

## 추출방법에 따른 대나무(왕대) 추출물의 화학성분 및 생리활성

주인옥\* · 정기태 · 류 정 · 최정식 · 최영근  
전라북도 농업기술원

### Chemical Components and Physiological Activities of Bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) Extracts Prepared with Different Methods

In-Ok Ju\*, Gi-Tai Jung, Jeong Ryu, Joung-Sik Choi, and Yeong-Geun Choi  
Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services

Chemical components and physiological activities Bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts obtained by burning, dry heating or extracting with water or 70% ethanol and were investigated. Contents of soluble solid and total phenolic compounds were highest in the ethanol extract. Contents of polyphenols such as catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, 3-hydroxy benzoic acid and ferulic acid were determined. Free sugars consisted of galactose, glucose, fructose, and sucrose. Organic acids including citric, tartaric, malic, succinic, and acetic acid were present in the bamboo extracts. Antioxidant activities of dry heat and ethanol extracts were higher than those of BHA or  $\delta$ -tocopherol. Nitrite-scavenging effect of extracts ranged from 84.7 to 99.6% at pH 1.2 and 3.0. Tyrosinase-inhibitory activity was higher in the water extract, and SOD-like and ACE-inhibitory activity were highest in the dry heat extract. Antimicrobial activities of the bamboo extracts were strong against *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* O157, and *Staphylococcus aureus*.

**Key words:** bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf), chemical components, physiological activities

## 서 론

대나무는 중국 하남지방이 원산지로서 아열대성 식물이며 화분과 식물로 지구상에 약 3,200여종이 존재하고 우리나라를 포함한 동남아시아에 주로 분포하고 있다. 우리나라는 서해안으로는 충청남도 태안반도까지 동해안으로 강원도 고성까지를 죽림 분포 한계선으로 여기고 있으나 호남·영남 지방이 주산지이다. 우리나라에는 70여종이 자생하고 있는데 대표적인 종류는 왕대(참대), 솜대, 맹종죽, 조릿대, 신의대 등을 들 수 있으며 분포면적은 약 5,360 ha로 그 중 왕대가 2,996 ha, 솜대가 2,294 ha, 그리고 맹종죽이 70 ha를 차지하고 있다.

대나무의 용도는 예부터 죽세공품, 농용재, 건축용재, 펄프용재 등 다양한 용도로 사용되었으나 산업화에 따라 플라스틱 등 합성재의 이용으로 대나무의 용도가 줄어들고 있다. 식용으로는 죽순, 열매, 수액 등이 이용되었으며 환경 및 건강용품으로 대나무 숲, 죽초액이 이용되고 있다.

또한 대나무는 한약재로 대나무껍질, 가지, 잎, 순, 내피인 죽

여 등이 이용되어왔다. 열매는 원기를 북돋우는데 이용하고, 잎은 열 내림, 출혈 방지, 이뇨, 소갈 방지 등의 효능이 있고, 죽순은 소담, 상위, 이격, 하기, 화열, 지갈, 해독 등의 효능이 있으며, 죽여는 청열, 화담, 양혈, 제변, 지구 등의 효능이 있다. 대나무 마디 속에 엉긴 덩어리 죽고는 청열, 활담, 양심, 정경, 평간, 잠양, 명목, 이규, 자양오장, 복분상에 효능이 있고, 죽력은 청열, 활담, 운조, 진경, 통구 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다(1-3).

대나무 잎과 줄기 추출물의 성분분석에 관한 연구는 대나무 종류별 줄기와 잎의 열수 추출물의 화학적 특성에 관한 연구(4)와 대나무류의 수액을 건강음료로 이용하기 위하여 물리화학적 성분(5) 등이 검토되었다. 대나무의 생리활성 및 항균성에 관한 연구로는 김치 발효미생물에 대한 대나무 잎 추출물의 항균력(6), 동치미 잣산균에 대한 대나무 잎 추출물의 항균활성(7), 대나무 잎 추출물의 항산화성, 아질산염제거능, 항균활성 연구(8), 대나무 줄기와 잎 에탄올 추출물의 식중독 유발균에 대한 항균활성에 관한 연구(9) 등이 이루어져 있으나 대나무 추출물을 직접 식품의 재료로 이용할 수 있는 추출방법과 그 이용에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 우리나라의 대표 죽종인 왕대를 여러 방법으로 추출하고 그 추출물의 화학성분과 생리활성을 검토하여 대나무 추출물을 식품 소재로 활용하는 데 있어서 기초 자료로 삼고자 본 연구를 실시하였다.

\*Corresponding author: In-Ok Ju, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, 270 Shinhungdong, Iksan 570-704, Korea  
Tel: 82-63-433-7451  
Fax: 82-63-433-7454  
E-mail: jiodada@hanmail.net

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출

본 시험에 사용한 대나무는 3-5년생 왕대(*Phyllostachys bambusoides* Starf)를 전북 완주군 일대에서 2002년 4-5월에 채취하였다. 실험에 사용한 대나무의 일반성분은 조단백질 1.69%, 조지방 0.30%, 조회분 1.88%, 그리고 탄수화물 96.13%로 나타났다. 대나무 추출은 직접가열, 간접가열, 물 추출, 알코올 추출 방법을 사용하였는데 직접 가열은 대나무를 25 cm 정도로 잘라 양 절단 부위에 비이커를 받치고 Bunsen burner로 대나무를 직접 가열하여 양끝으로 흘러나오는 액을 채취하였고, 간접가열은 대나무를 잘게 잘라 밀폐 용기에 넣고 100°C dry oven에서 3시간 가열하여 흘러나온 액을 채취하였고, 물 추출은 대나무를 잘게 잘라 삼각플라스크에 넣고 증류수를 10%(v/w) 가하여 알루미늄 호일로 밀봉하여 121°C 고압 살균기에서 1시간 추출하였으며, 알코올 추출은 대나무를 잘게 잘라 삼각플라스크에 넣고 70% ethanol을 25%(v/w) 가하여 알루미늄 호일로 밀봉하여 80°C water bath에서 3시간 추출하였다.

