

채취 시기에 따른 와송 추출물의 항산화 활성 연구

최선영 · 정미자* · †성낙주**

경상대학교 가정교육과 · 교육연구원, *강원대학교 생명공학과
*경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원

Studies on the Antioxidative Ability of Methanol and Water Extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger According to Harvest Times

Sun-Young Choi, Mi-Ja Chung* and †Nak-Ju Sung**

Dept. of Home Economics Education, Education Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*Dept. of Biotechnology and Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

This study examined the antioxidant activity of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times, by measuring electron donating ability(EDA), reducing power, superoxide dismutase(SOD)-like activity, thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) and antioxidant activity within a linoleic acid emulsion. EDA increased proportionally with the extract concentration and the methanol extract had slightly stronger effects than the water extract. And reducing power and SOD-like activity were highest in the methanol extract. Overall, based on the data, the methanol extract of *O. japonicus* A. Berger harvested during August~October presented the highest level of antioxidative activity and may be a good candidate as a natural antioxidant source.

Key words: *Orostachys japonicus*, electron donating ability, reducing power, SOD-like activity.

서론

와송(*Orostachys japonicus* A. Berger)은 돌나물과(Crassulaceae)의 다년생 초본 식물로서, 주산지는 한국, 중국, 일본 등이며, 생육조건이 특이하여 오래된 기와나 바위 위에 자라며, 여름과 가을에 채취하며 뿌리를 제거한 전초를 햇볕에 말려 주로 암의 치료제로 사용해 왔다. 이와 같은 와송의 생리 활성에 관여하는 성분으로는 friedelin, *epi*-friedlanol, glutinone, glutinol과 같은 triterpenoid류와 β -sitosterol, campesterol 등의 sterol계열 물질, fatty acid ester류 및 kaempferol, quercetin 과 같은 flavonoid, 4-hydroxybenzoic acid, 3,4-dihydroxybenzoic acid, gallic acid 등의 aromatic acid 등이 있다^{1,2)}. 그동안 보고된 와송의 연구로는 와송의 생육 및 재배와 관련한 연구로 일

장과 광도가 생육과 개화에 미치는 영향 분석³⁾, 부위별 재분화를 통한 배양 결과⁴⁾, 인공재배 조건에 관한 보고⁵⁾ 및 인공 배양체의 형태별 생화학적 성분 변화에 관한 연구⁶⁾ 등이 있다. 또한, 와송의 생리 활성 물질의 효능에 관한 *in vivo* 연구로는 신경세포 및 신장세포에서 와송 추출물이 H₂O₂에 의한 apoptosis 및 DNA 손상방지^{7,8)}, interferon- γ 와 lipopolysaccharide에 의해 증가된 산화질소 및 생성 억제 효과⁹⁾ 등이 있는 것으로 보고되었다. 와송은 혈관 수축 작용, 호흡 흥분 작용, 장관의 긴장도 증강 작용, 혈압강화, 이뇨작용 및 해열 작용^{10,11)} 등에 생리 활성이 높기 때문에 기능성 식품으로서 이용 가치가 높으나, 와송에 대한 체계적인 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 성인병과 각종 암의 유병률 증가에 따른 건

† Corresponding author: Nak-Ju Sung, Dept. of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea. Tel: +82-55-751-5975, Fax: +82-55-751-5971, E-mail: snakju@gsnu.ac.kr

강 및 기능성 식품의 필요성이 대두되고 있는 현 실정에서 외송을 6~12월에 채취하여 추출물간의 전자 공여 작용, 환원력, SOD 유사활성 및 hydroxy radical 소거능 등의 항산화 활성을 검증하여 외송의 생리 활성 탐색 및 활용을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

외송의 메탄올 및 물 추출물은 시료 중량에 대하여 20배의 용매를 각각 65~80°C에서 5시간 동안 환류 냉각하면서 3회 반복 추출하였다. 추출된 시료의 여액은 60°C에서 감압 농축하여 완전 건조시킨 다음 건조물의 무게를 측정하고 1,000 µg/ml 농도가 되도록 하여 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 전자 공여 작용 측정

Blois 등¹²⁾의 방법을 변형하여 시료 추출물 1 ml에 DPPH 용액을 가하여 혼합한 다음 실온에서 20분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 환원력 측정

Oyaizu 등¹³⁾의 방법에 따라 시료 추출물 1 ml에 인산 완충액(200 mM, pH 6.6) 및 1%의 potassium ferricyanide를 각각 1 ml씩 차례로 가한 다음 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA용액 1 ml 가하여 2,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 얻은 상정액과 증류수 각각 1 ml와 ferric chloride를 가하여 혼합한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성 측정

Marklund와 Marklund의 방법¹⁴⁾에 따라 시료 추출물에 Tris-HCl buffer와 7.2 mM pyrogallol를 가하고 25°C에서 10분간 방치한 후 1 N HCl 1 ml로 정지시킨 후 산화된 pyrogallol의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다.

