

조릿대의 부위별 추출물의 항산화 활성

강준우[#], 장준복, 유지현, 도은수, 길기정^{*}

중부대학교 한방제약과학과

Antioxidant Activities of Extracts from Different Parts of *Sasa borealis*

Jun-Woo Kang[#], Jun-Pok Chang, Ji-Hyun Yoo, Eun-Soo Doh, Ki-Jung Kil^{*}

Department of Herbal pharmaceutical Science, Joongbu University Geumsan 312-702, Korea

ABSTRACT

Objectives : This study was performed to investigate the antioxidant activity of water and ethanol extracts from *Sasa borealis* leaves, stems and roots.

Methods : *Sasa borealis* leaves, stems and roots extract were prepared using water and ethanol. The total polyphenol and total flavonoid contents were analyzed. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical scavenging activity, SOD like activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), hydroxyl radical scavenging activity, and Nitrite scavenging activity assays were carried out to determine the antioxidant activities.

Results : The antioxidant activities of the *Sasa borealis* appeared higher in ethanol extract than water extracts. Total polyphenol and total flavonoids contents in ethanol extracts of leaves were 24.6 mg/ml and 14.3 mg/ml, respectively, which were much higher than those of any other parts. SOD like activity was 70% ethanol extract of the leaves was highest with 15.68%. Electron donating ability was 70% ethanol extract of the leaves had the highest 59.07%. It exhibited high electron donating ability than BHT(45.68%). Nitrite scavenging activity of 70% ethanol extract was higher than the water extract at pH 2.5 and pH 4.2. Nitrite scavenging activity was 70% ethanol extract of the leaves was the highest 75.2%. Hydroxyl radical scavenging activity was 70% ethanol extract of the leaves was highest with 16.16%, showed very low activity than BHT(61.56%).

Conclusions : These results suggest that 70% ethanol extracts from *Sasa borealis* leaves, exhibited higher antioxidant activities than those of root and stem, and can be potentially used as proper natural antioxidants.

Key words : *Sasa borealis*, Antioxidant, Extracts, Different Parts

I. 서 론

조릿대(*Sasa borealis*)는 벼과, 조릿대속의 작은 대나무로, 우리나라 중남부 지방의 산에 무리지어 자란다¹⁾. 민간에서는 조릿대의 지하부를 진정, 진통 및 항암 효과를 기대하여 사용해 왔으며, 중국에서는 조릿대의 동속식물을 토혈, 붕중 등의 여러 증상에 사용하였다²⁾. 또한 한의학에서 조릿대의 잎은 죽엽이라 하여 청열제번, 생진, 이노의 효능으로 사용되고 있다.³⁾

조릿대 잎에는 페놀성 물질과 플라본 배당체 성분이 함유

되어 있음이 밝혀졌고, 조릿대 잎의 열수와 70% ethanol 조 추출물이 항산화작용을 나타낸다는 점 또한 증명되었다⁴⁾. 성질은 차고 맛이 달고, 독이 없으며, 잎은 변열, 소갈과 약창 등을 낮게 하고 열내림, 피멧이약, 살균, 항진균 등에 효능이 있으며, 고혈압, 중풍, 발한 등의 치료를 위한 민간요법에 활용되어 왔다⁵⁾. 한편 조릿대 잎에는 페놀성 물질로 syringaresinol, tricic⁶⁾, 플라본 배당체 성분으로 폴리페놀성 플라본인 tricic, flavone glycoside 계열인 tricic 7-o-β-D-glucopyranoside, luteolin 6-C-α-L-arabino pyranoside(isoorientin),

*Corresponding author : Ki-Jung Kil, Department of Herbal pharmaceutical Science, Joongbu University Geumsan 312-702.
· Tel : +82-41-750-6225 · E-mail : kildosa@joongbu.ac.kr

#First author : Jun-Woo Kang, Department of Herbal pharmaceutical Science, Joongbu University Geumsan 312-702.
· Tel : +82-41-750-6394 · E-mail : maxspin@naver.com

· Received : 10 October 2016 · Revised : 27 October 2016 · Accepted : 16 November 2016

isoorientin2-O- α -L-rhamnoside, apigenin6-C- β -D-xylopyranosyl-8-C-D-glucopyranoside 등이 함유되어 있음이 검증되었다⁷⁾. 또한 세포독성 및 활성산소 소거효소 등의 항암효과⁸⁾, 한국산 왕대, 솜대, 맹종죽, 조릿대 및 오죽의 항산화 효과⁹⁾, 조릿대 잎 추출물의 비만 유발 C57BL/6J mice의 대사증후군 개선 효과¹⁰⁾, 조릿대 잎 추출물의 탄수화물 소화 효소활성 저해 및 식후 혈당강하효과¹¹⁾가 보고되었으며, 조릿대 잎 추출물이 C57BL/6J mice의 혈장 adipokines의 농도에 미치는 영향 연구¹²⁾에서 항비만, 항당뇨 효과의 가능성이 제기되었다.

조릿대는 항산화, 항균, 항암 등의 효과가 알려져 있음에도 불구하고 연구의 대부분은 잎의 이용에 대한 연구가 많이 보고되어 있지만 잎 이외의 줄기나 뿌리에 대한 연구는 아직까지 그렇게 많지 않다.

이에 본 연구에서는 조릿대의 건강기능성 식품, 의약품 원료 등의 기능성 소재로 이용하기 위한 기초자료를 확보와 이용을 위해 조릿대의 잎, 뿌리, 줄기 등 각 부위 및 추출용매에 따른 항산화활성을 검증하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 조릿대(*Sasa borealis*)는 2014년 3월에 지리산에서 수확한 것을 구입하여 잎, 줄기, 뿌리 부분을 분리한 후 사용하였다. 조릿대를 이용하기 전에 여러 차례 수세한 뒤 물기를 제거한 후 deep freezer를 이용하여 -45℃에서 냉동보관 후 동결건조기를 이용하여 건조 후 분쇄하여 중부대학교 한방제약과학과에서 검정한 후 4℃에서 냉장 보관한 다음 추출용 시료로 사용하였다.