### 화학적 특성 및 무기성분

대나무 추출액의 pH는 pH meter(Accumet 50, Fisher scientific, USA)를 이용하여 측정하였으며 가용성고형분 함량은 추출액을 여과(No. 2)한 후 여액을 Abbe 굴절당도계(IT, Atago, Japan)로 측정하였다. 총폐놀 함량은 추출액 0.2 mL에 증류수 3.8 mL와 phenol reagent 1.0 mL를 넣고 5분간 혼합한 다음 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1.0 mL를 첨가하여 1시간 방치한 후 chlorogenic acid를 표준용액으로 하여 640 nm에서 비색정량하였다(10). 중발잔사는 대나무 추출액을 중발접시에 담아 건조 후 얻어진 잔사량을 추출액에 대한 중량백분율로 나타내었다. 무기물과 중금속 함량은 습식분해 후 atomic absorption spectrometer(Spectra A, Varian, USA)와 Inductively coupled plasma spectrophotometer(IRIS Advantage, Thermo Jarrell Ash, USA)로 각각 정량 분석하였다(11).

### 유리당, 유기산 및 페놀

유리당, 유기산 및 페놀 성분은 대나무 추출액을 0.45 µm membrane filter로 여과 후 HPLC(LC-10AD, Shimazu, Japan)와 Bio-LC(DX 500, Dionex, USA)로 분석하였으며 이때 분석 조건은 Table 1과 같다(12,13).

### DPPH법에 의한 항산화 효과

항산화성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) free radical 소거법(14)으로 측정하였다. 즉 시험관내 methanol 4 mL와 0.15 mM DPPH용액 1 mL 그리고 시료액 20, 40, 60 µL과 대조구로 δ-tocopherol과 BHA를 20, 40, 60 µg 첨가하고 vortex mixer로 10초간 교반하여 실온에서 30분 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하고 무첨가구에 비하여 50%의 흡광도 감소를 나타내는 sample 농도인 IC<sub>50</sub>으로 표기하였다.

### 아질산염 소거능

아질산염 소거작용은 1 mM NaNO<sub>2</sub>용액 2 mL에 시료액 1 mL를 넣고 0.1 N HCl과 0.1 M 구연산 완충용액을 사용하여 반응액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 조정된 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 반응액 1 mL를 취하고 2% 초산용액 5 mL를 첨가한 다음 Griess시약 0.4 mL를 가하여 혼합한 후 실온에 15분간 방치시켰다. 분광광도계를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 백분율(%)로 나타내었으며 blank는 Griess시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 시행하였다(15).

### Tyrosinase 활성 저해능

Tyrosinase 활성 저해능 측정은 Jung 등(16)의 방법에 따라 35°C 수욕에서 온도를 미리 조정된 0.175 M phosphate buffer(pH 6.8) 0.2 mL, 5 mM L-DOPA solution 0.2 mL 그리고 시료액 0.2 mL 혼합액에 mushroom tyrosinase(110 units/mL) 0.1 mL를 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 측정된 흡광도(S<sub>Abs</sub>)와, 효소액 대신 증류수 0.1 mL를 첨가하여 측정된 흡광도(B<sub>Abs</sub>), 시료 대신 증류수 0.5 mL를 첨가하여 측정된 흡광도(C<sub>Abs</sub>)를 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect(\%)} = \{1 - (S_{\text{Abs}} - B_{\text{Abs}})/C_{\text{Abs}}\} \times 100$$

### SOD 유사활성

SOD 유사활성은 대나무 추출액 0.2 mL에 10 mM EDTA를 포함하는 50 mM tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액의 흡광도를 420 nm에서 측정하고 시료 대신 증류수를 첨가한 것을 대조구로 백분율로 환산하였다(17).

### ACE 저해 활성

Angiotensin-converting enzyme(ACE) 저해 활성은 Cushman과 Cheung 등(18)의 방법에 따라 추출액 30 µL에 기질로 608 mM NaCl과 7.6 mM Hip-His-Leu을 녹인 50 mM borate buffer(pH 8.3) 250 µL를 넣고 잘 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl 250 µL를 첨가하여 반응을 정지시켰다. 여기에 ethylacetate 1.5 mL를 넣고 15초간 혼합하여 hippuric acid를 유리시키고 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상등액 0.5 mL를 취하였다. Aspirator를 이용하여 ethylacetate를 완전히 제거시킨 다음 증류수 4 mL로 다시 용해시켜 228 nm에서 흡광도를 측정하고 시료대신 증류수를 첨가한 것을 대조구로 하여 ACE 저해율을 구하였다.