5. Hydroxyl Radical 소거능 측정

Gutteridge¹⁵⁾ 및 Nam과 Kang¹⁶⁾의 방법에 따라 시험관에 1 mM FeSO₄/EDTA 용액, 10 mM 2-deoxyribose 용액, 시료 추출물을 각각 0.2 ml씩 가하고 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)와 10 mM H₂O₂를 가하여 37°C 수욕상에서 1시간 반응시켰다. 여기에 2.8% TCA 용액을 가하여 반응을 중지시킨 다음 1% TBA(thiobarbituric acid)용액 1 ml를 가하여 다시 100°C의 수욕상에서 10분간 가열시킨 후 급냉한 것을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 측정 Buege 등¹⁷⁾의 방법에 따라 maleic acid buffer(pH 6.5)와 Tween-20 및 0.1 N HCl로 만든 oil emulsion(사용 직전에 제조), 산소종(FeCl₂와 CuSO₄) 및 시료 추출물을 첨가하여 최종 반응물을 1 ml로 하여 37°C에서 1시간 동안 산화 반응시켰다.

7.2% butylated hydroxytoluene(BHT) 50 µl와 trichloroacetic acid/thio-barbituric acid(TCA/TBA) 용액을 가하여 15분간 가열·냉각한 다음 2,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상층액을 531 nm에서 흡광도를 측정하였고, TBARS값은 l 당 반응혼합물에 대해서 mg malondialdehyde(MDA)로 표시하였다.

7. Linoleic Acid Emulsion에 의한 항산화 효과 측정

Osawa¹⁸⁾와 Kim 등¹⁹⁾의 방법에 따라 시료 추출물에 linoleic acid emulsion과 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0)를 혼합하여 37°C에서 1일과 7일간 저장한 후 각각 0.1 ml를 취하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8. 통계처리

실험 결과는 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 12.0을 이용하여 각 시료군간의 유의성을 검증한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 전자 공여 작용

채취 시기에 따른 메탄올과 물 추출물의 전자 공여 작용은 Table 1에서 보는 바와 같이 추출물의 첨가 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였고, 100~1,000 µg/ml에서 메탄올 추출물의 경우 18.2±0.32~88.3±0.46%, 물 추출물은 14.3±0.08~64.6±0.38%로 나타났다.

이 등²⁰⁾은 박하 추출물의 전자 공여 작용을 분석한 결과, 물 추출물보다 메탄올 추출물이 tocopherol(4.86~91.63%)에 근접한 높은 활성을 나타낸다고 보고함으로써 본 실험의 결과와 유사한 활성을 나타내었다.

2. 환원력

6~12월에 채취된 외송의 메탄올과 물 추출물을 일정한 농도로 첨가하여 환원력을 측정한 결과(Table 2), 100 µg/ml의 농도에서는 채취 시기와 추출 용매간의 환원력은 비슷한 경향이었으나, 추출 용매의 농도가 증가함에 따라 환원력도 유의적으로 증가하였다. 특히 1,000 µg/ml 농도에서 8~10월에 채취한 외송의 메탄올 추출물은 1.45±0.028~1.88±0.031로 높은 환원력을 보였다. 물 추출물은 메탄올 추출물보다는 전체적으로

Table 1. DPPH radical scavenging ability of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times (Scavenging ability, %)

| Extracts | Concentration ($\mu\text{g/ml}$) | | | | |
|----------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 100 | 250 | 500 | 1,000 | |
| Methanol | June | 18.2±0.32 ^{ca} | 22.6±0.21 ^{bb} | 29.7±0.15 ^{cc} | 32.5±0.21 ^{bd} |
| | July | 22.3±0.22 ^{da} | 30.7±0.17 ^{cb} | 36.8±0.23 ^{ec} | 39.3±0.20 ^{dd} |
| | August | 52.1±0.42 ^{na} | 62.5±0.34 ^{ib} | 77.5±0.38 ^{mc} | 82.4±0.42 ^{id} |
| | September | 48.8±0.32 ^{ma} | 55.7±0.31 ^{kb} | 68.3±0.32 ^{ic} | 88.3±0.46 ^{md} |
| | October | 45.7±0.22 ^{ia} | 49.8±0.15 ^{ib} | 53.7±0.27 ^{jc} | 79.6±0.30 ^{kd} |
| | November | 33.7±0.12 ^{ha} | 42.4±0.20 ^{gb} | 48.8±0.25 ^{hc} | 54.3±0.21 ^{hd} |
| | December | 31.9±0.10 ^{ga} | 38.7±0.19 ^{fb} | 42.2±0.19 ^{gc} | 46.9±0.26 ^{fd} |
| Water | June | 14.3±0.08 ^{aa} | 21.2±0.22 ^{ab} | 25.2±0.18 ^{ac} | 28.7±0.11 ^{ad} |
| | July | 17.5±0.05 ^{ba} | 22.3±0.18 ^{bb} | 28.1±0.20 ^{bc} | 32.5±0.20 ^{bd} |
| | August | 38.8±0.17 ^{ja} | 52.2±0.36 ^{jb} | 58.5±0.31 ^{kc} | 64.6±0.38 ^{jd} |
| | September | 42.2±0.22 ^{ka} | 48.1±0.33 ^{hb} | 51.5±0.36 ^{ic} | 60.6±0.43 ^{id} |
| | October | 36.5±0.26 ^{ia} | 38.2±0.20 ^{eb} | 42.2±0.29 ^{gc} | 52.4±0.24 ^{gd} |
| | November | 29.8±0.21 ^{fa} | 32.1±0.25 ^{db} | 41.5±0.31 ^{fc} | 44.8±0.31 ^{ed} |
| | December | 28.7±0.16 ^{ea} | 31.7±0.31 ^{db} | 36.3±0.15 ^{dc} | 38.2±0.21 ^{cd} |