2. 방법

1) 시료추출 조건검색

항산화분석을 위한 최적 추출조건을 검색하기 위해 시료 20 g을 에탄올을 10배 비율로 30%, 50%, 70% 농도로 추출하였다. 물 추출물은 시료 20 g을 증류수를 10배 비율로 혼합하여 냉수는 실온 25℃, 온수는 50~55℃, 열수는 85~90℃로 각각 2시간씩 추출하였다. 추출 후 여과지(Whatman No 2.)를 사용하여 여과한 후 rotary vacuum evaporator를 이용하여 농축한 후 동결건조 하였다. 시료는 4 ± 1℃에서 냉장 보관하여 실험에 사용하였다. 동결 건조한 분말은 냉장 보관하여 실험에 사용하였다.

2) Total polyphenol 함량

Total polyphenol 함량은 Folin-Denis법¹³⁾을 응용하여 측정하였다. 즉, 시료 추출물 1 mg을 95% 에탄올 1 mL에 용해시키고 Folin-Ciocalteu 1 mL를 첨가하여 27℃ 수욕조에서 혼합하였다. 5분 정도 경과 후 10% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 동안 방치하였으며 UV/VIS spectrophotometer (Shimadzu Co., Japan)를 사용하여

725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때, tannic acid를 이용한 표준곡선을 작성하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) Total flavonoid 함량

시료 중 Total flavonoid 함량은 Zhishen 등¹⁴⁾이 개발한 분광분석법을 이용하여 측정하였다. 즉, 증류수 4 mL이 들어 있는 시험관에 시료 1 mL를 첨가하고 5분이 경과한 다음 5% NaNO₂ 0.3 mL와 10% AlCl₃ 0.3 mL를 차례로 첨가하였다. 대조군은 시료 대신 증류수 1 mL를 첨가하였다. 시작 시간으로부터 6분이 경과한 시간에 1 M NaOH 2 mL를 첨가하고 증류수를 추가로 첨가하여 10 mL로 만든 다음 골고루 희석하여 분홍색을 띠는 시료를 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다.

4) Superoxide dismutase(SOD)활성

SOD 유사활성 측정은 Marklund and Marklund의 방법¹⁵⁾에 따라 과산화수소(H₂O₂)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타냈다. 즉, 일정농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris HCl buffer [50mM tris(hydroxy methyl) amino-methane + 10mM EDTA] 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 250℃에서 10분간 방치 후, 1N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응 액 중 산화된 pyrogallol의 양은 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 다음의 공식과 같이 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타냈다.

$$\text{SOD 유사활성 (\%)} = \left\{ 1 - \left(\frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \right\} \times 100$$

5) 아질산염 소거능

아질산염 소거능은 Kato 등¹⁶⁾의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 1 mM의 NaNO₂ 용액 1 mL에 시료 추출물을 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl (pH 1.2)과 0.1 M citrate buffer를 사용하여 반응용액의 pH를 각각 2.5와 4.2로 조정 한 후 반응용액의 부피를 10 mL로 한 다음 37℃에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% acetic acid 5 mL를 첨가한 후, Griess 시약 0.5 mL를 가하여 혼합시켜 실온에서 15분간 방치시킨 후 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 Griess시약 대신 증류수 0.1 mL를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하여 추출물을 첨가 한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 소거율을 다음과 같은 공식을 적용하여 백분율(%)로 나타내어 BHT처리구와 비교하였다.

$$\text{아질산염 소거능 (\%)} = \left\{ 1 - \left(\frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \right\} \times 100$$

6) Hydroxyl radical 소거능 측정

Hydroxyl radical 소거활성은 2-deoxyribose oxidation¹⁷⁾ 방법을 변형하여 측정하였다. 반응용액은 10 mM FeSO₄ 용액, 10 mM EDTA 용액과 10mM 2-deoxy ribose 용액을 각각

0.2 ml씩 첨가한 후, 각 분획물 0.2 ml와 0.1M phosphate 완충용액(pH 7.4) 1 ml를 넣어 혼합시켜 총 부피가 1.8 ml가 되도록 조절하였다. 반응용액에 10 mM H₂O₂ 0.2 ml를 넣어 37℃에서 4시간 동안 반응시킨 후 2.8% TCA와 50 mM NaOH에 용해시킨 1% TBA를 각각 1 ml씩 첨가시키고, 100℃에서 10분간 발색시킨 후 532 nm에서 흡광도 측정하였다.

Hydroxy radical 소거활성 (%)

$$= \left\{ 1 - \left(\frac{\text{시료무첨가군} - \text{시료첨가군}}{\text{시료무첨가군}} \right) \right\} \times 100$$

3. 통계처리

모든 실험의 분석결과는 각각의 군별로 평균과 표준편차 (mean ± S.D)로 나타냈으며 실험군 간의 유의성은 window 용 SPSS 프로그램(Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 반복측정에 의한 ANOVA Test로 검증한 후 Turkey's multiple range test를 통하여 p<0.05 수준에서 평균치를 비교하였다.

III. 결 과

1. 추출 수율

추출방법을 달리한 조릿대의 수율을 Table 1과 같다. 조릿대의 뿌리 추출물은 냉수 > 온수 > 열수 추출 순으로 냉수에서 많이 수득하였으며, 뿌리의 에탄올 추출물은 30, 50% 에탄올 추출물에 비해 70% 에탄올 추출물에서 함량이 가장 많이 수득하였다. 또한 냉수에서 추출한 뿌리, 줄기, 잎은 뿌리 > 잎 > 줄기 순으로 수득하였다(Table 1).