### 식품 유해균에 대한 항균 활성

항균활성은 paper disc법으로 *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* 등 4종의 식품 오염균 대하여 Table 2와 같은 조건으로 배양하여 측정하였다. 즉 균주들을 액체배지 10 mL에 1백금이 접종하여 24시간 3회 계

Table 1. Operating conditions for analysis of free sugar, organic acid, and polyphenol by HPLC

	Free sugar	Organic acid	Polyphenol
Model	LC-10AD, Shimazu	DX 500, Dionex	DX 500, Dionex
Detector	RID-6A	AD20, 210 nm	AD20, 254 nm
Column	Phenosphere 5 NH <sub>2</sub> , 80A (4.60×150 mm)	Rezex 10 µ 8% H ORG ACID (7.80×300 mm)	GROM-SIL 120 ODS-5 250×4 mm
Eluent	Acetonitril 80 + D.W. 20, 1.0 mL/min	0.005 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 0.5 mL/min	MeOH : D.W. = 85 : 15, 1 mL/min

**Table 2. List of strains and culture condition used for antimicrobial experiment**

Strains	Cultivation condition
<i>Bacillus subtilis</i> KCCM 11314	Nutrient, 30°C
<i>Lactobacillus plantarum</i> KCCM 11322	MRS, 30°C
<i>Staphylococcus aureus</i> KCCM 12103	Nutrient, 37°C
<i>Escherichia coli</i> O157 KCCM 11234	Nutrient, 30°C

대배양한 배양액 0.3 mL를 하룻밤 건조시킨 평판에 도말하고 멸균된 6 mm paper disc를 살짝 눌러 준 다음 추출액 50  $\mu$ L를 loading하였다. 이것을 24-48 시간 배양한 후 나타나는 clear zone을 측정하였다.

### 통계분석

측정값을 SAS(statistical analysis system)를 이용하여 평균, 분산분석, Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 화학적 특성

대나무 추출방법에 따른 추출액의 화학적 특성은 Table 3과 같다. 추출액의 pH는 추출방법에 따라 큰 차이 없이 5.0-5.5 범위였는데 이는 Lee와 Eun(19)의 죽초액의 pH는 2.93-3.55라는

보고와, Chung 등(5)의 대나무 수액의 pH는 4.6이라는 보고에 비하여 다소 높은 약산성이었다.

가용성고형분은 알코올 추출액이 13.7°Brix로 가장 높았고 직접가열(3.8°Brix), 간접가열(2.8°Brix), 물 추출액(2.6°Brix) 순이었다. 이는 대나무 수액(0.5-0.8°Brix)에 비하여 월등히 높았으며 알코올 추출에서 특히 높은 것은 침가된 알코올의 영향으로 생각된다.

총 페놀 함량은 0.25-0.42%(w/v)였으며 알코올 추출액이 0.42%로 가장 높았다. 증발잔사는 1.9-3.8%이었으며 직접가열 추출액이 3.8%로 가장 높았다.

### 무기성분

추출방법별 추출액의 무기성분 함량은 Table 4와 같다. 대나무 추출액의 무기물 함량은 K, Mg, Ca, Na 순으로 높았고 K의 함량은 235.2-517.1 mg%(w/v)로 다른 무기성분에 비하여 함량이 월등히 높았다. 이는 Kim 등(4)의 맹종죽, 솜대, 왕대 열수 추출물의 화학적 특성 연구와 Cheong 등(20)의 한국산 맹종죽 죽순의 성분과 관한 연구에서 무기성분 중 K 함량이 가장 높다는 연구 결과와 같은 경향을 보였다. 추출방법에 따라서는 간접가열과 직접가열 추출액의 무기물 함량이 약간 높았다.

대나무 추출액의 중금속은 Table 5와 같이 Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn 등이 검출되었으나 유해 중금속 중 As, Cd, Hg는 검출되지 않았으며 Cr, Pb는 극미량 검출되었다. 각각의

**Table 3. Chemical properties of bamboo extracts prepared with different methods**

Extraction methods <sup>1)</sup>	pH	Soluble solid (°Brix)	Total phenolics (% w/v)	Evaporation residues (% w/v)
Burn	5.02 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	3.8 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>	0.25 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	3.75 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>
Dry heat	5.03 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	2.8 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>	0.36 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>	2.92 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
Water	5.37 $\pm$ 0.10 <sup>ab</sup>	2.6 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	0.25 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	2.76 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>
70% ethanol	5.45 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	13.7 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	0.42 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.91 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Burn: bamboo culm was cut into 25 cm long and bunt using Bunsen burner.

Dry heat: bamboo culm was placed in glass container and heated at 100°C for 3 hr.

Water: bamboo culm was extracted using 10% (v/w) of distilled water at 121°C for 1 hr.

70% Ethanol: bamboo culm was extracted using 25% (v/w) of 70% ethanol at 80°C for 3 hr.