^{a~n} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 2. Reducing power of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times (Optical density)

| Extracts | Concentration ($\mu\text{g/ml}$) | | | | |
|----------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 100 | 250 | 500 | 1,000 | |
| Methanol | June | 0.07±0.001 ^{aa} | 0.13±0.002 ^{bb} | 0.22±0.003 ^{bc} | 0.28±0.005 ^{bd} |
| | July | 0.12±0.001 ^{da} | 0.24±0.003 ^{deb} | 0.29±0.011 ^{dc} | 0.41±0.016 ^{cd} |
| | August | 0.33±0.002 ^{ia} | 0.52±0.007 ^{jb} | 1.02±0.015 ^{ic} | 1.88±0.031 ^{jd} |
| | September | 0.37±0.002 ^{ia} | 0.48±0.012 ^{ib} | 0.92±0.015 ^{kc} | 1.52±0.035 ^{id} |
| | October | 0.42±0.004 ^{ka} | 0.51±0.020 ^{jb} | 0.89±0.020 ^{jc} | 1.45±0.028 ^{hd} |
| | November | 0.27±0.001 ^{ga} | 0.33±0.011 ^{gb} | 0.49±0.007 ^{ic} | 1.02±0.025 ^{gd} |
| | December | 0.13±0.001 ^{ea} | 0.23±0.009 ^{db} | 0.37±0.002 ^{fc} | 0.49±0.012 ^{dd} |
| Water | June | 0.07±0.001 ^{aa} | 0.10±0.000 ^{ab} | 0.12±0.003 ^{ac} | 0.20±0.004 ^{ad} |
| | July | 0.10±0.001 ^{ba} | 0.20±0.002 ^{cb} | 0.22±0.004 ^{bc} | 0.28±0.003 ^{bd} |
| | August | 0.26±0.002 ^{fa} | 0.31±0.003 ^{fb} | 0.47±0.002 ^{hc} | 0.56±0.011 ^{ed} |
| | September | 0.31±0.005 ^{ha} | 0.39±0.005 ^{hb} | 0.49±0.001 ^{ic} | 0.62±0.020 ^{fd} |
| | October | 0.33±0.011 ^{ia} | 0.38±0.010 ^{hb} | 0.42±0.005 ^{gc} | 0.59±0.016 ^{efd} |
| | November | 0.12±0.004 ^{da} | 0.25±0.006 ^{eb} | 0.31±0.011 ^{ec} | 0.39±0.015 ^{cd} |
| | December | 0.11±0.006 ^{ca} | 0.19±0.004 ^{cb} | 0.24±0.015 ^{cc} | 0.22±0.009 ^{ad} |

^{a~l} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

환원력이 낮았으나, 8~10월에 채취한 와송에서는 비교적 높은 활성을 보였다. 이처럼 채취 시기에 따른 항산화 활성의 차

이는 일조 시간이나 기온 등에 의해 생육정도가 상이하기 때문이라 생각된다.

3. Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성

와송의 메탄올과 물 추출물의 superoxide(O²⁻)의 산화 억제 작용을 알아보기 위하여 superoxide와 반응하여 갈변물질을 생성하는 pyrogallol 자동 산화반응을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 전자 공여 작용이나 환원력과는 달리 SOD 유사활성은 메탄올과 물 추출물간에 비슷한 활성을 나타내었다. 100 µg/ml의 농도에서 메탄올과 물 추출물은 각각 4.1±0.02~22.1±0.17%와 2.4±0.02~19.1±0.13%였으나, 추출물의 농도가 1,000 µg/ml로 증가함에 따라 특히 8월과 9월에 채취한 와송의 메탄올 추출물에서 높은 SOD 유사활성을 보였다. Kim 등²¹⁾은 단삼, 도인, 당귀미 및 솔잎의 한약재를 열수로 추출한 결과, 도인과 솔잎에서 SOD 유사활성이 가장 높다고 보고하였다.

