J Korean Soc Food Sci Nutr
38(12), 1640~1648(2009)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2009.38.12.1640

추출용매에 따른 조릿대 잎 추출물의 항산화활성

박연옥[1] · 임현숙[2†]

[1]농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장
[2]전남대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities of Bamboo (*Sasa Borealis*) Leaf Extract according to Extraction Solvent

Yeon-Ok Park[1] and Hyeon-Sook Lim[2†]

[1]Pear Experimental Station, NIHHS, RDA, Chonnam 523-821, Korea
[2]Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the antioxidant activity of bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract by measuring electron donating ability, superoxide dismutase (SOD)-like activity, reducing power, and lipid peroxidation inhibitory activity. Two crude extracts by water or 70% EtOH and five fractions of n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol, and aqueous from the crude extract of 70% EtOH were prepared for this study. The crude extracts of water and 70% EtOH yielded 8.5% and 11.4%, respectively and the yields of n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol, and aqueous fractions were 5.1% to 0.6%. Total polyphenol contents of the water and the 70% EtOH crude extracts were not significantly different; however, their total flavonoid contents were significantly greater in the 70% EtOH than in the water crude extract. Total polyphenol contents were the highest in chloroform fraction followed by ethyl acetate and n-butanol fractions and total flavonoid contents were the highest in ethyl acetate fraction followed by chloroform and n-hexane fractions. The two crude extracts as well as the five fractions showed election donating ability, SOD-like ability, reducing power, and lipid peroxidation inhibitory activity. Most of the antioxidant activities of each crude extract or fractions increased proportionally with the concentration. These results indicate that bamboo (*Sasa borealis*) leaf extracts show antioxidant activities due to its substantial content of polyphenol including flavonoid. Thus, it could be concluded that crude extracts by water or 70% EtOH and the fractions from the 70% EtOH extract, especially chloroform, ethyl acetate and n-butanol, would be useful as natural antioxidant substances.

Key words: *Sasa borealis*, bamboo, electron donating ability, SOD-like activity, reducing power, lipid peroxidation inhibitory activity

서 론

최근 노화를 지연시키거나 심장 질환이나 암 발생을 억제하는 효능을 보이는 기능성 생리활성물질에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(1,2). 특히, 활성산소종(reactive oxygen species; ROS)을 제거하는 작용을 하는 항산화제는 지질과산화를 통한 세포막의 변화나 DNA 손상과 돌연변이를 차단하는 효과를 보이므로 암(3)이나 허혈성 심장병(4), 천식(5) 또는 염증반응(6) 등의 발생을 억제한다. 한편 식품산업에서 항산화제는 제품의 변질이나 부패 또는 화학적 변화를 방지하여 영양가와 신선도를 유지해주므로 보존제로 활용된다. 현재까지 우수한 항산화 효과와 저가로 널리 사용되어온 butylated hydroxytoluene(BHT)와 butylated hydroxyanisole(BHA) 등 합성 항산화제는 간비대, 간세포 내 microsomal enzyme의 활성증가, 혹은 발암 가능성 등의 문제점이 초래되면서 그 사용이 크게 제한을 받고 있다. 이러한 이유로 안전하고 경제적인 항산화제 특히, 천연 항산화제의 개발이 요구된다(7-10). 식품산업 분야에서 천연 항산화제로 페놀성 화합물이나 α-토코페롤 등이 사용되고 있으며, 오배자(11), 프로폴리스(12), 소목(13), 백지(14), 뽕잎(15), 감초(16), 비파(17), 뜰보리수(18) 등 천연 식물의 항산화 활성에 관한 연구가 계속 수행되고 있다.

조릿대는 전국의 산중턱 아래쪽 큰 나무 밑에 무리지어 자라는 상록식물로 토종 약초로 분류되어 있으며, 잎과 줄기와 뿌리 모두 열 내림, 소갈, 소담, 강정, 항염 등 여러 효험이 있다고 알려져, 한방이나 민간요법에서 사용되어 왔다(19,20). 또한 항균과 방부작용도 뛰어난 것으로 보인다(21). 조릿대 잎 추출물에 syringaresinol과 tricin(22), 폴리페놀성

†Corresponding author. E-mail: limhs@chonnam.ac.kr
Phone: 82-62-530-1332, Fax: 82-62-530-1339

플라본 물질인 tricin, flavone glycoside 계열인 tricin 7-o-β-D-glucopyranoside, luteolin 6-C-α-L-arabinopyranoside(isoorientin), isoorientin 2-*O*-α-L-rhamnoside, apigenin 6-*C*-β-D-xylopyranosyl-8-*C*-D-glucopyranoside 등의 페놀 물질이 함유되어 있다고 밝혀졌다(23,24). 또한 조릿대 잎이 활성산소를 제거하는 효소의 활성을 증대시켜 HL60이나 L1210 세포에 독성을 나타내 항암 효과를 보인다는 점(25)을 비롯해 한국산 왕대나 솜대, 맹종죽, 조릿대 또는 오죽이 항산화 효과를 나타낸다는 점(26), 조릿대 잎 추출물의 식이성 비만이 유발된 C57BL/6J mice에서 비만이나 대사증후군을 개선하는 효과가 있다는 점(27,28) 그리고 조릿대 잎 추출물이 탄수화물 소화효소의 활성을 저해하여 식후 혈당을 강하하는 효과(29)가 있다는 점 등도 확인되었다. 이와 같이 조릿대는 예로부터 약용으로 이용되어 왔고, 과학적으로 항산화, 항균 또는 항암 등의 효과가 알려져 있음에도 불구하고 아직 체계적으로 항산화 물질의 성분이나 함량 및 항산화 활성에 관한 기초 정보가 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 조릿대 잎의 물 또는 70% 에탄올 조추출물과 70% 에탄올 조추출물의 다섯 분획의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량을 분석하였고, 또한 이들의 수소전자공여능과 superoxide anion dismutase(SOD) 유사활성, 환원력 및 지질과산화물 생성억제능 등 항산화 활성에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 조릿대 잎은 2006년 7월부터 10월 중에 전라남도 담양군 추월산 인근의 산야에서 채취하였다. 채취한 조릿대 잎은 수세한 후 광주의 S 제분소에서 수증기를 이용하여 100°C에서 30분간 쪘고, 쪄낸 잎을 30°C의 dry oven(DooriTEC, Incheon, Korea)을 이용해 건조시킨 후 마쇄기(SUIN, Gwangju, Korea)를 이용하여 잘게 부쉈다. 이를 두꺼운 비닐봉지에 최대한 공기를 빼고 이중으로 담아 -4°C에 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

시약

본 실험에 사용된 시약 중에 ethyl alcohol, n-hexane, chloroform, ethyl acetate와 n-butanol은 OCI Co.(Incheon, Korea)의 제품을 사용하였고, 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol(BHT), L-ascorbic acid와 benzoic acid는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구하였으며, ethylenediaminetertraacetic acid(EDTA-2Na), sodium hydroxide(NaOH), hydrocholic acid는 Duksan Co.(Yongin, Korea)의 제품을 사용하였고, ferric chloride는 Kanto Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구하였고, Folin-Ciocalteu's phenol, aluminum nitrate nonahydrate, tween 20, potassium phosphate monobasic(KH_2PO_4), potassium phosphate dibasic(K_2HPO_4), pyrogallol, trichloroacetic acid(TCA), iron(Ⅱ) sulfate hepta-hydrate, thiobarbituric acid(TBA) 및 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)의 제품을 사용하였다.