<sup>a-d)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Mineral content of bamboo extracts prepared with different methods**

(unit: mg%, w/v)

Extraction methods <sup>1)</sup>	Ca	Mg	K	Na
Burn	6.17 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>	12.46 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>	517.1 $\pm$ 22.7 <sup>a</sup>	4.21 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>
Dry heat	7.75 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	25.35 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	508.1 $\pm$ 49.4 <sup>a</sup>	5.97 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>
Water	4.66 $\pm$ 0.28 <sup>c</sup>	12.87 $\pm$ 0.29 <sup>b</sup>	262.4 $\pm$ 23.9 <sup>b</sup>	3.35 $\pm$ 0.13 <sup>c</sup>
70% ethanol	1.34 $\pm$ 0.08 <sup>d</sup>	5.56 $\pm$ 0.16 <sup>c</sup>	235.2 $\pm$ 29.1 <sup>b</sup>	4.04 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

<sup>a-d)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Heavy metal contents of bamboo extracts prepared with different methods**

(unit: mg%, w/v)

Extraction methods <sup>1)</sup>	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Burn	1.54 <sup>a</sup>	ND <sup>2)</sup>	ND	0.01	0.08 <sup>a</sup>	0.40 <sup>ab</sup>	ND	1.10 <sup>b</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>
Dry heat	0.90 <sup>bc</sup>	ND	ND	0.01	0.06 <sup>ab</sup>	0.56 <sup>a</sup>	ND	1.96 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>
Water	0.70 <sup>c</sup>	ND	ND	ND	0.08 <sup>a</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	ND	1.10 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.52 <sup>c</sup>
70% ethanol	1.11 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	0.06 <sup>b</sup>	0.39 <sup>b</sup>	ND	0.15 <sup>c</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.19 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

<sup>2)</sup>Not detected.

<sup>a-d)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

**Table 6. Polyphenol contents of bamboo extracts prepared with different methods** (unit: mg%, w/v)

Extraction methods <sup>1)</sup>	Catechin	Chlorogenic acid	Caffeic acid	3-Hydroxy benzoic acid	Ferulic acid
Burn	1.79 ± 0.11 <sup>c</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.14 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.91 ± 0.21 <sup>d</sup>	ND <sup>c2)</sup>
Dry heat	3.18 ± 0.21 <sup>a</sup>	1.17 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.73 ± 0.38 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.05 <sup>a</sup>
Water	2.08 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.54 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.59 ± 0.10 <sup>b</sup>	5.04 ± 0.17 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.09 <sup>ab</sup>
70% ethanol	2.17 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.08 <sup>bc</sup>	0.46 ± 0.05 <sup>b</sup>	4.11 ± 0.15 <sup>c</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.<sup>2)</sup>Not detected.<sup>a-c)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.**Table 7. Free sugar contents of bamboo extracts prepared with different methods** (unit: mg%, w/v)

Extraction methods <sup>1)</sup>	Galactose	Glucose	Fructose	Sucrose
Burn	5.0 ± 0.7 <sup>a</sup>	174.7 ± 14.1 <sup>a</sup>	53.0 ± 2.1 <sup>a</sup>	74.7 ± 5.3 <sup>c</sup>
Dry heat	6.6 ± 1.2 <sup>a</sup>	127.4 ± 10.9 <sup>b</sup>	30.0 ± 0.7 <sup>b</sup>	100.2 ± 4.1 <sup>b</sup>
Water	2.9 ± 0.5 <sup>b</sup>	97.2 ± 8.7 <sup>c</sup>	26.4 ± 1.0 <sup>bc</sup>	127.2 ± 3.5 <sup>a</sup>
70% ethanol	2.1 ± 0.8 <sup>b</sup>	88.3 ± 5.6 <sup>c</sup>	23.8 ± 1.5 <sup>c</sup>	108.3 ± 2.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.<sup>a-c)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.**Table 8. Organic acid contents of bamboo extracts prepared with different methods** (unit: mg%, w/v)

Extraction methods <sup>1)</sup>	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid
Burn	93.2 ± 17.9 <sup>a</sup>	ND <sup>b2)</sup>	393.3 ± 10.8 <sup>b</sup>	55.4 ± 6.1 <sup>b</sup>	307.4 ± 3.6 <sup>c</sup>
Dry heat	51.7 ± 9.2 <sup>b</sup>	29.0 ± 2.7 <sup>a</sup>	1,188.3 ± 59.2 <sup>a</sup>	81.1 ± 9.7 <sup>a</sup>	516.1 ± 20.4 <sup>a</sup>
Water	ND <sup>c</sup>	ND <sup>b</sup>	390.8 ± 12.1 <sup>b</sup>	ND <sup>c</sup>	288.9 ± 10.3 <sup>c</sup>
70% ethanol	ND <sup>c</sup>	ND <sup>b</sup>	146.0 ± 16.9 <sup>c</sup>	ND <sup>c</sup>	372.7 ± 5.2 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.<sup>2)</sup>Not detected.<sup>a-c)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

중금속 함량은 추출방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았는데 알코올 추출액의 Mn과 Zn의 함량이 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과 식품에 유해한 중금속은 검출되지 않거나 극미량 함유되어 있어 대나무 추출액을 이용한 가공식품제조는 식품안전성 측면에서 중금속에 관한 안전할 것으로 생각된다.

### 폴리페놀

폴리페놀류는 지질의 과산화에 대한 항산화제, 총치방지, 혈압상승 억제, 혈액중의 콜레스테롤 상승억제 등의 기능성을 가지는데 대나무 추출액의 폴리페놀 성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

폴리페놀은 catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, 3-hydroxy benzoic acid, ferulic acid 등 5종이 확인되었으며 이들의 함량은 catechin은 1.79-3.18 mg%(w/v), chlorogenic acid는 0.26-1.17 mg%, caffeic acid는 0.14-1.67 mg%, 3-hydroxy benzoic acid는 1.91-7.73 mg%, ferulic acid는 0.33-0.53 mg%였다. 이들 폴리페놀 중 3-hydroxy benzoic acid와 catechin은 추출방법에 관계없이 가장 높은 함량을 보였으며 ferulic acid는 직접가열 추출액에서는 검출되지 않았다. 추출방법에 따른 각각의 폴리페놀 함량은 간접가열 추출액이 가장 높았으며 이어서 물 추출, 알코올 추출, 직접가열 순으로 나타났다.