Table 1. Comparison of yield of *S. borealis* leaves, stems and roots by different extraction methods

| Plant part | Extraction methods | Yield(%) |
|------------|--------------------|----------|
| Roots | Cold | 24.82 |
| Roots | Warm | 21.33 |
| Roots | Hot | 20.76 |
| Roots | 30% EtoH | 20.40 |
| Roots | 50% EtoH | 20.35 |
| Roots | 70% EtoH | 24.05 |
| Stems | Cold | 21.07 |
| Leaves | Cold | 24.63 |

2. 시료추출 조건검색

시료의 최적 추출조건 도출을 위해 뿌리를 물과 에탄올을 용매로 사용하여 물은 온수, 냉수, 열수추출로, 에탄올은 농도를 30%, 50%, 70%로 추출하여 총 폴리페놀함량, SOD 유사활성, 전자공여능을 조사하였다. 조릿대 뿌리의 추출용매의 농도별 총 폴리페놀 함량은 에탄올 농도에 따라서 30%는 10.23±0.1 mg/ml, 50%는 17.5±0.2 mg/ml, 70%는 21.4±

0.1 mg/ml 로 70% 농도로 추출한 경우가 가장 높게 나타났고, 냉수, 온수, 열수 추출의 경우 각각 13.26±0.2 mg/ml, 10.60±0.2 mg/ml, 8.46±0.2 mg/ml로 나타나 냉수추출물에서 가장 높은 함량을 나타냈다(Fig. 1A.). SOD 유사활성 분석한 결과에서는 에탄올 추출물은 30%, 50%, 70%의 농도에서 각각 4.89±0.02%, 7.83±0.03%, 9.37±0.01%로 70%에서 가장 높은 활성을 나타냈으며, 물 추출물은 경우 냉수, 온수, 열수추출물에서 각각 6.89±0.01%, 5.50±0.04%, 3.50±0.36%로 냉수추출물에서 가장 높은 활성을 나타냈다(Fig. 1B.). 전자공여능 결과에서는 에탄올 추출물의 경우 30%, 50%, 70% 농도에서 각각 33.33±0.27%, 39.06±0.35%, 43.18±0.08%로 70%에서 가장 높은 활성을 나타냈으며, 물 추출물의 경우 냉수, 온수, 열수추출물에서 각각 34.23±0.34%, 31.54±0.41%, 17.29±0.23%로 냉수추출물에서 역시 가장 높은 활성을 나타냈다(Fig. 1C.). 위의 에탄올 농도별, 물 추출온도별 추출물의 폴리페놀 함량과 SOD 유사활성 및 전자공여능의 결과를 검토한 결과 에탄올의 추출농도는 70% 가장 좋은 조건으로, 물의 추출온도는 냉수에서 가장 좋은 결과를 나타내 조릿대의 잎과 줄기 뿌리를 70% 에탄올과 냉수로 추출하여 항산화 활성을 비교, 검토하였다.

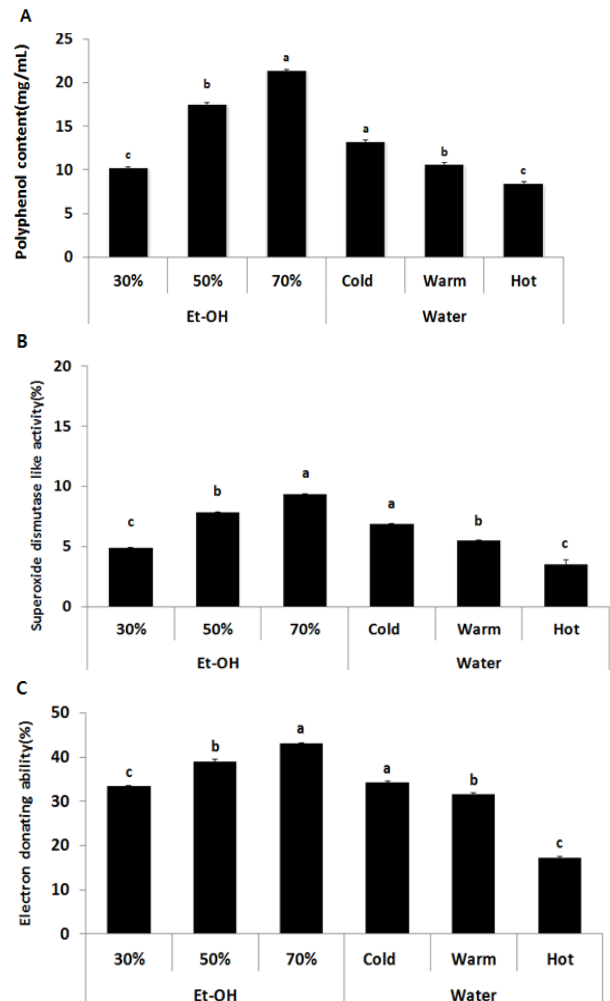


Fig. 1. Polyphenol content, superoxide dismutase like activity and electron donating ability of *S. borealis* root by extract conditions. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

3. 조릿대 부위별 항산화 활성

1) Total polyphenol 함량

Fig. 2는 조릿대 부위별 에탄올 및 물 추출물을 1,000 µg/ml 농도에서 폴리페놀 함량을 측정된 결과이다(Fig. 2.). 조릿대 부위별 폴리페놀 함량은 에탄올 추출물은 잎, 줄기, 및 뿌리가 각각 24.6±0.02 mg/ml, 16.8±0.02 mg/ml, 23.1±0.1 mg/ml 으로 잎과 뿌리에서 높게 나타났으며, 물 추출물은 각각 19.7±0.01 mg/ml, 10.4±0.13 mg/ml, 13.48±0.27 mg/ml로 잎에서 가장 높았다. 추출용매별로는 부위별 모두 물보다 에탄올추출물에서 높게 나타났다.