4. Hydroxyl Radical 소거능

추출 용매간의 hydroxyl radical 소거능은 Table 4와 같이 100 µg/ml 농도에서 메탄올과 물 추출물은 각각 12.0±0.09~41.4±1.89%와 13.3±0.10~40.0±1.21%로 비슷한 hydroxyl radical 소거능을 나타내었다. SOD 유사활성과 유사한 경향으로 농도가 250~1,000 µg/ml로 증가함에 따라 hydroxyl radical 소거능도 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 따라서 메탄올 추출물은 8~10월, 물 추출물은 8월에 채취한 와송에서 hydroxy radical 소거능이 52.5% 이상으로 높은 활성을 나타내었다. 즉, hydroxyl radical이 생체 내에서 발생하는 활성산소 중에서 산화

적 손상을 일으키는 유해 라디칼인 것으로 볼 때, 8~10월에 채취한 와송이 산화성 free radical과 반응하는 항산화제로 이용될 수 있는 가능성이 큰 것으로 사료된다.

5. Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 함량

FeCl₂가 지질 산화에 미치는 정도(Table 5)는 100~250 µg/ml에서 메탄올 추출물(2.2±0.08~4.2±0.19 mg MDA/l)과 물 추출물(2.6±0.07~4.2±0.02 mg MDA/l)의 경우, 채취 시기와 추출 용매간에 유의적 차이는 없었으나 1,000 µg/ml 농도에서 8~11월에 채취한 와송의 메탄올 추출물에서 활성이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. CuSO₄ 존재 시(Table 6)에도 FeCl₂와 유사한 경향을 나타내었다.

6. Linoleic Acid Emulsion에 의한 항산화 효과

불포화지방산인 linoleic acid를 기질로 사용하여 와송의 메탄올과 물 추출물의 지질 과산화 억제효과를 측정한 결과는 Table 7, 8과 같다. 반응 1일째는 추출 용매의 첨가 농도가 증가함에 따라 항산화 활성이 유의적으로 서서히 증가하는 경향을 보였다. 100~1,000 µg/ml에서 메탄올 추출물은 6.3±0.04~36.3±0.04%, 물 추출물은 6.6±0.04~24.2±0.02%의 활성을 보였고, 반응 7일째 100 µg/ml에서 추출 용매간에 8.2±0.19~36.5±0.24%의 활성을 보여, 반응 1일째와 유사한 활성을 나타내었다. 그러나 추출 용매의 농도가 1,000 µg/ml인 경우, 8월에 채취

Table 3. SOD-like activity of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times (Scavenging ability, %)

| Extracts | Concentration (µg/ml) | | | | |
|----------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 100 | 250 | 500 | 1,000 | |
| Methanol | June | 7.2±0.02 ^{ca} | 12.1±0.06 ^{db} | 16.3±0.15 ^{dc} | 20.2±0.21 ^{dd} |
| | July | 18.5±0.11 ^{ha} | 21.3±0.15 ^{hb} | 25.8±0.22 ^{ic} | 28.5±0.33 ^{gd} |
| | August | 22.1±0.17 ^{ka} | 25.4±0.18 ^{kb} | 32.2±0.32 ^{lc} | 38.9±0.25 ^{ld} |
| | September | 21.4±0.20 ^{ja} | 22.8±0.21 ^{jb} | 28.9±0.17 ^{kc} | 32.5±0.16 ^{jd} |
| | October | 18.2±0.08 ^{ga} | 21.2±0.13 ^{hb} | 23.6±0.11 ^{gc} | 29.9±0.12 ^{hd} |
| | November | 5.6±0.03 ^{da} | 12.7±0.08 ^{eb} | 16.2±0.13 ^{dc} | 20.3±0.19 ^{dd} |
| | December | 4.1±0.02 ^{ca} | 10.4±0.04 ^{cb} | 13.7±0.08 ^{cc} | 18.6±0.14 ^{cd} |
| Water | June | 3.2±0.05 ^{ba} | 8.3±0.06 ^{bb} | 11.2±0.04 ^{ac} | 14.8±0.11 ^{ad} |
| | July | 12.1±0.02 ^{fa} | 16.2±0.10 ^{gb} | 21.4±0.16 ^{fc} | 24.3±0.27 ^{fd} |
| | August | 18.4±0.08 ^{ha} | 22.4±0.15 ^{ib} | 28.2±0.12 ^{ic} | 32.5±0.33 ^{id} |
| | September | 19.1±0.13 ^{ia} | 21.2±0.21 ^{hb} | 24.6±0.25 ^{hc} | 28.8±0.19 ^{gd} |
| | October | 12.2±0.10 ^{fa} | 15.1±0.15 ^{fb} | 19.8±0.18 ^{ec} | 22.7±0.15 ^{ed} |
| | November | 5.6±0.08 ^{da} | 10.2±0.09 ^{cb} | 13.5±0.07 ^{cc} | 16.4±0.09 ^{bd} |
| | December | 2.4±0.02 ^{aa} | 5.3±0.03 ^{ab} | 12.7±0.10 ^{bc} | 16.1±0.14 ^{bd} |