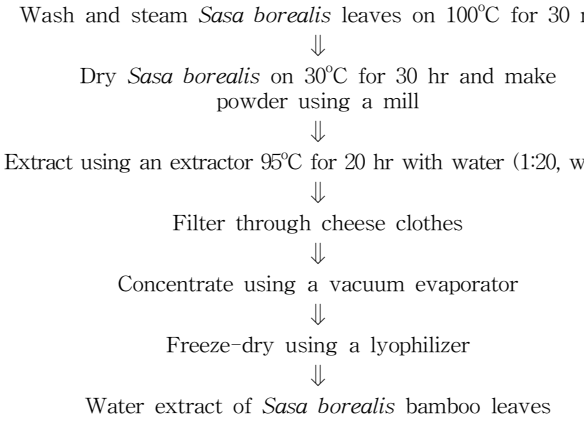

Fig. 1. Flow diagram of extraction procedures of *Sasa borealis* bamboo leaves with water.

조릿대 잎 추출물 제조

조추출물 제조: 조릿대 잎의 열수 추출물은 전보(30)와 같이 Fig. 1과 같은 과정으로 제조하였으며, 70% 에탄올 추출물은 이와 동일한 방법으로 물 대신 70% 에탄올을 이용하여 제조하였다. 수율은 추출한 시료를 감압농축한 후 동결건조 하여 중량법으로 구하였다. 각 조추출물은 -70°C에 냉동 보관하며 실험에 사용하였다.

70% 에탄올 조추출물의 분획 제조: 70% 에탄올 조추출물의 다섯 분획은 Fig. 2와 같은 과정으로 용매의 극성차를 이용하여 비극성 용매로부터 극성 용매 순으로 분리하였다(31). 즉, 70% 에탄올 추출물을 물 200 mL에 용해시켜 분액깔대기에 넣고 200 mL의 n-hexane으로 3회 반복 추출하여 n-hexane 분획을 얻었다. 그 후 수층을 다시 분액깔대기에 넣고 위와 같은 방법으로 chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 aqueous 분획을 차례로 얻은 후 감압농축하고 동결건조한 후 중량법으로서 각 분획의 수율을 구하였다. 각 분획 추출물은 -70°C에 냉동 보관하며 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

조추출물 2종과 분획 5종의 총 폴리페놀 함량은 AOAC의 Folin-Denis 방법(32)을 일부 수정하여 Folin-reagent가 추출물의 페놀성 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색되는 원리를 이용하여 정량하였다. 즉, 각 추출물 0.2 mL에 3차 증류수 5 mL를 가한 후 Folin-reagent 0.5 mL를 혼합하여 실온에 3분간 방치한 다음 2% Na_2CO_3용액 1 mL를 혼합하고 다시 실온에 1시간 방치한 후에 spectrometer (Gene Spec Ⅲ, JP/U-3010, Hitachi, Ibaraki, Japan)를 이용하여 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic

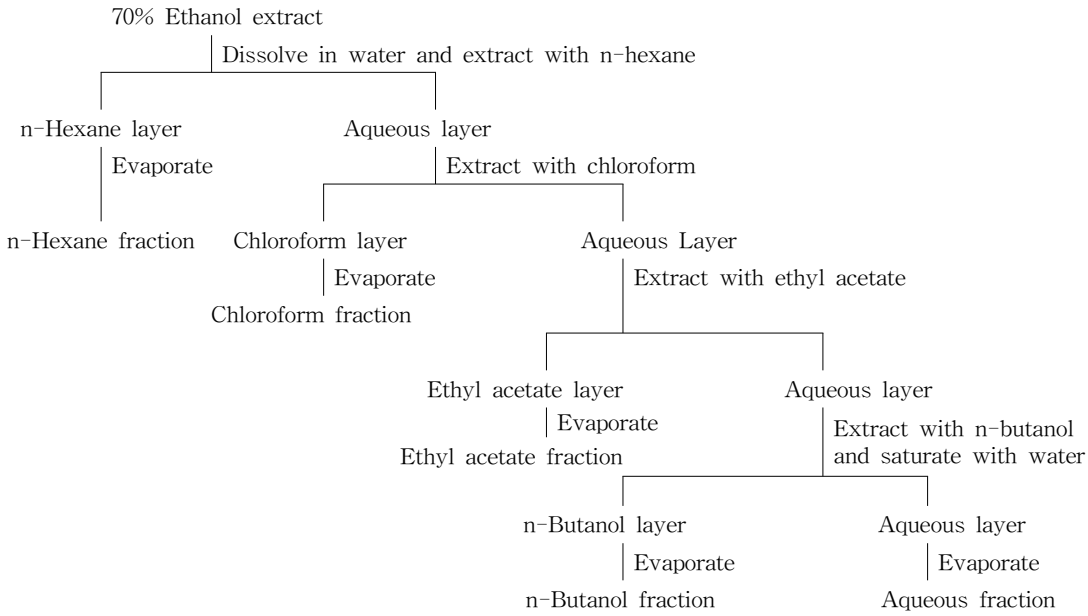

Fig. 2. Flow diagram for fractionation of 70% ethanol extract from bamboo leaf.

acid를 사용하였으며, gallic acid 검량선과 비교하여 총 폴리페놀 함량(mg/g)을 구했다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 사용하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

조추출물 2종과 분획 5종의 총 플라보노이드 함량은 Moreno 방법(33)을 이용하여 측정하였다. 즉, 각 농도별 조추출물과 분획 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL과 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 ethyl alcohol 4.3 mL를 혼합하여 실온에서 40분간 방치한 후 spectrometer를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercetin을 사용하였으며, 표준물질의 검량선과 비교하여 총 플라보노이드 함량(mg/g)을 구하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 사용하였다.

전자공여능

전자공여능은 stable radical인 DPPH에 대한 환원력을 측정한 것으로 Blois 방법(34)을 변형하여 측정하였다. 즉, 99.9% 에탄올에 녹인 0.15 mM DPPH 용액 1 mL과 각 농도별 조추출물과 분획 0.25 mL를 가하여 잘 혼합하고 30분간 실온에 방치하였다. 이후 DPPH 용액의 흡광도를 spectrometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였다. 전자공여능은 시료첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표시하였다. 양성 대조물질로는 BHT를 사용하였다.