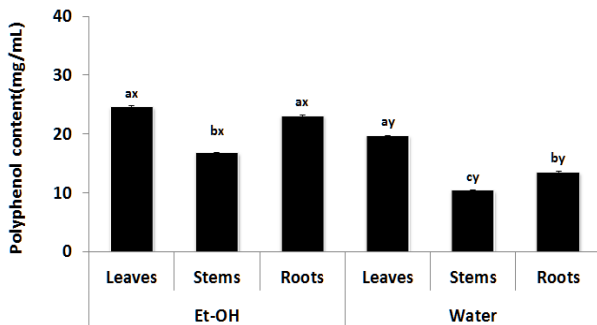


Fig. 2. Polyphenol content of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaves, stems and roots. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05). Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

2) Total flavonoid 함량

조릿대 추출물의 플라보노이드 함량은 에탄올 추출물은 잎, 줄기, 및 뿌리가 각각 14.3±0.42 mg/ml, 8.7±0.62 mg/ml, 10.5±0.25 mg/ml 으로 잎>뿌리>줄기 순으로, 잎에서 가장 높게 나타났으며, 물 추출물은 각각 11.3±0.21 mg/mL, 5.2±0.21 mg/ml, 8.4±0.36 mg/ml로 역시 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 높게 나타났으며 잎에서 가장 높았다(Fig. 3.).

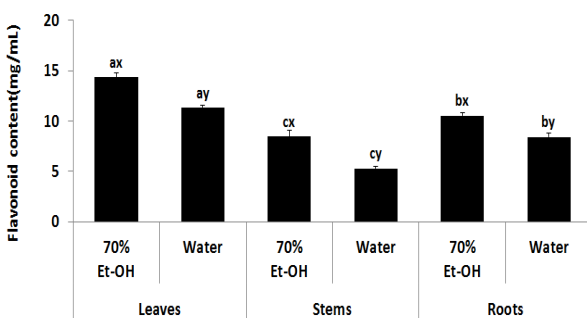


Fig. 3. Flavonoid content of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaves, stems and roots. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05). Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

3) Superoxide dismutase(SOD)활성

조릿대 부위별 SOD 유사활성은 에탄올 추출물은 잎, 줄기, 및 뿌리가 각각 15.68±0.14%, 7.66±0.14%, 9.17±0.08%

으로 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 나타났으며, 잎에서 가장 높은 활성을 나타냈다, 물 추출물은 각각 7.23±0.23%, 6.42±0.08%, 6.12±0.7%으로 잎 > 줄기 > 뿌리 순으로 나타났으며, 역시 잎에서 가장 높은 활성을 나타냈다. 추출용매별로는 3개 부위 모두 물보다 에탄올추출물에서 높은 SOD 유사활성을 나타냈다. 그러나 합성 항산화제인 BHT의 61.47±0.02% 보다는 매우 낮은 활성을 나타냈다(Fig. 4.).

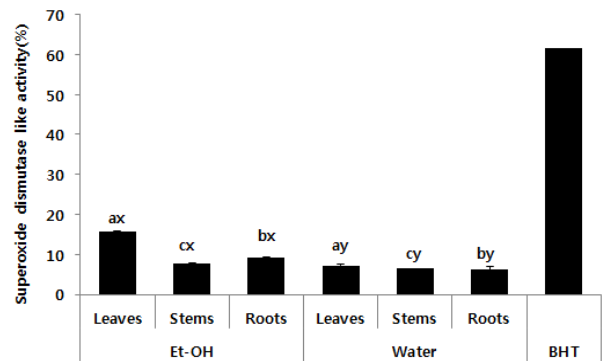


Fig. 4. Superoxide dismutase like activity of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaves, stems and roots. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05). Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

4) 전자공여능(Electron donating activity, EDA)

조릿대 부위별 전자공여능은 에탄올 추출물은 잎, 줄기 및 뿌리가 각각 59.07±0.13%, 53.34±0.14%, 43.63±0.68%으로 잎에서 가장 높게 나타났으며, 물 추출물은 잎과 줄기가 각각 36.59±0.36%, 36.59±1.82%로 함량에 차이가 없었지만 뿌리는 34.23±1.82%으로 낮게 나타나 물 추출물보다 에탄올추출물에서 전자공여능을 나타냈다. 또한 잎, 줄기 및 뿌리의 에탄올 추출물은 합성항산화제인 BHT의 45.68%±0.01%와 비교하면 높은 전자공여능을 나타냈다(Fig. 5.).

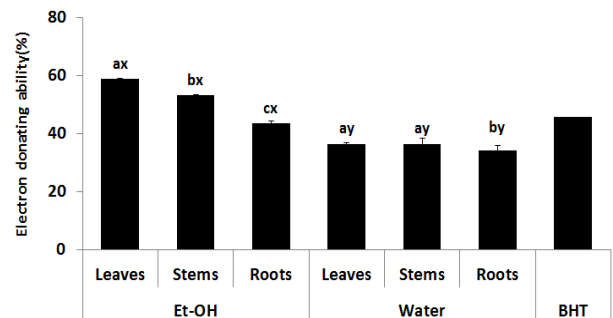


Fig. 5. Electron donating ability of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaves, stems and roots by extract condition. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05). Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

5) 아질산염 소거능

조릿대 부위별 아질산염 소거능 분석 결과 pH 2.5에서 에탄올 추출물은 잎, 줄기, 및 뿌리에서 잎(62.82%) > 줄기(43.35%) > 뿌리(39.44%) 순으로 그 중 잎에서 가장 높게 나타났으며, 물 추출물에서도 잎(53.79%) > 줄기(53.34%) >

뿌리(39.13%) 순으로 역시 잎에서 가장 높았다. pH 4.2의 경우 에탄올 추출물은 잎(75.20%) > 뿌리(55.45%) > 줄기(51.46%) 순으로 잎에서 가장 높게 나타났으며, 물 추출물에서도 잎(41.22%) > 뿌리(38.70%) > 줄기(21.33%) 순으로 잎에서 가장 높았다. 조릿대의 아질산염 소거능은 같은 농도의 합성항산화제인 BHT와 비교하면 pH 2.5 에서는 높게 나타났고, pH 4.2 에서는 잎을 제외하고는 다소 낮은 소거능이 나타났(Table 2).