### 유리당

HPLC로 분석한 대나무 추출액의 유리당은 Table 7과 같이 galactose, glucose, fructose 및 sucrose가 검출되었고 이들의 함량은 각각 2.1-6.9, 88.3-174.7, 23.8-53.0 및 74.7-127.2 mg%

(w/v)였으며 glucose와 sucrose의 함량이 가장 높았다. Galactose는 간접가열 추출액에서 6.6 mg%, glucose와 fructose는 직접가열 추출액에서 174.7와 53.0 mg%, sucrose는 물 추출액에서 127.2 mg%로 가장 높게 나타났다.

Kim 등(4)과 Chung 등(5)의 연구에서 맹종죽, 솜대, 왕대 열수 추출물과 대나무 수액의 유리당은 sucrose, glucose 및 fructose가 검출되었다 보고했는데 본 시험에서는 이들 당 외에 galactose가 더 검출되었으며 이들 각 성분의 함량은 낮은 경향을 보였다.

### 유기산

대나무 추출액의 유기산은 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, acetic acid 등이 검출되었는데 추출방법에 따라 그 조성이 다르게 나타났다(Table 8). 간접가열 추출액은 유기산이 모두 다 검출되었고 그 함량도 가장 높았으나, 직접가열 추출액은 tartaric acid가, 물 추출액과 알코올 추출액은 citric acid, tartaric acid 및 succinic acid가 검출되지 않았다. 유기산 중 malic acid와 acetic acid 함량은 각각 146.0-1188.3 mg%(w/v)와 288.9-516.1 mg%로 모든 추출액에서 가장 높은 함량을 보였다.

### 항산화효과

식품이나 체내의 생체막에 존재하는 지질의 산화 연쇄반응에 관여하는 활성라디칼에 전자나 수소원자를 공여하여 안정한 형태의 radical로 전환시키는 것을 형성하는 것을 항산화 작용이라 하며, 이러한 항산화 활성을 평가하는 방법은 여러 가지나 본 실험에서는 free radical인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

**Table 9. Electron donating ability of bamboo extracts prepared with different methods**

Antioxidant activity	Extraction methods <sup>1)</sup>				BHA	$\delta$ -Tocopherol
	Burn	Dry heat	Water	70% ethanol		
Electron donating ability (%) <sup>2)</sup>	56.0 $\pm$ 4.0 <sup>d</sup>	85.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	75.6 $\pm$ 1.2 <sup>c</sup>	86.6 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	73.9 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	80.5 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>
IC <sub>50</sub> ( $\mu$ L, $\mu$ g)	35.7 $\pm$ 2.5 <sup>a</sup>	13.4 $\pm$ 0.1 <sup>d</sup>	17.5 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	13.5 $\pm$ 0.1 <sup>d</sup>	17.1 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	15.9 $\pm$ 0.2 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

<sup>2)</sup>Amount of test sample: bamboo extracts 40  $\mu$ L, BHA & tocopherol 40  $\mu$ g.

<sup>a-d)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same row are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

**Table 10. Nitrite-scavenging activity of bamboo extracts prepared with different methods**

Extraction methods <sup>1)</sup>	Nitrite-scavenging activity (%)		
	pH 1.2	pH 3.0	pH 6.0
Burn	99.6 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	84.7 $\pm$ 0.5 <sup>c</sup>	12.2 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>
Dry heat	99.6 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	99.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	14.3 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>
Water	99.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	95.0 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	13.8 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>
70% ethanol	99.6 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	99.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	43.1 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

<sup>a-c)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

(DPPH)을 사용하여 대나무 추출액의 활성을 평가하였다.

Table 9와 같이 산화방지제인 BHA와  $\delta$ -tocopherol을 대조구로 하여 추출방법에 따른 대나무 추출액의 전자공여능을 분석하였다. DPPH를 환원시키는데 필요한 추출물의 첨가농도(IC<sub>50</sub>)를 보면 간접가열 추출액과 알코올 추출액은 13.4와 13.5  $\mu$ L로 상업용 항산화제인 BHA와  $\delta$ -tocopherol 보다 낮아 항산화 효과가 우수하였고, 물 추출액에서는 17.5  $\mu$ L로 BHA와 비슷한 항산화 효과를 보였으며, 직접가열 추출액은 BHA와  $\delta$ -tocopherol에 비하여 다소 높았으나 비교적 양호한 항산화작용이 기대되었다. 추출방법에 따른 항산화 활성은 간접가열, 알코올 추출, 물 추출, 직접가열 추출액 순으로 나타났다.

#### 아질산염 소거능

아질산염은 위장내의 강산성 조건에서 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 amine 그리고 그 amide와 nitroso화 반응을 하여 발암물질로 알려진 nitrosoamine을 생성하는 것으로 보고되어 있다.

Nitroso화 반응을 억제하기 위해서는 nitrosoamine 생성 기질인 amine의 생성을 억제하거나 아질산염을 소거해야하는데 본 연구에서는 대나무 추출조건과 반응 pH에 따른 아질산염 소거효과를 검토하였다(Table 10).