SOD 유사활성

SOD 유사활성은 알칼리 상태에서 pyrogallol이 자동산화되면서 발색하는 원리를 이용한 Marklund와 Marklund의 방법(35)을 이용하여 측정하였다. 각 농도별 조추출물과 분획 0.2 mL에 tris-HCl buffer{50 mM tris(hydroxymethyl) amino-methane+10 mM EDTA, pH8.5} 3 mL를 넣고 잘 혼합한 후 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL을 첨가하여 25°C에서 10분간 방치하였다. 이후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시키고 산화된 pyrogallol의 양을 spectrometer를 이용하여 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성(%)은 시료첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 제시하였다. 양성 대조물질로는 BHT를 사용하였다.

환원력 측정

환원력은 금속이온을 환원($Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$)시키는 정도를 측정하는 Oyaizu의 방법(36)을 이용하였다. 각 농도별 조추출물과 분획 2.5 mL에 0.2M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL과 1% potassium ferricyanide 2.5 mL를 혼합하여 50°C에서 20분간 반응시키고 10% TCA 2.5 mL를 첨가한 후 10분 동안 36,000 rpm에서 원심분리 하여 상층액을 얻었다. 이 상층액과 증류수 및 1% ferric chloride를 각각 1 mL씩 가하여 혼합한 다음 spectrometer를 이용하여 700 nm에서 측정했으며, 환원력을 흡광도로 제시하였다. 양성 대조물질로는 BHT를 사용하였다.

지질과산화물 생성억제능 측정

지질과산화물 생성억제능은 linoleic acid의 자동산화 조건에서 tiobarbituric acid(TBA)가를 측정하는 Buege와 Aust의 방법(37)을 변형하여 측정하였다. 즉, 15 mL tube에 0.02 M phosphate buffer 0.5 mL를 넣고 linoleic acid emulsion 1 mL, 0.01% $FeSO_4$ 0.2 mL, 0.56 mM H_2O_2 0.2 mL와 각 농도별 조추출물과 분획 400 μL를 혼합한 후 37°C에서 12~16시간 반응시켰다. 이후에 0.4% BHT 0.2 mL, 4% TCA 0.2 mL, 0.8% TBA 2mL를 넣고 100°C에서 10~20분

끓인 다음 얼음에 냉각시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 spectrometer를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지질과산화 억제능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다. 양성 대조물질로는 BHT를 사용하였다.

통계처리

모든 실험결과는 3회 반복 측정한 평균값을 이용하였다. 모든 측정항목은 평균±표준오차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS 12.0을 이용하여 수행하였다. 물과 70% 에탄올 조추출물간의 유의성은 Independent 2 t-test를 이용하여 유의성을 검증한 후 $p<0.05$ 수준에서 Mann-Whitney에 따라 분석하였으며, 2종의 조추출물과 BHT 간의 유의성과 70% 에탄올 조추출물의 5종 분획과 BHT 사이의 차이는 ANOVA를 이용하여 유의성을 확인한 후 Duncan's multiple range test로 $p<0.05$ 유의수준에서 검증하였다. 각 시료별로 농도에 따른 차이의 유의성은 추세분석을 이용하였다.

결과 및 고찰

수율, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

조릿대 잎 조추출물 2종과 70% 에탄올 조추출물의 5종 분획의 수율과 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 1과 같았다. 수율은 물과 70% 에탄올 조추출물 각각 8.5%와 11.4%로 두 용매 간에 유의성 있는 차이는 없었다. 한편 70% 에탄올 조추출물로부터 얻은 각 용매별 분획의 수율은 극성이 높은 aqueous 분획이 5.1%로 가장 높았으며 n-butanol 분획은 1.3%이었다. 극성이 낮은 용매들에서는 n-hexane, chloroform, ethyl acetate 분획 순으로 각각 3.0%, 1.1% 및 0.6%로 극성이 높은 용매에서 높은 수율을 나타내었다. 청미래 덩굴 잎의 에탄올 추출물의 각 분획에서도, 본 실험과 유사하게 극성이 높은 aqueous와 methanol 분획의 수율이 높았고, chloroform, ethyl acetate, butanol 순으로 낮은 수율을 보였다(38). 그러나 작약이나 목단 등 생약재의 메탄올 분획 추출물의 수율은 극성이 낮은 층에서 수율이 더 높게 나와 본 연구와 상이한 결과를 보였다(39). 분획 별 수율의 이러한 차이는 소재에 따라 용매 별로 용출되는 성분과 양이 달라서 나타나는 결과라고 볼 수 있겠다(31).

Table 1. Yield and total polyphenol and flavonoid contents of two crude extracts and five fractions of 70% EtOH extract from bamboo leaf

	Yield (%, w/w of 100 g dry sample)	Total polyphenol[1)] (mg/g)	Total flavonoid[2)] (mg/g)
Water	8.5±0.0	70.9±13.4	4.1±0.5*
70% EtOH	11.4±0.0	85.5±2.9	30.9±1.3*
n-Hexane	3.0±0.4^{B}	58.9±14.2^{C}	32.6±1.1^{B}
Chloroform	1.1±0.2^{C}	155.9±5.4^{A}	38.5±2.1^{A}
Ethyl acetate	0.6±0.1^{C}	124.6±11.5^{B}	39.1±2.1^{A}
n-Butanol	1.3±0.2^{C}	119.2±14.9^{B}	24.9±1.4^{C}
Aqueous	5.1±0.5^{A}	60.2±9.7^{C}	9.1±1.0^{D}

The values represent mean±SE of triplicate independent experiments.
[1)]Values were mean±SE analyzed using gallic acid as a standard.
[2)]Values were mean±SE analyzed using quercetin as a standard.
*Values with between the two crude extracts are significantly different at $p<0.05$ by two independent samples tests with Mann-Whitney.
Values with different uppercase superscripts among the five fractions are significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test.

조추출물 2종에 함유된 총 폴리페놀은 물과 70% 에탄올 조추출물 각각 70.9 mg/g와 85.5 mg/g로 두 용매 간에 유의적인 차이가 없었다. 이러한 실험결과는 왕대(40)의 총 폴리페놀 함량인 0.25~0.42%(w/v)에 비해 크게 높았다. 또한 백지의 물과 에탄올 추출물의 31.7 mg/g이나 26.3 mg/g보다도 각각 높았으며(14), 꾸지뽕나무 뿌리 물 추출물의 13.1 mg/g(41), 율피나 칡뿌리 또는 호두 각각의 물 추출물의 57.6 mg/g, 21.2 mg/g 및 20.6 mg/g(42), 상황버섯의 17.9 mg/g이나 갈근의 5.5 mg/g 또는 당귀 메탄올 추출물의 0.5 mg/g(43)과 비교하면 조릿대 잎 조추출물의 폴리페놀 함량이 상당히 높은 것으로 보인다. 한편 Lee 등(14)은 백지의 물 추출물을 제조할 때 가압추출을 하게 되면 환류추출 시에 비해 총 폴리페놀 함량이 5배 정도 높아진다는 점을 확인하였는바, 조릿대 잎의 경우도 가압추출을 하게 되면 총 폴리페놀의 용출량을 늘릴 수 있을 것이라 생각된다.