Table 2. Nitrite scavenging ability of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaves, stems and roots at pH 2.5 and pH 4.2.

| Plant part | Nitrite scavenging ability(%) | | |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Et-OH | Water | |
| pH 2.5 | Leaves | 62.82±0.87 ^{1)a2)x3)} | 53.79±1.25 ^{ay} |
| | Stems | 43.35±1.77 ^{by} | 53.34±1.33 ^{ax} |
| | Roots | 39.44±1.42 ^{cx} | 39.13±1.15 ^{by} |
| | BHT | 30.16±0.45 | |
| pH 4.2 | Leaves | 75.20±0.21 ^{1)a2)x3)} | 41.22±0.00 ^{ay} |
| | Stems | 51.46±0.42 ^{cx} | 21.33±1.46 ^{cy} |
| | Roots | 55.45±0.38 ^{bx} | 38.70±0.33 ^{by} |
| | BHT | 57.86±0.11 | |

¹⁾ Each value is mean ± SD (n=3)

²⁾ Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

³⁾ Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

6) Hydroxyl radical 소거능

조릿대 부위별 hydroxyl radical 소거능을 측정된 결과 에탄올 추출물은 잎, 줄기, 및 뿌리가 각각 16.16±2.32%, 4.54±1.52%, 6.56±0.87%로 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 높게 나타났으며, 물 추출물은 각각 3.03±0.00%, 4.04±1.75%, 6.06±1.52%로 역시 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 나타났다. 잎의 에탄올 추출물에서 16.16±2.32% 가장 높은 hydroxyl radical 소거능을 나타냈다. 그러나 합성항산화제인 BHT의 61.56±0.57%와 비교하면 낮은 hydroxyl radical 소거활성을 나타냈다. 추출용매 간에는 부위별 모두 물 추출물 보다 에탄올 추출물에서 높게 나타났(Fig. 6.)

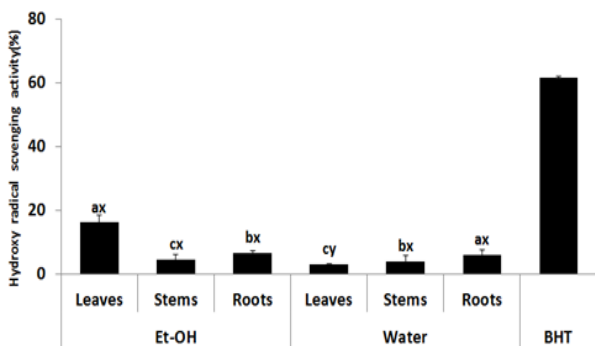


Fig. 6. Hydroxyl radical scavenging activity of 70% Et-OH and water extracts from *S. borealis* leaf, stem and root. Mean with the same letters(a-c) are not significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05). Mean with the same letters(x,y) are not significantly different by Student's t-test(p<0.05)

IV. 고찰

현대인들은 연장된 수명만큼이나 건강하고 오래 살려고 하는 욕구가 점차로 높아지고 있으며, 이를 반영하는 사회현상으로 건강기능성 식품의 소비가 지속적으로 늘고 있다¹⁸⁾. 그러나 생활의 서구화 스트레스 등으로 인해 여러 가지 만성질환에 위험을 받고 있으며, 다양한 원인의 누적으로 발생하는 성인병은 인체 내 활성 산소의 생성과 관련이 있다는 연구가 보고¹⁹⁾ 되고 있다. 활성산소를 조절할 수 있는 항산화제에는 superoxide dismutase, catalase, glutathion reductase 등의 효소계열의 예방적 항산화제와 phenolic 화합물, flavone 유도체, ascorbic acid, carotenoids, glutathione, 아미노산 등의 천연 항산화제가 있으며, BHA(butylated hydroxytoluence), PG(propyl gallate) 등의 합성화제가 있으며, 그 중 BHA와 BHT 등은 탁월한 항산화 효과와 경제성 때문에 널리 사용되어 왔으나, 안정성에 논란이 있어 천연물로부터 인체에 안전하고 항산화력이 높은 물질을 분리 이용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다²⁰⁾.

시료의 최적 추출조건 도출을 위해 뿌리를 에탄올 농도별, 물 추출농도별 추출물의 폴리페놀 함량과 SOD 유사활성 및 전자공여능의 결과를 검토한 결과 에탄올의 추출농도는 70% 가장 좋은 조건으로, 물의 추출농도는 냉수에서 가장 좋은 결과를 나타내 조릿대의 잎과 줄기 뿌리를 70% 에탄올과 냉수로 추출하여 항산화 활성을 비교, 검토하였다.

폴리페놀은 식물의 대표적인 2차 대사산물로 식물체에 널리 분포되어 있으며, phenolic hydroxyl 그룹 때문에 단백질, 효소 단백질 또는 기타 거대분자와 결합하는 성질을 가지고 있어 항산화 작용, 항균, 항알레르기 및 항암효과에 관여하는 것으로 알려져 있다²¹⁾. Total polyphenol 함량은 폴리페놀의 산화 환원반응을 응용한 것으로 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용하였다²²⁾. 조릿대 부위별 폴리페놀 함량은 에탄올 추출물은 잎(24.6 mg/ml) > 뿌리(23.1 mg/ml) > 줄기(16.8 mg/ml) 순으로 잎에서 높게 나타났으며, 물 추출물은 잎(19.7 mg/ml) > 뿌리(13.4 mg/ml), 줄기(10.4 mg/ml)로 잎에서 가장 높았다. 추출용매별로는 부위별 모두 물보다 에탄올추출물에서 높게 나타났다. Park 등³⁾은 조릿대 잎의 물과 70% 에탄올 추출물 총 폴리페놀 함량이 각각 70.9 mg/g와 85.5 mg/g로 두 용매 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고한 결과와 비교하면, 본 실험에서는 채취한 조릿대의 각 부분을 세척 후 동결건조 하였지만 Park 등³⁾은 채취한 잎을 세척 후 수증기로 찐 다음 건조시켜 시료로 사용한 결과로 잎의 전처리에 따른 차이가 나타났다고 생각된다.