^{a~l} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 4. Hydroxyl radical scavenging ability of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times (Scavenging ability, %)

| Extracts | | Concentration ($\mu\text{g}/\text{ml}$) | | | |
|----------|-----------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 100 | 250 | 500 | 1,000 |
| Methanol | June | 16.2±0.21 ^{ca} | 21.3±0.17 ^{cb} | 24.7±0.28 ^{cc} | 30.8±0.15 ^{cd} |
| | July | 28.2±0.18 ^{ea} | 32.4±1.24 ^{db} | 37.7±0.19 ^{ec} | 42.3±1.35 ^{ed} |
| | August | 40.8±1.23 ^{hiA} | 51.3±2.11 ^{jb} | 56.6±1.21 ^{ic} | 58.7±1.42 ^{ic} |
| | September | 41.4±1.89 ^{ia} | 48.3±1.18 ^{ib} | 55.5±0.29 ^{kc} | 65.6±0.18 ^{jd} |
| | October | 38.3±0.10 ^{ga} | 44.2±0.92 ^{hb} | 53.6±0.75 ^{jc} | 67.5±0.43 ^{kd} |
| | November | 29.2±0.15 ^{ea} | 36.3±0.13 ^{eb} | 41.3±0.14 ^{fc} | 46.8±1.05 ^{fd} |
| | December | 12.0±0.09 ^{aa} | 16.8±0.09 ^{ab} | 22.5±0.22 ^{bc} | 24.5±0.98 ^{ad} |
| Water | June | 14.2±0.18 ^{ba} | 18.4±0.12 ^{bb} | 21.5±0.21 ^{ac} | 26.8±0.12 ^{bd} |
| | July | 32.5±0.24 ^{fa} | 38.3±0.10 ^{fb} | 41.6±0.35 ^{fc} | 48.6±1.24 ^{gd} |
| | August | 38.2±0.33 ^{ga} | 41.4±0.36 ^{gb} | 48.7±0.17 ^{ic} | 52.5±1.33 ^{hd} |
| | September | 40.0±1.21 ^{ha} | 42.5±0.25 ^{gb} | 44.3±0.29 ^{hc} | 48.2±1.17 ^{gd} |
| | October | 32.4±0.32 ^{fa} | 38.7±0.19 ^{fb} | 42.4±0.12 ^{gc} | 48.2±0.31 ^{gd} |
| | November | 18.3±0.16 ^{da} | 21.1±0.21 ^{cb} | 26.5±0.41 ^{dc} | 33.6±1.20 ^{dd} |
| | December | 13.3±0.10 ^{ba} | 16.2±0.17 ^{ab} | 21.4±0.16 ^{ac} | 26.5±0.11 ^{bd} |

^{a~l} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 5. Effect of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger on lipid oxidation of oil emulsion containing FeCl_2 according to harvest times (mg MDA/ ℓ)

| Extracts | | Concentration ($\mu\text{g}/\text{ml}$) | | | |
|----------|-----------|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 100 | 250 | 500 | 1,000 |
| Methanol | June | 3.8±0.21 ^{cc} | 3.4±0.03 ^{db} | 3.2±0.01 ^{gb} | 2.8±0.02 ^{ga} |
| | July | 3.2±0.11 ^{bd} | 3.8±0.05 ^{fc} | 3.4±0.04 ^{hb} | 2.8±0.05 ^{ga} |
| | August | 2.8±0.17 ^{ad} | 2.6±0.11 ^{bc} | 2.3±0.03 ^{cb} | 1.6±0.01 ^{ba} |
| | September | 2.6±0.08 ^{ad} | 2.2±0.08 ^{ac} | 1.8±0.01 ^{ab} | 1.4±0.01 ^{aa} |
| | October | 3.4±0.15 ^{bd} | 2.6±0.06 ^{bc} | 2.2±0.04 ^{bb} | 1.6±0.02 ^{ba} |
| | November | 4.2±0.19 ^{dd} | 3.6±0.07 ^{ec} | 2.4±0.06 ^{db} | 1.8±0.04 ^{da} |
| | December | 4.0±0.06 ^{cdD} | 3.8±0.04 ^{fc} | 3.2±0.09 ^{gb} | 2.6±0.07 ^{fa} |
| Water | June | 4.0±0.10 ^{cdD} | 3.6±0.02 ^{ec} | 3.4±0.02 ^{hb} | 3.2±0.03 ^{ia} |
| | July | 3.8±0.14 ^{cc} | 3.4±0.04 ^{db} | 3.0±0.04 ^{fa} | 3.0±0.05 ^{ha} |
| | August | 3.2±0.09 ^{bd} | 2.8±0.05 ^{cc} | 2.6±0.01 ^{eb} | 1.7±0.02 ^{ca} |
| | September | 2.8±0.13 ^{ad} | 2.6±0.07 ^{bc} | 2.4±0.03 ^{db} | 1.8±0.05 ^{da} |
| | October | 4.1±0.11 ^{dd} | 3.8±0.04 ^{fc} | 3.2±0.02 ^{gb} | 2.0±0.01 ^{ea} |
| | November | 4.2±0.02 ^{dd} | 4.0±0.01 ^{gc} | 3.5±0.01 ^{ib} | 2.8±0.07 ^{ga} |
| | December | 3.8±0.01 ^{cc} | 3.6±0.08 ^{eb} | 3.4±0.07 ^{ha} | 3.9±0.02 ^{ic} |