70% 에탄올 조추출물로부터 얻어진 각 용매별 분획의 총 폴리페놀 함량은 chloroform, ethyl acetate, n-butanol, aqueous 및 n-hexane 분획 순으로 높았는바, 다섯 분획 중에 chloroform 분획에 유의적으로 가장 많았고, 다음으로 ethyl acetate와 n-butanol 분획에 유의성 있게 많았다. 이러한 결과는 섬조릿대와 비슷하지만 잎이 더 작고 가지가 빽빽이 나고 잎을 먹으며 관상용으로 많이 심는 특징을 가진 신의대의 분획 추출물에 관한 실험에서 chloroform과 ethyl acetate 분획에 페놀과 유기산 및 지방산 일부와 이 외에도 많은 성분들이 함유되어 있어 항산화 활성이 높다고 한 내용과 일치된다(31). 또한 Kim 등(44)은 애기달맞이꽃의 에탄올 조추출물과 이의 용매별 분획의 총 폴리페놀 함량이 ethyl acetate 분획, butanol 분획, ethanol 조추출물, aqueous 분획, dichloromethane 분획, hexane 분획 순이었다고 보고하였으며 본 실험 결과와 유사하였다.

조추출물 2종에 함유된 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀 함량과는 달리, 물 조추출물은 4.1 mg/g이었던 반면에 70% 에탄올 조추출물은 30.9 mg/g로 유의성 있는 차이를 보였다. 이러한 실험결과는 Ju 등(45)에 의해 몇 가지 한약재의 열수 추출물에서 분석한 총 플라보노이드 함량 즉, 단삼의 4.8 mg/100 g, 산조인의 2.7 mg/100 g, 금물초의 2.1 mg/100 g, 꿀풀의 2.0 mg/100 g 등에 비해 상당히 높은 수준이었

다. 본 실험결과는 조릿대 잎 조추출물은 특히, 70% 에탄올 조추출물은 플라보노이드 함량이 상당한 수준이란 점을 알려준다.

70% 에탄올 조추출물로부터 얻어진 각 용매별 분획의 총 플라보노이드 함량은 ethyl acetate, chloroform, n-hexane, n-butanol 및 aqueous 분획 순으로 많았으며, ethyl acetate와 chloroform 분획에 유의적으로 가장 많았고 다음으로 n-hexane 분획에 유의성 있게 많았다. 한편 머루 과피의 각 용매 추출물 분획에 대한 연구에서는 80% 에탄올 조추출물의 ethyl acetate 분획에 플라보노이드 함량이 6.45 mg/g로 가장 많았고 chloroform이나 hexane 분획에 가장 적었다(46). 그러나 본 실험에서의 ethyl acetate 분획에서 분석된 39.1 mg/g에 비해 더 적었다. 또한 본 실험에서는 chloroform이나 hexane 분획에도 총 플라보노이드 함량이 상당히 높았던 바, 위의 연구결과와 일치하지 않았다. 이러한 차이는, 앞서 수율에서 서술한 바와 같이, 소재에 따라 용매 별로 용출되는 성분과 양이 달라서 나타나는 결과라고 볼 수 있겠다(31).

위와 같은 본 연구결과는 조릿대 잎 추출물이 물이나 70% 에탄올을 이용하여 추출한 조추출물은 물론 70% 에탄올 조추출물의 분획 중 aqueous를 제외한 ethyl acetate, chloroform, n-hexane 및 n-butanol 분획에 폴리페놀이나 플라보노이드 함량이 지금까지 보고된 타 천연식물에 비해 상당히 높은 편이라는 점을 알려주었다. 이는 조릿대 잎의 조추출물이나 70% 에탄올 조추출물의 여러 분획의 항산화 활성이 높을 것이란 점을 시사한다. 한편 Kim 등(39)은 작약이나 목단 등 20여종의 약용식물의 메탄올 추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과, 대부분의 식물에서 폴리페놀이 플라보노이드보다 높으며, 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 월등히 많은 시료의 경우 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로 보아 플라보노이드 외에 다른 폴리페놀 화합물들도 항산화 활성에 기여한다고 보고하였다.

조릿대 잎 조추출물의 폴리페놀 성분은 Park 등(24)의 보고에서 protocatechuic acid, ρ-hydroxybenzoic acid, catechin, caffeic acid, syringic acid, ρ-coumaric acid, luteolin-6-glucoside, tricin-7-glucoside 등이 확인 정량되었으며, 각각 ascorbic acid를 일정 양 함유하였다고 제시하였다. Protocatechuic acid와 syringic acid를 제외한 모든 성분은 물 조추출물보다 70% 에탄올 조추출물에 더 많았으며 특히, luteolin-6-glucoside(isoorientin)와 tricin-7-glucoside와 같은 플라본배당체가 많았고, ρ-coumaric acid는 70% 에탄올 조추출물에서만 정량되었다. 이러한 결과는 비록 유의성 있는 차이는 아니었으나, 물 조추출물보다 70% 에탄올 조추출물에 총 플라보노이드와 총 폴리페놀 함량이 더 많은 경향을 보였던 점과 일치한다.

조릿대 잎 70% 메탄올 조추출물의 4종 분획의 ascorbic acid 함량과 폴리페놀 성분 분석은 최 등(47)의 보고에 의하면 각 획분에서 ascorbic acid, protocatechuic acid, ρ-hydroxybenzoic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, syringic acid, ρ-coumaric acid, luteolin 6-glucoside, tricin 7-glucoside 등이 검출되었으며, 전체적으로 ethyl acetate 획분과 butanol 획분의 폴리페놀 성분이 많은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 ethyl acetate 획분과 butanol 획분은 상당한 항산화능을 나타낼 것이라 기대되었다.

전자공여능

조추출물 2종과 70% 에탄올 조추출물 5종 분획의 전자공여능은 Fig. 3과 같았다. 조추출물 2종의 전자공여능은 본 연구에서 실험한 300 μg/mL에서 3,000 μg/mL까지의 농도 범위에서, 표준물질인 BHT보다는 낮았으나 농도 의존적으로 증가하였다. 조추출물 2종 사이에는 1,000 μg/mL 미만의 농도에서 70% 에탄올 조추출물이 물 조추출물보다 유의하게 높은 전자공여능을 나타내었으나 2,000 μg/mL 이상의 농도에서는 차이가 없어졌다. 한편 분획 5종 가운데 chloroform과 n-butanol 및 ethyl acetate 분획은 300 μg/mL에서 3,000 μg/mL에서 BHT보다 유의성 있게 높거나 또는 같은 전자공여능을 보였으며, 이들 세 분획을 포함해 5종 분획 농도 의존적으로 전자공여능이 증가했다.