플라보노이드는 식물에 의해 합성된 페놀성 화합물로서 노란색, 담황색 및 적자색을 띠는 색소 화합물로서 식물 중에는 대부분 당과 결합된 배당체(glycoside) 형태로 존재한다. 이들은 활성 산소종을 효과적으로 제거하여 심장질환, 항암 및 항염 등의 다양한 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다²³⁾. 조릿대 추출물의 플라보노이드 함량은 에탄올 및 물 추출물 모두 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 잎에서 가장 높게 나타났으며, 추출용매별로는 부위별 모두 물보다 에탄올추출물에서 높게 나타났다. Park 등⁴⁾은 조릿대 잎의 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀

함량과는 달리, 물 조추출물은 4.1 mg/g이었던 반면에 70% 에탄올 조추출물은 30.9 mg/g로 유의성 있는 차이를 나타냈다고 보고하여 본 실험 결과와는 70% 에탄올 추출물에서 큰 함량 차이를 나타냈다. 그 이유는 폴리페놀에서와 같이 조릿대 잎의 전처리 차이 때문이라고 판단된다. 또한 조릿대 부위별 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 비교하면 폴리페놀이 각 부위에서 플라보노이드 보다 유의성 있는 높은 함량을 나타낸 결과를 유추해 보면 Kim 등²⁴⁾이 보고한 작약, 목단 등 20여종의 약용식물의 메탄올 추출물의 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 측정된 결과, 대부분의 식물에서 폴리페놀이 플라보노이드보다 높으며, 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 월등히 많은 시료의 경우 높은 항산화 활성을 나타냈다고 보고한 결과와 유사하며 페놀성 물질 함량이 높을수록 기능성 물질로 유용하게 활용할 수 있는 것으로 보아 본 연구에서 조릿대의 부위별 증 잎 에탄올 추출물에 함유되어 있는 총 폴리페놀과 플라보노이드는 높은 항산화 활성을 가지고 있을 것으로 사료된다.

SOD (Superoxide dismutase)는 세포에 해로운 superoxide을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소로 30 kDa 이상의 분자량을 가진 단백질이어서 체내에 쉽게 흡수되지 못하고 체외로 배출되며, 열과 pH에 불안정하다. 따라서 SOD와 유사한 활성을 가지면서 SOD 단점을 보완할 수 있는 SOD 유사활성물질의 탐색에 대한 연구가 필요하다. 이들 SOD 유사활성물질의 탐색에 대한 연구가 필요하다. 이들 SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 superoxide의 반응성을 억제하여 생체를 보호하는 것으로 알려져 있으며, phytochemical에 속할 뿐 아니라 식물체에 다량 존재한다²⁵⁾. 조릿대 부위별 SOD 유사활성은 에탄올 추출물은 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 나타났으며, 물 추출물은 잎 > 줄기 > 뿌리 순으로 나타났으며, 추출물 모두 잎에서 가장 높은 활성을 보였으며, 추출용매별로는 잎, 줄기, 뿌리에서 물보다 에탄올추출물에서 높은 SOD 유사활성을 나타냈다. 그러나 합성 항산화제인 BHT의 61.47±0.02% 보다는 매우 낮은 활성을 나타냈다. Park 등⁴⁾이 보고한 조릿대 잎의 물과 70% 에탄올 조추출물의 SOD 유사활성이 30 µg/ml에서 100 µg/ml까지의 농도 범위에 각각 7.2%~11.3%와 6.5%~12.1%이며, 표준물질인 BHT와 같은 수준임과 왕대의 에탄올 추출물이 0.23 mg/ml 농도에서 17.96%의 SOD 유사활성을 나타낸다는 보고²⁶⁾와 비교하면 낮은 값을 나타내었는데, 조릿대의 각 산지 및 채취 시기별로 함유하고 있는 항산화능 발현 효과가 다른 것으로 판단된다.

DPPH는 화학적으로 유도되는 비교적 안정한 radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 의한 전자 공여에 의해 지질과 과산화 연쇄 반응에 관여하는 산화성 자유라디칼의 억제 정도를 측정하는 방법으로 어떠한 반응계에서 전자를 공여 받으면 고유의 자색이 탈색되어 색이 없어진다²⁷⁾. 조릿대 부위별 전자공여능 결과에서 잎 > 줄기 > 뿌리 순으로 잎에서 가장 높게 나타났으며, 물 추출물은 잎 = 줄기 > 뿌리 순으로 잎과 줄기가 거의 함량에 차이가 없었다. 추출용매별로는 잎, 줄기 및 뿌리 모두 물 추출물보다 에탄올추출물에서 높게 나타내었고, 잎, 줄기 및 뿌리의 에탄올 추출물은 합성항산화제인 BHT (45.68%)와 비교하면 높은 전자공여능을 나타냈다. Park 등⁴⁾이 보고한 조릿대 잎의 물과 70% 에탄올 조추출물이 1,000

µg/ml 농도에서 전자공여능인 47.6%와 36.8%로 비슷하거나 높고, Moon 등²⁸⁾은 동일한 농도에서 약용식물인 백지나 당귀 또는 갈근 메탄올 추출물에 11.5%나 13.7% 또는 18.4%로 본 연구 결과의 조릿대 에탄올 추출물 부위별 모두에서 3배 이상 높은 전자공여능을 보여 추출 용매에 따른 차이로 사료된다.