^{a~j} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

한 와송의 메탄올 추출물에서 84.0±0.35%로 물 추출물(42.3±0.20%)에 비해 약 2배 정도 높은 항산화 활성을 보였다. 이는 와송

의 메탄올 추출물이 금속이온의 공존하에서 유지의 자동산화에 관여하는 양성 금속이온과 상호 반응하여 와송 메탄올 추출

Table 6. Effect of methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger on lipid oxidation of oil emulsion containing CuSO₄ according to harvest times (mg MDA/ℓ)

| Extracts | | Concentration (μg/ml) | | | |
|----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 100 | 250 | 500 | 1,000 |
| Methanol | June | 4.2±0.08 ^{eD} | 3.8±0.04 ^{dC} | 3.4±0.02 ^{eB} | 3.2±0.06 ^{hA} |
| | July | 3.8±0.12 ^{cD} | 3.4±0.03 ^{cC} | 3.2±0.01 ^{dB} | 2.9±0.02 ^{eA} |
| | August | 3.6±0.05 ^{bD} | 3.4±0.01 ^{cC} | 3.0±0.03 ^{eB} | 2.4±0.01 ^{cA} |
| | September | 3.4±0.04 ^{aD} | 3.0±0.02 ^{aC} | 2.8±0.01 ^{bB} | 2.2±0.04 ^{bA} |
| | October | 3.6±0.03 ^{bD} | 3.2±0.04 ^{bC} | 2.6±0.02 ^{aB} | 2.0±0.02 ^{aA} |
| | November | 4.8±0.01 ^{gD} | 4.2±0.07 ^{fC} | 3.6±0.03 ^{gB} | 3.1±0.04 ^{gA} |
| | December | 4.4±0.02 ^{fD} | 4.0±0.05 ^{eC} | 3.8±0.05 ^{hB} | 2.4±0.02 ^{cA} |
| Water | June | 5.2±0.05 ^{hC} | 4.6±0.05 ^{hB} | 4.2±0.12 ^{iA} | 4.5±0.03 ^{mB} |
| | July | 4.4±0.08 ^{fC} | 4.4±0.11 ^{gC} | 3.8±0.01 ^{hB} | 3.6±0.02 ^{iA} |
| | August | 4.2±0.10 ^{eD} | 3.8±0.02 ^{dC} | 3.6±0.02 ^{gB} | 3.0±0.04 ^{fA} |
| | September | 4.3±0.06 ^{eD} | 3.7±0.03 ^{dC} | 3.2±0.02 ^{dB} | 2.8±0.01 ^{dA} |
| | October | 4.0±0.04 ^{dD} | 3.8±0.04 ^{dC} | 3.5±0.04 ^{fB} | 3.4±0.03 ^{iA} |
| | November | 4.8±0.08 ^{gD} | 4.6±0.08 ^{hC} | 4.4±0.11 ^{hB} | 4.0±0.04 ^{kA} |
| | December | 5.2±0.12 ^{hC} | 4.7±0.09 ^{iB} | 4.3±0.02 ^{iA} | 4.2±0.05 ^{iA} |

^{a~m} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

Table 7. Antioxidant activity of linoleic acid emulsion in methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times for 1 day (Scavenging ability, %)

| Extracts | | Concentration (μg/ml) | | | |
|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 100 | 250 | 500 | 1,000 |
| Methanol | June | 8.2±0.03 ^{cA} | 12.5±0.03 ^{dB} | 18.4±0.03 ^{dC} | 22.2±0.02 ^{gD} |
| | July | 12.7±0.02 ^{kA} | 18.8±0.05 ^{iB} | 23.2±0.09 ^{iC} | 28.8±0.04 ^{jD} |
| | August | 14.1±0.05 ^{lA} | 22.2±0.02 ^{hB} | 26.8±0.10 ^{kC} | 32.9±0.03 ^{kD} |
| | September | 10.3±0.01 ^{hA} | 18.0±0.06 ^{hB} | 24.3±0.06 ^{iC} | 36.3±0.04 ^{lD} |
| | October | 14.2±0.08 ^{mA} | 21.3±0.06 ^{mB} | 22.0±0.03 ^{gC} | 24.3±0.01 ^{iD} |
| | November | 8.9±0.04 ^{fA} | 12.9±0.03 ^{eB} | 16.5±0.01 ^{eC} | 19.6±0.09 ^{eD} |
| | December | 6.3±0.04 ^{aA} | 14.2±0.09 ^{hB} | 21.2±0.13 ^{fC} | 24.3±0.02 ^{iD} |
| Water | June | 8.8±0.03 ^{eA} | 13.3±0.02 ^{fB} | 16.0±0.05 ^{hC} | 21.8±0.03 ^{eD} |
| | July | 10.2±0.08 ^{gA} | 16.9±0.05 ^{iB} | 22.8±0.05 ^{hC} | 24.2±0.02 ^{hD} |
| | August | 8.3±0.03 ^{dA} | 12.2±0.06 ^{eB} | 16.1±0.02 ^{bC} | 18.4±0.04 ^{bD} |
| | September | 12.1±0.07 ^{iA} | 16.3±0.03 ^{iB} | 18.7±0.06 ^{eC} | 22.1±0.03 ^{fD} |
| | October | 12.0±0.09 ^{iA} | 14.0±0.02 ^{gB} | 18.8±0.03 ^{eC} | 21.6±0.06 ^{dD} |
| | November | 6.6±0.04 ^{bA} | 8.7±0.04 ^{aB} | 12.2±0.06 ^{aC} | 14.7±0.04 ^{aD} |
| | December | 8.3±0.02 ^{dA} | 10.5±0.09 ^{bB} | 12.0±0.03 ^{aC} | 18.4±0.02 ^{bD} |