이와 같은 본 연구결과는 신의대 잎의 추출물(31) 중에서 n-butanol과 aqueous와 ethyl acetate 분획 순으로 전자공여

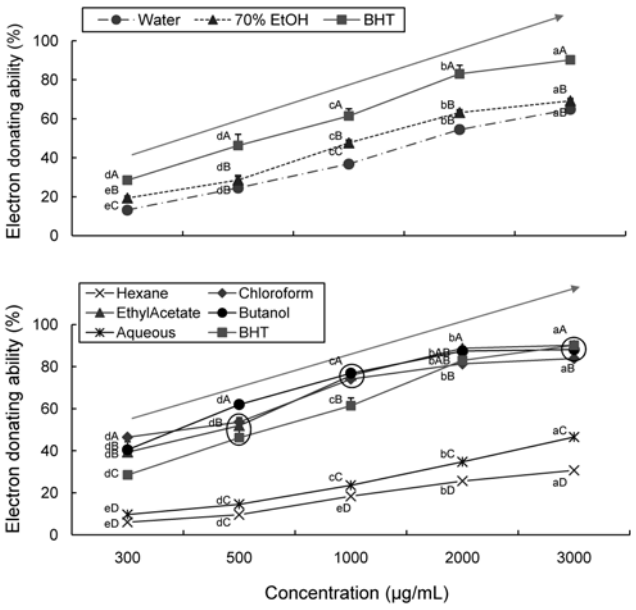

Fig. 3. Electron donating ability of two crude extracts (upper) and five fractions of 70% EtOH extract (lower) from bamboo leaf. [a-e]Values with different superscripts within a same row were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. [A-D]Values with different superscripts within a column were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. Labeling with ○ is the same significant level between samples. Labeling with ↗ represent proportionally increased with concentration at $p<0.05$ by trend analysis.

능이 높았다는 결과와는 일부 일치하기도 하나 aqueous 분획이 높았다는 점과는 일치하지 않았다. 그러나 본 연구의 물과 70% 에탄올 조추출물이 1,000 μg/mL 농도에서 보인 전자공여능인 47.6%와 36.8%는, 대나무 시료는 아니나 동일한 농도에서 민들레 뿌리 물 추출물(48)이 보인 50% 정도와 근사하였다. 한편 약용식물인 백지나 당귀 또는 갈근의 메탄올 추출물(43)이 보인 11.5%나 13.7% 또는 18.4%에 비해서는 2배 이상 높았다. 그러나 작약이나 목단의 메탄올추출물(39)이 보인 86.6%나 80.4%보다는 낮았다. 이러한 정도의 전자공여능은 본 연구에서는 70% 에탄올 조추출물의 분획 중 ethyl acetate와 n-butanol 및 chloroform 분획이 2,000 μg/mL 농도 이상에서 보인 88.8%나 87.4% 또는 81.3%와 근사하였다. 이들 세 분획의 전자공여능이 높은 점은 청미래덩굴 잎에서 ethyl acetate나 n-butanol 그리고 chloroform 분획 순으로 전자공여능이 높았다는 보고(38)나 질경이 잎에서 ethyl acetate 분획의 전자공여능이 가장 높다는 보고(49)와 일치한다. 그러나 이러한 각 소재에 따른 전자공여능의 차이는 소재에 따라 용매별 분획의 전자공여능에 차이가 있을 수 있음을 알려주는데, 이는 앞서 폴리페놀 또는 플라보노이드 함량이나 성분에서 언급한 바대로, 소재에 따라 이들 성분의 함량이 다르기 때문이라 생각된다. 본 연구결과는 전자공여능이 플라보노이드 성분보다는 폴리페놀 성분에 의해 발휘되는 것이 아닌가 하는 점을 시사한다. 왜냐하면, 물 조추출물에 비해 총 플라보노이드 함량이 7배 정도 많은 70% 에탄올 조추출물의 전자공여능이 괄목하게 높지 않았으며 마찬가지로, aqueous 분획에 비해 총 플라보노이드 함량이 3.5배 정도 많은 hexane 분획의 전자공여능이 오히려 낮았기 때문이다. Kim 등(39)은 작약이나 목단 등 20여 종 약용식물의 메탄올추출물에 함유된 폴리페놀과 플라보노이드 양을 측정하고 항산화 활성을 측정한 결과, 대부분의 식물에서 폴리페놀 함량이 플라보노이드보다 높으며, 폴리페놀 함량이 플라보노이드보다 월등히 높은 시료에서 높은 것으로 보아 플라보노이드 이외에 phenolic acids나 hydroxycinnamic acids 등에 속하는 다른 폴리페놀 화합물들이 전자공여능에 상당히 기여한다고 한 바 있다.

SOD 유사활성능

조추출물 2종과 70% 에탄올 조추출물 5종 분획의 SOD 유사활성은 Fig. 4와 같았다. 물과 70% 에탄올 조추출물의 SOD 유사활성은 본 연구에서 실험한 30 μg/mL에서 100 μg/mL까지의 농도 범위에 각각 7.2%~11.3%와 6.5%~12.1%를 나타냈다. 이러한 SOD 유사활성은 표준물질인 BHT와 같은 수준이며, 70% 에탄올 조추출물은 BHT와 같이 농도 의존적으로 증가하였다. 물 조추출물의 경우도 농도 의존적인 증가 추세를 보였으나 유의성을 보이지 않은 이유는 저 농도인 30 μg/mL에서 높은 활성을 나타냈기 때문이었다. 한편 70% 에탄올 조추출물 5종의 분획 중에서 chloroform과 ethyl acetate 및 n-butanol 분획의 SOD 유사활성은 30 μg/mL에서 100 μg/mL 모든 농도에서 BHT보다 유의성 있게 높거나 같았다. Hexane과 n-butanol 및 aqueous 분획의 SOD 유사활성은 농도 의존적으로 증가하였다. Chloroform과 ethyl acetate 분획의 경우 농도 의존적인 증가 추세를 보였으나 유의성이 드러나지 않은 이유는 물 조추출물처럼 저 농도인 30 μg/mL에서 높은 활성을 보였기 때문이었다.

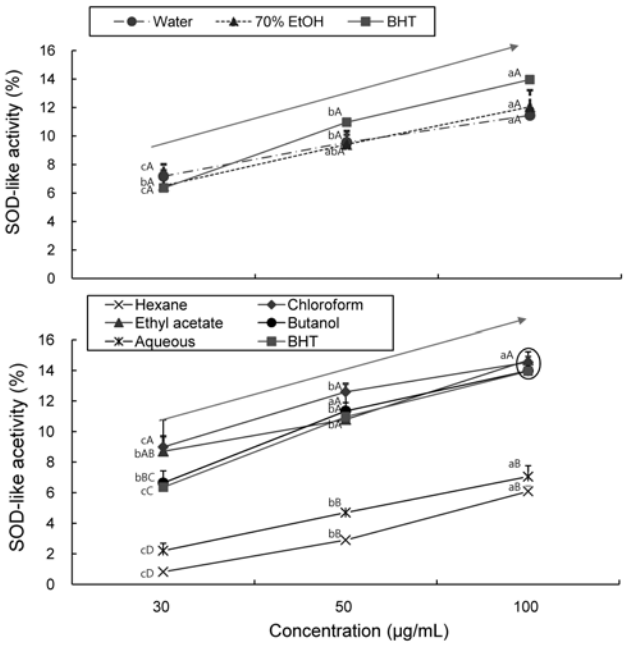

Fig. 4. SOD-like activity of two crude extracts (upper) and five fractions of 70% EtOH extract (lower) from bamboo leaf. [a-e]Values with different superscripts within a same row were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. [A-D]Values with different superscripts within a column were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. Labeling with ○ is the same significant level between samples. Labeling with ↗ represent proportionally increased with concentration at $p<0.05$ by trend analysis.