추출방법에 따른 대나무 추출액의 아질산염 소거능은 알코올 추출, 간접가열, 물 추출, 직접가열 순이었다. 반응 용액의 pH 별로 보면 pH 1.2에서는 추출조건에 따른 차이가 거의 없었으나, pH 3.0에서는 직접가열 추출액이 84.7%로 가장 낮았고, pH 6.0에서는 알코올 추출액이 43.1%로 가장 높았으나 나머지 추출액은 12.2-14.3%로 매우 낮았다. 이상의 결과는 Jung 등(21)의 사과, 배 및 복숭아 수은 과실즙, Lee 등(22)의 기계식 및 재래식 죽초액, Park 등(23)의 결명자 추출물, Kim 등(24,25)의 야채와 해조류 추출물의 아질산염 소거작용에서 pH가 증가할수록 아질산염 소거능이 감소된다는 보고와 일치하는 경향이였다.

Kim 등(26)은 대나무 줄기와 잎의 열수 추출물과 줄기를 직접 가열하여 추출한 죽력의 아질산염 소거능을 분석하였는데 잎의 열수 추출물은 55-63%였고 줄기의 직접가열 추출물은

45%였으나 줄기의 열수 추출물은 10% 이하의 약한 소거능을 보이는 것으로 보고하였다. 이는 본 실험과 대나무 채취시기 및 수령과 추출조건에 차이인 것으로 생각되어 진다.

#### Tyrosinase 저해활성

대나무 추출물의 피부 미백 화장품 소재로 이용 가능성을 검토하고자 갈변색소 melanin의 생합성에 관여하는 tyrosinase 저해활성을 조사하였다.

Fig. 1과 같이 버섯 유래 tyrosinase와 L-3,4-dihydroxy phenylalanine을 이용한 효소 반응 시스템을 도입하여 대나무 추출액의 tyrosinase 활성 저해능을 측정된 결과 16.5-27.3%로 전반적으로 낮은 저해율을 보였다. 추출방법에 따른 tyrosinase 저해활성은 물 추출(27.3%), 직접가열(22.3%), 알코올 추출(21.0%), 간접가열(16.5%) 순이었다.

#### SOD 유사활성

Superoxide dismutase(SOD)는 인체 내에서 O<sup>2-</sup>·를 과산화수소와 정상상태의 산소로 전환시키는 역할을 하고 SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemical에 속하며 superoxide의 반응을 억제한다. 따라서 이 SOD 유사물질을 섭취하면 인체 내의 superoxide를 제거함으로써 산화적 장애를 방어하고 노화억제 효과를 기대할 수 있을 것이다.

추출 방법에 따른 대나무 추출액의 SOD 유사활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 직접가열 추출액은 5.1%, 간접가열 추출액은 12.6%, 물 추출액은 8.9% 그리고 알코올 추출액은 6.8%로 간접가열 추출액이 가장 높았으나 술잎(27)이나 복분자(28)에 비하여 SOD 유사활성이 낮은 것으로 나타났다.

#### ACE 저해활성

대나무의 직접가열, 간접가열, 물 추출, 알코올 추출 방법으로 얻어진 추출액을 Cushman과 Cheung(29)의 방법에 준하여 ACE 저해활성을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

ACE 저해율을 측정된 결과 직접가열 추출액 4.8%, 물 추출액은 1.7%로 아주 낮은 저해율을 나타내었고 알코올 추출액은

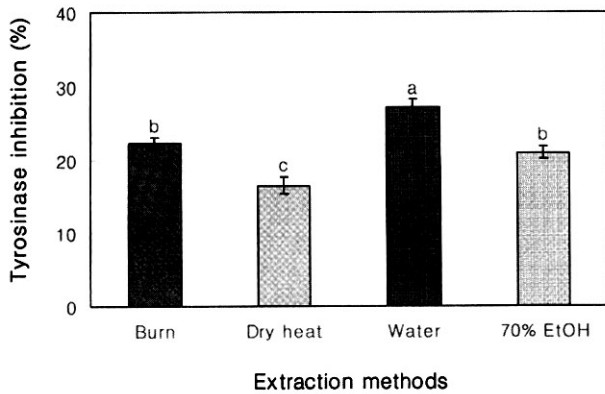


Fig. 1. Tyrosinase inhibitory activity of bamboo extracts prepared with different methods.

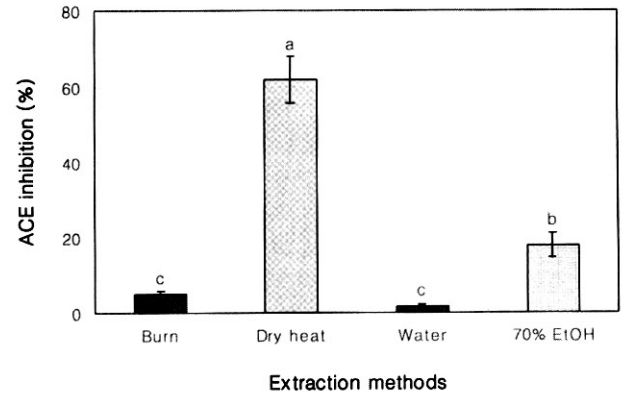


Fig. 3. ACE inhibitory activity of bamboo extracts prepared with different methods.