아질산염은 합성 식품첨가물로서 미생물의 독소 및 생육을 억제하고, 육제품의 독특한 풍미를 증가시키며 지방의 산패를 억제함으로써 육가공 제품에 널리 사용되어지고 있다. 그러나 아질산염을 일정농도 이상 섭취하게 되면 혈액중의 헤모글로빈이 산화되어 methemoglobin을 형성함으로써 중독 증상을 일으키고, 2급 및 3급 아민과 nitroso화 반응은 위장내의 낮은 산성 조건하에서 쉽게 일어나서 발암물질인 nitrosoamine을 생성할 수 있다. 이러한 반응을 억제하기 위해서는 nitrosoamine을 생성하는 기질물질인 amine의 생성을 억제하거나 아질산염을 소거하는 방법이 있으며 아질산염의 소거에는 ascorbic acid, α -tocopherol, sulfur dioxide, 폴리페놀 등이 많이 이용되고 있다²⁹⁾. 조릿대 부위별 아질산염 소거능은 pH 2.5에서 에탄올 및 물 추출물에서 모두 잎 > 줄기 > 뿌리 순으로 잎에서 가장 높았으며, pH 4.2의 경우 에탄올 및 물 추출물에서 모두 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 잎에서 가장 높았다. 또한 동일한 농도의 합성항산화제인 BHT와 비교하면 pH 2.5에서는 높게 나타났고, pH 4.2에서는 잎을 제외하고는 다소 낮은 소거능이 나타났다. 이 결과는 당귀, 목통, 골담초 등의 한약재 추출물 1,000 ppm에서 아질산염 소거능이 33~42%인 결과³⁰⁾와 동일한 농도에서 유근피 물 추출물과 에탄올 추출물의 43.2%, 45.6%에 연구 결과³¹⁾에 비하여 높은 아질산염 소거능을 보였다. 이는 조릿대에 함유된 페놀 화합물, naringin 및 hesperidin 등과 같은 플라보노이드 화합물의 공동효과라고 추정된다.

가장 강력한 활성산소로 알려진 hydroxyl 라디칼의 생성량은 반응성 산화 대사물에 의해 deoxyribose가 파괴되어 aldehyde가 생성되어 DNA 손상에 의한 돌연변이, 암 등의 발생과도 밀접한 관계가 있다. 따라서 hydroxyl 라디칼을 소거하는 효과는 항산화제로서 그 의의가 크다고 할 수 있다³²⁾. 조릿대 부위별 hydroxyl 라디칼 소거능은 에탄올 추출물 및 물 추출물에서 모두 잎>뿌리>줄기 순으로 잎에서 가장 높은 활성을 나타내었으며, 물 추출물 보다 에탄올 추출물에서 높게 나타났다. Woo 등³³⁾의 활나물 추출물의 부위별 hydroxyl radical 소거능이 잎과 줄기, 뿌리에서 각각 42.90%, 41.03%, 37.62%임과 비교하면 조릿대가 활나물에 비해 다소 낮은 소거능을 보였다. 이는 라디칼의 종류에 따라 차이가 있다고 판단되어지며, 시료 들 중에 존재하는 항산화 물질의 종류, 함량, 추출용매 등의 차이에 기인하는 것으로 생각되지만, 현재 이에 대한 연구는 진행되어 있지 않으며, 추후 연구가 필요할 것으로 판단되어진다.

이상의 결과 조릿대의 줄기와 뿌리 보다 잎에서 가장 우수한 항산화 활성을 보였으며, 추출 용매에서는 에탄올 추출물에서 가장 좋은 결과를 보여 항산화 활성을 나타내는 생리활성 물질이 관여하는 것으로 보여지며, 추후 단일물질에 대한 분리 작업과 함께 항산화 관련한 기전 등의 실험이 더 깊이 있는 연구가 필요하며, 조릿대의 항산화 건강기능성 식품, 의약품 원료 등의 기능성 소재로 활용 가능성이 있을 것으로 기대된다.

V. 결 론

조릿대(*Sasa borealis*)의 잎과 줄기 및 뿌리를 물과 에탄올로 추출하여 항산화활성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 조릿대의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 부위별 모두 물 추출물보다 에탄올 추출물에서 높게 나타났으며, 부위별로는 잎에서 높게 나타났고, 잎의 에탄올 추출물에서 가장 높게 나타났다.
2. SOD 유사활성과 hydroxy radical 소거능은 부위별 모두 물보다 에탄올추출물에서 높게 나타났으며, 잎의 70% 에탄올 추출물이 가장 높게 나타났다.
3. 전자공여능은 잎, 줄기, 뿌리 모두 70% 에탄올 추출물이 물 추출물보다 높게 나타났으며, 잎의 70% 에탄올 추출물에서 가장 높게 나타났다. 또한 합성항산화제인 BHT의 보다 높은 전자공여능을 나타냈다.
4. 아질산염 소거능은 pH 2.5와 pH 4.2 모두 물 추출물보다 70% 에탄올 추출물에서 높게 나타났으며, pH 4.2의 잎의 70% 에탄올 추출물에서 가장 높았다.

이상의 결과 조릿대의 줄기와 뿌리 보다 잎에서 가장 높은 항산화 활성을 보였으며, 또한 물 추출물 보다 에탄올 추출물에서 가장 좋은 결과를 보였다.