이와 같은 본 연구결과는 왕대(40)의 직접가열 추출액 5.1%, 간접가열 추출액 12.6%, 물추출액 8.9%, 알코올 추출액 6.8%의 SOD 유사활성과 근사하였다. 또한 왕대의 에탄올 추출물(50)은 0.23 mg/mL에서 17.96%의 SOD 유사활성을 보였는바, 본 연구에서는 이와 같은 농도의 데이터가 없어 직접 비교하기 어려우나, 100 μg/mL에서 70% 에탄올 조추출물이나 chloroform, ethyl acetate 또는 n-butanol 분획이 보인 12.1%나 14.5%, 14.5% 또는 14.0%는 낮은 수준이 아니라고 생각된다. 백지(14)의 환류 물 추출물이나 환류 에탄올 추출물 또는 가압 열수 추출물이 100 μg/mL 농도에서 1.29% 내지 8.48%의 SOD 유사활성을 보인 결과와 비교해 조릿대 잎 추출물의 SOD 유사활성은 비교적 높은 편이라고 생각된다.

전자공여능에서 결과 및 Kim 등(39)이 말한 바와 같이 SOD 유사활성에 관한 결과도 플라보노이드 함량보다는 총

폴리페놀 함량이 SOD 유사활성을 결정짓는다는 점을 시사해준다. 즉, 물과 70% 에탄올 조추출물 간에 SOD 유사활성에 차이가 없었고 또한, n-hexane 분획이 chloroform이나 ethyl acetate 및 n-butanol 분획에 비해 낮은 SOD 유사활성을 보인 점들이 이를 뒷받침한다.

환원력

조추출물 2종과 70% 에탄올 조추출물 5종 분획의 환원력은 Fig. 5와 같았다. 조추출물 2종은 모두 표준물질인 BHT에 비해 유의하게 낮은 환원력을 나타내었으나, 본 연구에서 실험한 1,000 μg/mL에서 3,000 μg/mL까지의 농도 범위에서 농도 의존적으로 증가하였다. 분획 5종의 환원력도 모두 농도 의존적으로 증가하였으나, 조추출물과 마찬가지로 모든 농도에서 분획 5종 가운데 유의하게 높은 환원력을 보인 chloroform과 ethyl acetate 및 n-butanol 분획의 환원력조차 BHT보다 낮았다. 다만, n-butanol 분획만 3,000 μg/mL 농도에서 BHT보다 높은 환원력을 보였다.

이러한 결과는 조릿대 잎 추출물의 항산화 활성 중 환원력이 전자공여능이나 SOD 유사활성과는 달리 상대적으로 낮다는 점을 알려준다. 대나무 소재는 아니나, 비파 잎의 메탄올 잎 추출물(17)의 환원력은 5000 μg/mL에서 최대 O.D 값(700 nm)이 3.3으로 가장 강한 환원력을 보였으나 본 연구의 n-butanol 분획은 3000 μg/mL에서 최대 O.D 값(700 nm)이 3.5로 환원력이 더 강하였다.

앞서 전자공여능과 SOD 유사활성에서의 결과 및 Kim 등(39)의 보고와 같이, 환원력에 관한 결과도 플라보노이드 성분보다는 폴리페놀 성분의 기여가 큰 것이 아닌가 하는 점을 시사한다. 왜냐하면 물과 70% 에탄올 조추출물 간에 유의한 차이가 없었고 또한 n-butanol 분획의 환원력이 chloroform이나 ethyl acetate 분획보다 거의 모든 농도에서 유의성 있게 높았기 때문이다.

지질과산화물 생성억제능

조추출물 2종과 70% 에탄올 5종 분획의 지질과산화물 생성억제능은 Fig. 6과 같았다. 조추출물 2종은 모두 본 연구에서 실험한 100 μg/mL에서 2,000 μg/mL까지의 농도 범위에서, 표준물질인 BHT보다 유의성 있게 높거나 또는 같은 지질과산화물 생성억제능을 나타내었다. 물 추출물과 BHT의 지질과산화물 생성억제능은 농도 의존적으로 증가하였으나, 70% 에탄올 추출물은 저 농도에서부터 높은 효과를 보여 농도 의존적인 증가 현상을 보이지 않았다. 이러한 차이로 인해, 300 μg/mL의 저 농도에서는 70% 에탄올 추출물의 지질과산화물생성억제능이 물 조추출물이나 BHT보다 유의하게 높았다. 한편 분획 5종도 모든 농도 범위에서 BHT보다 유의성 있게 높거나 또는 같은 지질과산화물 생성억제능을 보였다. 다만, hexane 분획만 2,000 μg/mL 농도에서 BHT보다 유의성 있게 낮았다. Ethyl acetate와 chloroform

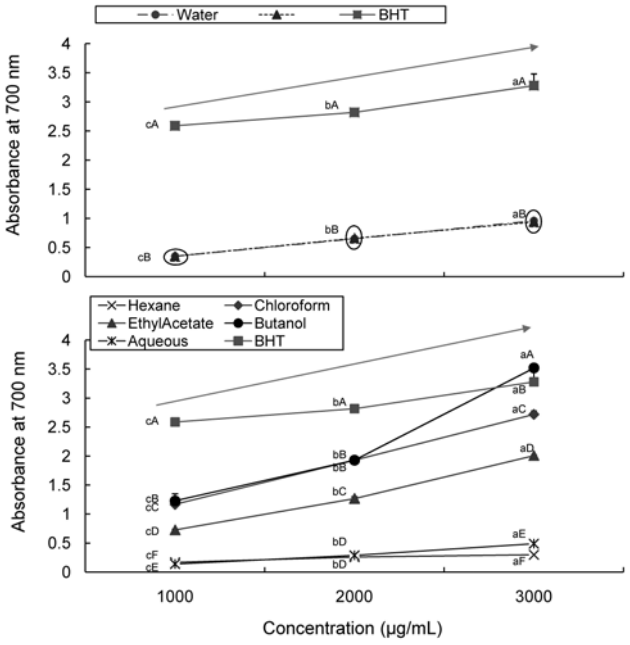

Fig. 5. Reducing power of two crude extracts (upper) and five fractions of 70% EtOH extract (lower) from bamboo leaf. [a-e]Values with different superscripts within a same row were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. [A-E]Values with different superscripts within a column were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. Labeling with ○ is the same significant level between samples. Labeling with ↗ represent proportionally increased with concentration at $p<0.05$ by trend analysis.