^{a~n} Means with different superscripts in the same column significantly difference($p<0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference($p<0.05$).

물과 금속 복합체 생성에 의한 금속 봉쇄작용 때문이라 생각된다. Hah 등²²⁾은 12종 생약재의 농도별 항산화 효과를 측정

결과, 기린초 뿌리, 뱀무, 선학초 뿌리는 tocopherol보다 뛰어나고, BHT 및 BHA와 비슷한 항산화 효과를 보인다고 보고하였다.

Table 8. Antioxidant activity of linoleic acid emulsion in methanol and water extracts from *Orostachys japonicus* A. Berger according to harvest times for 7 days (Scavenging ability, %)

| Extracts | Concentration ($\mu\text{g/ml}$) | | | | |
|----------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 100 | 250 | 500 | 1,000 | |
| Methanol | June | 22.2±0.06 ^{fA} | 28.5±0.22 ^{fB} | 32.3±0.24 ^{cdC} | 35.4±0.17 ^{cdD} |
| | July | 34.9±0.02 ^{kA} | 38.0±0.19 ^{ib} | 42.0±0.13 ^{hc} | 53.7±0.22 ^{gd} |
| | August | 42.3±0.11 ^{mA} | 52.4±0.16 ^{kB} | 62.3±0.38 ^{kC} | 84.0±0.35 ^{iD} |
| | September | 36.5±0.24 ^{lA} | 43.3±0.32 ^{ib} | 52.7±0.18 ^{ic} | 62.2±0.21 ^{id} |
| | October | 28.8±0.19 ^{IA} | 37.8±0.08 ^{ib} | 45.4±0.25 ^{ic} | 59.6±0.29 ^{hd} |
| | November | 18.4±0.08 ^{dA} | 24.3±0.22 ^{eB} | 36.3±0.34 ^{ec} | 42.0±0.25 ^{ed} |
| | December | 18.9±0.23 ^{eA} | 22.0±0.18 ^{eB} | 36.7±0.43 ^{fc} | 48.4±0.19 ^{fd} |
| Water | June | 16.5±0.09 ^{bA} | 18.4±0.18 ^{bB} | 22.2±0.19 ^{bc} | 24.3±0.12 ^{bd} |
| | July | 22.9±0.21 ^{gA} | 28.2±0.24 ^{fB} | 32.3±0.05 ^{cdC} | 42.1±0.17 ^{ed} |
| | August | 30.2±0.25 ^{IA} | 34.0±0.32 ^{hB} | 38.9±0.24 ^{gC} | 42.3±0.20 ^{ed} |
| | September | 28.9±0.13 ^{IA} | 33.2±0.17 ^{gB} | 36.3±0.11 ^{ec} | 38.0±0.13 ^{ed} |
| | October | 24.3±0.09 ^{hA} | 28.5±0.29 ^{fB} | 32.0±0.07 ^{cc} | 38.2±0.32 ^{ed} |
| | November | 18.0±0.12 ^{cA} | 22.4±0.33 ^{dB} | 32.6±0.04 ^{dc} | 38.3±0.14 ^{ed} |
| | December | 8.2±0.19 ^{aA} | 12.5±0.14 ^{aB} | 18.4±0.08 ^{ac} | 22.5±0.26 ^{ad} |

^{a~m} Means with different superscripts in the same column significantly difference ($p < 0.05$),

^{A~D} Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

요약 및 결론

기능성 식품 개발을 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 채취 시기에 따라 와송의 전자 공여 작용, 환원력, SOD 유사활성, hydroxyl radical 소거능 및 TBARS 함량을 측정하였다. 전자 공여 작용은 추출 용매의 첨가 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 특히 8~10월에 채취한 와송의 메탄올 추출물 (1,000 $\mu\text{g/ml}$)이 79.6±0.30~82.4±0.42%로 높은 활성을 보였다. 환원력과 SOD 유사활성도 전자 공여 작용과 유사한 경향을 나타내었고, hydroxyl radical 소거능에서도 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 메탄올 추출물이 58.7±1.42~67.5±0.43%로 가장 우수하였다.

