Kim SJ, Han DS, Moon KD, Rhee JS. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. Biosci. Biotechnol. Biochem. 59: 822-826 (1995)
  35. Korycka-Dahl M, Richardson T, Hicks CL. Superoxide dismutase activity in bovine milk serum. J. Food Prot. 42: 867-871 (1979)
  36. Kim DG, Son DH, Choi UK, Cho YS, Kim SM. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of *Poria cocos*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 1097-1101 (2002)
  37. Kim NJ, Lee SJ, Kwon CH, Hong ND. Antilipooxidatant effects of leaves of *Phyllostachys bambusoides* S. et Z. Korean J. Pharmacogn. 26: 368-376 (1995)
  38. Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compound. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 232-239 (1996)
  39. Gray JI, Dugan Jr LR. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. J. Food Sci. 40: 981-984 (1975)
  40. Leaf CD, Vecchio AJ, Roe DA, Hotchkiss JH. Influence of ascorbic acid dose on N-nitrosoproline formation in humans. Carcinogenesis 8: 791-795 (1987)
  41. Mirvish SS. Formation of N-nitroso compounds: Chemistry, kinetics, and *in vivo* occurrence. Toxicol. Appl. Pharmacol. 31: 325-351 (1975)

---

(2003년 9월 3일 접수; 2004년 2월 19일 채택)