참고문헌

1. Park, YO, Lim HS. Antioxidant activities of bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract according to extraction solvent. *J Korean Soc Food Sci and Nutr.* 2009 ; 38: 1640-1648.
2. Ahn MJ, Bae JY, Park JH. Pharmacognostical Studies on the Folk Medicine 'JoRitDae'. *Korean J Pharmacogn.* 2009 ; 40 : 280-285.
3. Ko MS. Chemical components in stalks and leaves of *Sasa borealis* makino and antioxidative and antimicrobial activities of extracts. *Korean J. Food.* 2008 ; 15 : 125-132.
4. Park YO, Lim HS. Antioxidant activities of bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract according to extraction solvent. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2009 ; 38 : 1640- 1648.
5. Jeong CH, Choi SG, Heo HO. Analysis of Nutritional Components and Evaluation of Functional Activities of *Sasa borealis* Leaf Tea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 2008 ; 40 : 586-592.
6. Jeong YH, Chung SY, Han AR, Sung MK, Jang DS, Lee J, Kwon YJ, Lee HJ, Seo EK. P-glycoprotein inhibitory activity of two phenolic compounds, (-)-syringaresinol and tricic from *Sasa borealis*. *Chem Biodiver.* 2007 ; 4 : 12-16.
7. Yoon KD, Kim CY, Huh H. The flavone glycosides of *Sasa borealis*. *Kor J Pharmacogn.* 2000 ; 31 : 224-227.
8. Kim JH. Cytotoxicity of *Sasamorpha purpurascens* extract against HL60 cells and L1210 cells with alterations of ROS scavenging enzymes activities. MS Thesis. *Sangmyung University, Seoul, Korea.* 2003 : 1-21.
9. Lee MJ, Moon GS. Antioxidative effects of Korean bamboo trees, Wang-dae, Som-dae, Maengjong-JUK, Jolit-dae, O-Juk. *Korean J Food Sci Technol.* 2003 ; 35 : 1226-1232.
10. Jeong EY. 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.* 2006 : 14-40.
11. Hwang JY, Han JS. Inhibitory effects of *Sasa borealis* leaves extracts on carbohydrate digestive enzymes and postprandial hyperglycemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2007 ; 36 : 989-994.
12. Kim EY, Jung EY, Lim HS, Heo YR. The effects of the *Sasa borealis* leaves extract on plasma adiponectin, resistin, C-reactive protein and homocysteine levels in high fat diet-induced obese C57/ BL6J mice. *Korean J. Nutr.* 2007 ; 40 : 303-311.
13. Folin O, Denis W. A colorimetric method for determination of phenols(phenol derivatives) in urine. *J. Biol. Chem.* 1915 ; 22 : 305-308.
14. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 1999 ; 64 : 555-559.
15. Marklund S, Marklund G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 1974 ; 47 : 468-474.
16. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidines. *Agric. Biol. Chem. Tokyo.* 1987 ; 51 : 1333-1338.
17. Chung SK, Osawa T, Kawasaki S. Hydroxy radical scavenging effects of spices and scavengers from brown mustard. *Biosci Biotech Biochem.* 1997 ; 61 : 118-123.
18. Albertazzi P, Steel SA, Clifford E, Bottazzi M. Attitudes towards and use of dietary supplementation in a sample of postmenopausal women. *Climacteric.* 2002 ; 5 : 374-382.
19. Kedziora J, Bortosz G. Down's syndrome: a pathway involving the lack of balance of reactive oxygen species. *Free Radic. Biol. Med.* 1988 ; 4 : 317-330.

20. Kang IH, Cha JH, Han JH, Lee SW, Kim HJ, Kwon SH, Ham IH, Hwang BS, Whang WK. Isolation of antioxidant from domestic *Crataegus pinnatifida* Bunge leaves. *Korean J. Pharmacogn.* 2005 ; 36 : 121-128.
21. Rice Evans C, Miller N, paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 1997 ; 2 : 152-159.
22. Ainsworth EA, Gillespie KM. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nat Protoc.* 2007 ; 2 : 875-877.
23. Williams RJ, Spender JP, Rice Evans C. Flavonoids: antioxidants or signaling molecules. *Free Radic Biol Med.* 2004 ; 36 : 838-849.
24. Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol.* 1995 ; 27 : 80-85.
25. Jin SY. Study on antioxidant activities of extracts from different parts of Korean and Iranian pomegranates. *J Korean Soc Food Sci. Nutr.* 2011 ; 40(8) : 1063-1072.
26. Lim JA, Na YS, Baek SH. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J Food Sci Technol.* 2004 ; 36 : 306-310.
27. Ancerewicz J, Migliavaacca E, Carrupt PA, Tesra B, Bree F, Zini R, Tillement JP, Labidalle S, Guyot D, Chauvet-Monges AM, Crevat A, Le Ridant A. Structure property relationships of trimetazidine derivatives and model compounds as potential antioxidants. *Free Radic Biol Med.* 1998 ; 25 : 113-120.
28. Moon JS, Kim SJ, Park TM. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Preserv.* 2004 ; 11 : 201-206.
29. Crosby NT, Sawyer R. N-nitrosoamines: A review of chemical and biological properties and their estimation in food stuffs. *Adv Food Res Academic press.* 1976 ; 22 : 1-71.
30. Park CS. Antioxidative and nitrite scavenging abilities of medicinal plant extracts. *Korean J Food Preserv.* 2005 ; 12 : 631-636.
31. Jeong KY, Kim ML. Physiological activities of *Ulmus pumila* L. extracts. *Korean J. Food Preserv.* 2012 ; 19 : 104-109.
32. Casado JA, Merino J, Cid J, Subira ML, Sanchez Ibarrola A. Oxidizing agents and free radicals in biomedicine. *Rev Med Univ Navarra.* 1996 ; 40 : 31-40.
33. Woo NRY, Kim TS, Park HW, Park CG, Seong HJ, Ko SB, Jung JW, Kang MW. Comparison of Antioxidative Activities of *Crotalaria sessiflora* L. Extracts from Leaves, Seed, Stem and Root. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2005 ; 34 : 1297-1301.