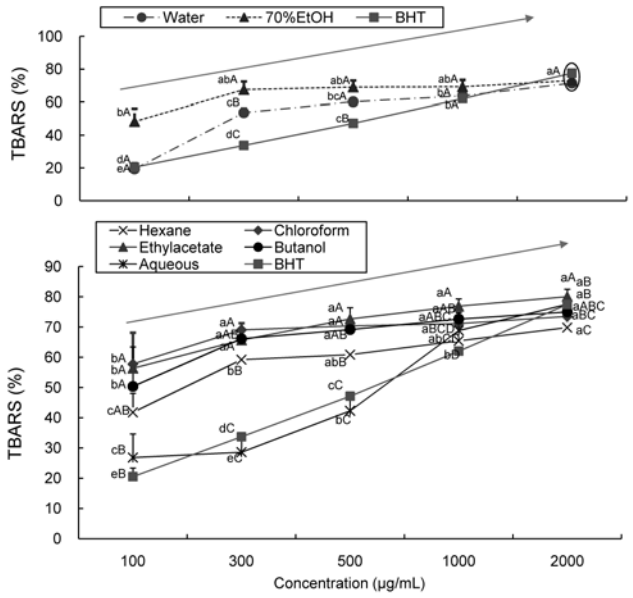

Fig. 6. Lipid peroxidation inhibitory activities of two crude extracts (upper) and five fractions of 70% EtOH extract (lower) from bamboo leaf. [a-e]Values with different superscripts within a same row were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. [A-D]Values with different superscripts within a column were significantly different at $p<0.05$ by ANOVA with Duncan's multiple range test. Labeling with ↗ represent proportionally increased with concentration at $p<0.05$ by trend analysis.

및 n-butanol 분획은 특히, 100 μg/mL에서 지질과산화물 생성억제능이 50% 이상이었는데 이는 BHT에 비해 2배 이상 높은 효과이었다. Aqueous 분획의 지질과산화물 생성억제능이 500 μg/mL까지는 다른 네 분획에 비해 유의성 있게 낮았으나 1,000 μg/mL 이상에서는 동일하였다.

이러한 결과는 신의대 잎(31)과 Choi 등의 머루 과피(46)의 80% 에탄올 추출물 분획에서 지질과산화물 생성억제능이 ethyl acetate, diethyl ether, petroleum ether, butanol 그리고 aqueous 분획 순으로 높게 나타난 결과와 근사하였다. 그러나 신의대 잎(31)의 aqueous 분획은 지질과산화물 생성억제 효과를 보이지 않았다고 한 점은 본 연구결과와 일치하지 않았다.

고농도에서는 비록 조추출물 2종이나 70% 에탄올 조추출물의 5종 분획 사이에 지질과산화물 생성억제능에 유의한 차이가 없었지만, 저 농도에서 ethyl acetate와 chloroform 분획 및 70% 에탄올 조추출물이 보다 우수한 효과를 보인 점 역시, 앞서 전자공여능과 SOD 유사활성 및 환원력에서 서술한 바와 같이 또한 Kim 등(39)이 말한 바와 같이, 플라보노이드 성분보다는 이 외의 폴리페놀 성분이 지질과산화물생성을 억제하는 효과를 갖는다는 점을 시사한다.

요 약

본 연구에서는 조릿대 잎의 물과 70% 에탄올 조추출물 2종 및 70% 에탄올 조추출물의 분획 5종에 함유된 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량을 정량하고, 이들 조추출물과 분획의 항산화 활성을 검증하고자 전자공여능, SOD 유사활성, 환원력 및 지질과산화물 생성억제능을 측정하였다. 조추출물 2종의 수율은 물과 70% 에탄올 각각 8.5%와 11.4%이었다. 분획 5종의 수율은 5.1~0.6%이었으며, aqueous, n-butanol, n-hexane, chloroform, ethyl acetate 분획 순으로 높았다. 총 폴리페놀 함량은 물과 70% 에탄올 추출물은 두 조추출물 간에 유의한 차이가 없었으나 총 플라보노이드 함량은 70% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 유의하게 많았다. 분획 5종의 총 폴리페놀 함량은 chloroform, ethyl acetate, n-butanol, aqueous, n-hexane 분획 순으로 많았고, chloroform 분획은 타 분획에 비해 유의성 있게 많았다. 각 분획별 총 플라보노이드 함량은 ethyl acetate, chloroform, n-hexane, n-butanol, aqueous 분획 순으로 함량이 높았으며, chloroform과 ethyl acetate 분획은 타 분획에 비해 유의적으로 많았다. 물과 70% 에탄올 조추출물은 모두 BHT에 비해, 유의성 있게 높거나 또는 같은 수준의 지질과산화물 생성억제능을 보였으며, 동일한 수준의 SOD 유사활성을 나타내었다. 다만, 전자공여능과 환원력은 BHT에 비해 낮았다. 물과 70% 에탄올 조추출물 간에 이들 항산화 활성은 다르지 않았다. 다만, 전자공여능만 일부 농도에서 70% 에탄올 조추출물이 물 조추출물에 비해 유의하게 높았다. 분획 5종은 모두 BHT에 비해 유의성 있게 높거나 같은 수준의 지질과산화물 생성억제능을 보였다. Chloroform과 ethyl acetate 및 n-butanol의 세 분획은 전자공여능과 SOD 유사활성도 BHT에 비해 유의하게 높았다. 다만, 환원력은 분획 5종 모두 BHT보다 낮았다. 조추출물 2종과 분획 5종의 전자공여능이나 SOD 유사활성, 환원력 및 지질과산화물 생성억제능 모두 본 연구에서 실험한 농도 범위에서, 농도 의존적으로 증가했거나 또는 증가하는 추세를 보였다. 이러한 연구결과에 기초해 조릿대 잎의 물 또는 70% 에탄올의 조추출물이나 70% 에탄올의 조추출물의 chloroform과 ethyl acetate 및 n-butanol 분획은 천연 항산화제로서 특히, 지질의 과산화를 방지하는 용도로서의 활용 가치가 있다고 결론지을 수 있다. 또한 건강기능성 소재로서의 식품산업 분야에 특히, 지질과산화물 생성억제능과 SOD 유사활성이 BHT보다 우수했고, 전자공여능을 보인 점은 이들 추출물이나 분획이 생체 내에서 활성산소종을 제거하고 생체막의 구성성분의 과산화를 방지하는 등 건강기능성 작용을 수행할 것이란 점을 시사한다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역혁신 특성화 사업(RIS) 담양특성화자원 대나무를 이용한 신산업화 기반구축사업으로 전남대학교 다산바이오 사업단 식품연구팀에서 시행하였으며 산업자원부 자원으로 수행되었음에 감사드립니다.