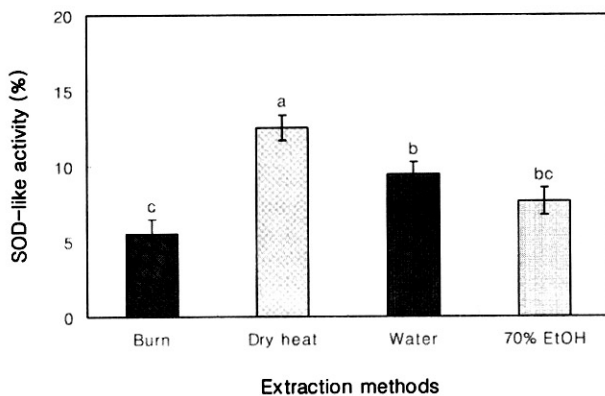


Fig. 2. SOD-like activity of bamboo extracts prepared with different methods.

17.9%로 약간의 저해 활성이 확인되었으나 간접가열 추출액은 61.9%의 높은 저해활성을 보였다.

Angiotensin II는 동맥혈관을 수축하여 혈압을 상승시키고 부신에서 aldosterone의 분비를 촉진하여 Na 및 수분의 재흡수를 증가시킴으로써 고혈압 발병의 원인이 된다(29). 이러한 angiotensin II는 angiotensinogen이 renin에 의해 분해된 angiotensin I이 ACE(angiotensin converting enzyme)에 의해 변환된 것이다(30). 따라서 대나무 간접가열 추출액은 angiotensin 변환효소를 저해하므로 심장질환 및 고혈압 예방의 기능성 식품 소재로 사용 가능성을 보였다.

#### 항균활성

대나무 추출액의 식품 유해미생물에 대한 항균활성을 측정

한 결과는 Table 11과 같다.

모든 추출액에서 항균활성을 보인 균주는 *Bacillus subtilis*와 *Staphylococcus aureus*였으며 항균력이 전혀 나타나지 않은 균주는 *Lactobacillus plantarum*이었고 *E. coli* O157은 간접가열 추출액과 알코올 추출액에서만 항균활성이 나타났다. 추출방법에 따른 항균활성은 직접가열 추출액이 2가지 균주, 간접가열 추출액이 3가지 균주, 물 추출액 2가지 균주, 그리고 알코올 추출액이 3가지 균주에 대하여 항균활성을 나타내어 간접가열이나 알코올 추출하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

*B. subtilis*에 대한 항균활성은 직접가열 추출액, 간접가열 추출액, 물 추출액 및 알코올 추출액의 clear zone이 각각 11.6 mm, 11.9 mm, 9.2 mm 및 11.8 mm로 나타났다. *S. aureus*에 대해서는 직접가열 추출액, 간접가열 추출액, 물 추출액 및 알코올 추출액이 각각 11.8 mm, 11.6 mm, 11.7 mm 및 11.1 mm의 clear zone을 나타내었다. *E. coli* O157에 대해서는 간접가열 추출액과 알코올 추출액만이 각각 9.8 mm 및 12.4 mm의 clear zone을 나타내었다.

Lee(31)는 왕대를 전통적인 방법으로 추출한 액(bamboo oil)이 *S. aureus*와 *E. coli*에 대하여 강한 항균력을 나타낸 것으로 보고하였고, Kim 등(26)은 왕대의 열수 추출액이 *B. subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Vibrio parahaemolyticus* 등에 높은 항균력을 보였다고 보고하여 본 실험과 일치하는 경향이었으나, Baek 등(9)의 왕대 에탄올 추출물이 *B. subtilis*, *S. aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumonia* 등에는 높은 항균력을 나타내었으나 *E. coli*와 *E. coli* O157:H7에 대해서는 전혀 항균활성이 나타나지 않았다는 보고와는 차이가 있었다.

Table 11. Antimicrobial activity of bamboo extracts prepared with different methods

Extraction methods <sup>1)</sup>	Clear zone on plate (mm) <sup>2)</sup>			
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i> O157	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Burn	11.6 ± 0.3 <sup>a</sup>	- <sup>3)</sup>	-	11.8 ± 0.6 <sup>a</sup>
Dry heat	11.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	9.8 ± 0.5 <sup>b</sup>	-	11.6 ± 0.2 <sup>a</sup>
Water	9.2 ± 0.5 <sup>b</sup>	- <sup>c</sup>	-	11.7 ± 0.4 <sup>a</sup>
70% ethanol	11.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	12.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	-	11.1 ± 0.1 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 3.

<sup>2)</sup>Diameter.

<sup>3)</sup>No inhibitory zone was formed.

<sup>a-c)</sup>Means (n = 3) with the different letter in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