FeCl₂와 CuSO₄에 대한 항산화 활성은 추출물의 농도가 높아짐에 따라 증가하는 경향이었는데, 추출 용매간에는 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 와송의 항산화 활성을 나타내는 생리 활성 성분은 8월에 채취한 와송에서 높게 나타났다.

참고문헌

- Park, HJ, Lim, SC, Lee, MS and Young, HS. Triterpene and steroids from *Orostachys japonicus*. *Kor. J. Pharmacogn.* 25:20-24. 1994
- Park, JG, Park, JC, Hur, JM, Park, SJ, Choi, DR, Shin, DY, Park, KY, Cho, HW and Kim, MS. Phenolic compounds from *Orostachys japonicus* having anti-HIV-1 protease activity. *Nat. Prod. Sci.* 6:117-121. 2000
- Kang, JH, Yoon, SY, Hong, DO and Shin, SC. Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by controlling daylengths. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 13:114-117. 2005
- Choi, SU, Nam, SH, Yang, GJ, Cho, MJ and Yang, MS. Plant regeneration from the stem tissue of *Orostachys japonicus* A. Berger. *Kor. J. Plant Biotechnol.* 21:65-68. 1994
- Shin, DY, Lee, YM and Kim, HJ. Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger. *Kor. J. Crop Sci.* 39:146-157. 1994
- Yang, MS and Choi, SU. Some biochemical component changes the culture of *Orostachys japonicus* A. Berger. *Kor. J. Plant Tissue Culture.* 19:209-121. 1992
- Yoon, Y, Kim, KS, Hong, SG, Kang, BJ, Lee, MY and Cho, DW. Protective effects of *Orostachys japonicus* A. Berger (Crassulaceae) on H₂O₂-induced apoptosis in GT1-1 mouse hypothalamic neuronal cell line. *J. Ethnopharmacology.* 69: 73-78. 2000
- Park, SW and Song, CH. The effects of *Orostachys japonicus* A. Berger aquacupuncture on cell death and DNA damage induced by H₂O₂ in renal tubular cell. *J. Kor. Acu-*

- puncture Mixibustion Soc.* 18:88-98. 2001
9. Kwon, J and Han, KS. Effects of *Orostachys japonicus* A. Berger on the immune system. *Kor. J. Medicinal Corp. Sci.* 12:315-320. 2004
 10. Hsu, HY, Chen, YP, Shen, SJ, Hsu, CS and Chen, CC. Oriental material medica: a concise guide, California. 15:473-474. 1986
 11. Park, JC, Han, WD, Park, JR, Choi, SH and Choi, JW. Changes in hepatic drug metabolizing enzymes and lipidperoxidation by methanol extract and major compound of *Orostachys japonicus*. *J. Ethnopharmacology.* 102:313-318. 2005
 12. Blois, MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 26:1199-1200. 1958
 13. Oyaizu, M. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J. Nutr.* 44:307-315. 1986
 14. Marklund, S and Marklund, G. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 47:469-474. 1974
 15. Gutteridge, JM. Reactivity of hydroxyl and hydroxyl-like radicals discriminated by release of thiobarbituric acid reactive material from deoxy sugars, nucleosides and benzoate. *J. Biochem.* 224:761-767. 1984
 16. Nam, SH and Kang, MY. Screening of antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 43:141-147. 2000
 17. Buege, JA and Aust, SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52: 302-310. 1978
 18. Osawa, T. A novel type of antioxidant isolated from leaf was of eucalyptus leaves. *Agric. Biol. Chem.* 45:735-739. 1981
 19. Kim, EY, Baik, IH, Kim, JH, Kim, SR and Rhyu, MR. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:333-338. 2004
 20. Lee, SE, Han, HS, Jang, IB, Kim, GS, Shin, YS, Son, YD, Park, CB and Seong, NS. *In vitro* antioxidant activity of *Mentha viridis* L. and *Mentha piperita* L. *Kor. J. Medicinal Crop. Sci.* 13:255-260. 2005
 21. Kim, SM, Cho, YS, Im, EJ and Bae, MJ. Effect of herb extracts(*Salvia miltiorrhiza* Bae., *Prunus persica* Stokes, *Angelica gigae* Nakai, *Pinus strobus*) on lipid oxidation in oil emulsion. *J. Life Resource Industry.* 2:19-26. 1997
 22. Hah, DS, Kim, CH, Kim, GS, Kim, EG and Kim, JS. Antioxidative effects of traditional medicinal plants on lipid peroxidation. *Kor. J. Vet. Res.* 45:341-350. 2005

(2008년 5월 20일 접수; 2008년 6월 19일 채택)