문 헌

1. Sadaki O. 1996. The development of functional and materials. *Bioindustry* 13: 44-50.
2. Goldberg I. 1994. *Functional Food*. Chapman & Hall Press, New York, USA. p 530-550.
3. Moini H, Parker L, Saris NL. 2002. Antioxidant and prooxidant activities of alpha-lipoic acid and dihydrolipoic acid. *Toxicol Appl Pharmacol* 182: 84-90.
4. Giles GI, Tasker KM, Jacob C. 2001. Hypothesis: the role of reactive sulfur species in oxidative stress. *Free Radic Biol Med* 31: 1279-1283.
5. Andredis AA, Hazen SL, Comhair SAA, Erzurum SC. 2003. Oxidative and nitrosative events in asthma. *Free Radic Biol Med* 35: 213-225.
6. Fubini B, Hubbard A. 2003. Reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS) generation by silica in inflammation and fibrosis. *Free Radic Biol Med* 34: 1507-1516.
7. Lanuza TP. 1971. Kinitic of lipid oxidation in foods. *CRC Crit Rev Food Technol* 2: 355-405.
8. Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
9. Choe SY, Yang KH. 1982. Toxicological studies of antioxidants, butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisol (BHA). *Korean J Food Sci Technol* 14: 283-288.
10. Ito N, Fukushima S, Hasegawa A, Shibata M, Ogiso T. 1983. Carcinogenecity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *J Cancer Inst* 70: 343-347.

11. Oh JY, Choi U, Kim YS, Shin DH. 2003. Isolation and identification of antioxidative components from bark of *Rhus javanica* Linne. *Korean J Food Sci Tecnol* 35: 726-732.
12. Lim DK, Choi U, Shin DH, Jeong YS. 1994. Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard. *Korean J Food Sci Tecnol* 26: 622-626.
13. Lim DK, Choi U, Shin DH. 1996. Antioxidative activity of some extract from *Caesalpinia sappan* L. *Korean J Food Sci Tecnol* 28: 77-82.
14. Lee YS, Jang SM, Kim NW. 2007. Antioxidative activity and physiological function of the *Angelica dahurica* roots. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 20-26.
15. Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim DW, Lee JS, Ryu KS, Lee WC. 1999. Effects of mulberry leaf extract on oxygen radicals and their scavenger enzymes in serum of rats. *Korean J Seric Sci* 41: 135-140.
16. Kim SJ, Kweon DH, Lee JH. 2006. Investigation of antioxidative activity and stability of ethanol extracts of licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J Food Sci Tecnol* 38: 584-588.
17. Kim HJ, Jo C, Kim TH, Kim DS, Park MY, Byun MW. 2006. Biological evaluation of the methanolic extract of *Eriobotrya japonica* and its irradiation effect. *Korean J Food Sci Technol* 38: 684-690.
18. Yoon KY, Hong JY, Nam HS, Moon YS, Shin SR. 2007. Antioxidant activities and xanthine oxidase inhibitory effects of hot-water extracts from fruits of *Elaeagnus multiflora* Thunb. in maturity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 14-19.
19. 허준. 2005. 동의보감. 3차 개정판. 여강출판사, 서울. p 3059-3061.
20. 최진규. 2005. 산야초의 효능. 한국토종약초연구학회, 서울. p 145-149.
21. 허창걸. 2000. 북한 동의보감 약재편. 창조문화, 서울. p 288-291.
22. Jeong YH, Chung SY, Han AR, Sung MK, Jang DS, Lee J, Kwon YJ, Lee HJ, Seo EK. 2007. P-glycoprotein inhibitory activity of two phenolic compounds, (-)-syringaresinol and tricin from *Sasa borealis*. *Chem Biodivers* 4: 12-16.
23. Yoon KD, Kim CY, Huh H. 2000. The flavone glycosides of *Sasa borealis*. *Kor J Pharmacogn* 31: 224-227.
24. Park HS, Lim JH, Kim HJ, Choi HJ, Lee IS. 2007. Antioxidant flavone glycosides from the leaves of *Sasa borealis*. *Arch Pham Res* 30: 161-166.
25. Kim JH. 2003. Cytotoxicity of *Sasamorpha purpurascens* extract against HL60 cells and L1210 cells with alterations of ROS scavenging enzymes activities. *MS Thesis*. Sangmyung University, Seoul, Korea. p 1-21.
26. Lee MJ, Moon GS. 2003. Antioxidative effects of Korean bamboo trees, *Wang-dae*, *Som-dae*, *Maengjong-JUK*, *Jolit-dae*, *O-Juk*. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1226-1232.
27. Jeong EY. 2006. Effect of the *Sasa borealis* leaves extract on metabolic syndrome in C57BL/6J mice fed a high fat diet. *MS Thesis*. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p 14-40.
28. Kim EY. 2007. Effect of the *Sasa borealis* leaves extract on cytokine levels in C57/BL6J mice. *MS Thesis*. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p 20-48.
29. Hwang JY, Han JS. 2007. Inhibitory effects of *Sasa borealis* leaves extracts on carbohydrate digestive enzymes and postprandial hyperglycemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 989-994.
30. Park YO, Lim HS. 2007. Effects of the extract of bamboo (*Sasa borealis*) leaves on the physical and sensory characteristics of cooked rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 908-914.
31. Kim MJ, Byun MW, Jang MS. 1996. Physiological and antibacterial activity of bamboo (*Sasa coreana* Nakai) leaves. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 135-142.
32. Gutifinger T. 1958. Polyphenols in olives. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
33. Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Enthropharmacol* 71: 109-114.
34. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1120.
35. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
36. Oyaizu M. 1986. Studies of products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J Nutr* 44: 307-315.
37. Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol* 52: 302-306.
38. Jin TY, Park JR, Kim JH. 2004. Electron donating abilities, nitrite scavenging effects and antimicrobial activities of *Smilax china* leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 621-625.
39. Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 80-85.
40. Ju IO, Jung GT, Ryu J, Choi JS, Choi YG. 2005. Chemical components and physiological activities of bamboo (*Phyllostachys bambusoides* Starf) extracts prepared with different methods. *Korean J Food Sci Technol* 37: 542-548.
41. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
42. Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances content on Korea plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 310-316.
43. Moon JS, Kim SJ, Park TM. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Preserv* 11: 201-206.
44. Kim JY, Lee JA, Park SY. 2007. Antibacterial activities of *Oenothera laciniata* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 255-261.
45. Ju JC, Shin JH, Lee SJ, Cho HS, Sung NJ. 2006. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 7-14.
46. Choi SY, Cho HS, Sung NJ. 2006. The antioxidative and nitrite scavenging ability of solvent extracts from wild grape (Vitis Coignetiea) skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 961-966.
47. 최중갑. 2006. 대나무의 항산화 성분분석. 담양 지역혁신특성화 사업(RIS) 2차년도 보고서. 전남대학교, 광주. p 2-9.
48. Kang MJ, Shin SR, Kim K. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J Food Preserv* 9: 253-259.
49. Jeong CH, Bae YI, Shim KH, Choi JS. 2004. DPPH radical scavenging effect and antimicrobial activities of plantain (*Plantago asiatica L.*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1601-1605.
50. Lim JA, Na YS, Baek SH. 2004. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 306-310.

(2009년 9월 7일 접수; 2009년 11월 2일 채택)