## 요 약

대나무(왕대)를 여러 가지 방법으로 추출하고 그 추출액의 화학 성분을 분석하였다. 대나무 추출액의 pH는 5.0-5.5였고, 가용성고형분과 총페놀 함량은 알코올 추출액이 각각 13.7%Brix와 0.42%로 가장 높았으며, 증발잔사는 직접가열 추출액이 3.8%로 가장 높았다. 무기성분은 K이 가장 높은 함량을 보였으며, 추출방법에 따라서는 간접가열이 가장 높은 무기물 함량을 나타내었다. 중금속은 Al, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, 등이 검출되었으며, 유해중금속 중 As, Cd, Hg는 검출되지 않았고 Cr, Pb는 극미량 검출되었다. 폴리페놀은 catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, 3-hydroxy benzoic acid, ferulic acid 등 5종이 확인되었으며 이중 3-hydroxy benzoic acid와 catechin이 주종을 이루는 것으로 나타났다. 유리당은 galactose, glucose, fructose 및 sucrose가 검출되었으며 glucose와 sucrose의 함량이 가장 높았다. 유기산은 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, acetic acid 등이 검출되었으나 직접가열 추출액은 tartaric acid가, 물 추출액과 알코올 추출액은 citric acid, tartaric acid 및 succinic acid가 검출되지 않았다. 항산화 활성은 간접가열 추출액과 알코올 추출액이 상업용 항산화제인 BHA와  $\delta$ -tocopherol보다 우수하였다. 아질산염소거능은 pH 1.2와 3.0에서 효과가 우수하였으나 pH 6.0에서는 급격히 감소하였다. Tyrosinase 저해활성은 물 추출액이 가장 높았으며, SOD 유사활성과 ACE 저해활성은 간접가열 추출액이 가장 높았다. 식품 부패균에 대한 항균활성은 *Bacillus subtilis*, *E. coli* O157, *Staphylococcus aureus*에 대하여 높은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 시행한 공동연구사업 연구비의 일부를 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Yoon BK, Chang JK. Wild Plant for Health. Sukoh Press, Seoul, Korea. p. 527 (1989)
2. Natural Product Research Institute. Encyclopedia of Orient Medical Science. Vol. 1, Dowon Press, Seoul, Korea. pp. 379-380 (2003)
3. Lee KS, Ahn DK, Shin MK, Kim CM. Encyclopedia of Chinese Medicine (appendix I). Joungdam Press, Seoul, Korea. pp. 5026-5031 (1998)
4. Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Shim KH. Chemical properties of hot water extracts from bamboo (*Phyllostachys* sp.). Korean J. Food Preserv. 8: 469-474 (2001)
5. Chung MJ, Lee SJ, Shin JH, Jo JS, Sung NJ. The components of the sap from birches, bamboos and Darae. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 727-733 (1995)
6. Chung DK, Yu R. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 1035-1038 (1995)
7. Kim MJ, Kwon OJ, Jang MS. Antibacterial activity of the bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves extracts on lactic acid bacteria related to Dongchimi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 741-746 (1996)
8. Kim MJ, Byun MW, Jang MS. Physiological and antibacterial activity of bamboo (*Sasa coreana* Nakai) leaves. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 135-142 (1996)
9. 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)
10. Whang HJ. Changes of phenolic compounds in Korean apple (Fuji) during maturation. Korean J. Food Nutr. 12: 364-369 (1999)
11. Kim TR, Whang HJ, Yoon KR. Mineral contents of Korean apple and apple juices. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 90-98 (1996)
12. Park YS, Na TS, Kim SH, Lim DG, Na YK, Lim KC, Jung ST. Seasonal changes in properties and chemical components of xylem sap from Hayward and wild kiwifruit species. Korean J. Hort. Sci. Technol. 17: 11-14 (1999)
13. Lee JJ, Kim CS, Kim SH, Huh CS, Baek YJ. Changes of polyphenol contents in unripe apples according to heat treatments. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 147-152 (1999)
14. Choi JS, Lee JH, Park HR, Yang HS, Moon SR. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. Korean J. Pharmacogn. 24: 299-302 (1993)
15. Kim SB, Lee DH, Yeum DM, Park GU, Do JR, Park YH. Nitrite scavenging effect of Maillard reaction products derived from glucose-amino acids. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 453-455 (1988)
16. Jung SW, Lee NK, Kim SJ, Han DS. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 891-896 (1995)
17. Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2001)
18. Cushman DW, Cheung HS. Spectrometric assay and properties of angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharmacol. 20: 1637-1641 (1971)
19. Lee BS, Eun JB. Physicochemical characteristics of bamboo smoke distillates processed by mechanical steel kiln and traditional earth kiln. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 251-256 (2002)
20. Cheong JS, Park NC, Lee CW, Whon JS. Nutritive components of edible bamboo shoots of *Phyllostachys edulis* produced in Korea. J. Korean For. Soc. 78: 55-60 (1989)
21. Jung GT, Ju IO, Ryu J, Chio JS, Chio YG. Chemical components and physiological activities of thinned apple, pear and peach. Korean J. Food Preserv. 9: 391-395 (2002)
22. Lee BS, Choi SH, Eun JB. The Nitrite scavenging and electron donating ability of bamboo smoke distillates made by steel kiln and earth kiln. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 719-724 (2002)
23. Park YB, Lee TG, Kim OK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 124-128 (1995)
24. 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 effect of vegetable extracts. Bull. Korean Fish. Soc. 20: 463-468 (1987)
25. Kim SB, Ahn BW, Yeum DM, Lee DH, Park YH, Kim DS. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. 2. Nitrite scavenging effect of seaweed extracts. Bull. Korean Fish. Soc. 20: 469-473 (1987)
26. Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Shim KH. Functional properties and antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys* sp.) extracts. Korean J. Food Preserv. 8: 475-480 (2001)
27. Kim SM, Cho YS, Sung SK. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 626-632 (2001)
28. Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2001)
29. Cushman DW, Cheung HS. Spectrometric assay and properties of angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharmacol. 20: 1637-1641 (1971)
30. Cushman DW, Cheung HS, Sabo EF, Oudetti MA. Design of potent competitive inhibitors of angiotensin converting enzyme, carboxyalkanoyl and mercaptoalkanoyl amino acids. Biochem. 16: 5484-5491 (1977)
31. Lee SK. Antimicrobial activity of bamboo (*Phyllostachys bambusoides*) essential oil. J. Food Hyg. Safety 15: 55-59 (2000)