J Korean Soc Food Sci Nutr
38(11), 1471~1477(2009)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2009.38.11.1471

우산나물(*Syneilesis palmata*) 추출물의 항산화 활성

이양숙 · 안대성 · 주은영 · 김남우†
대구한의대학교 한방생약자원학과

Antioxidative Activities of *Syneilesis palmata* Extracts

Yang-Suk Lee, Dae-Sung Ahn, Eun-Young Joo, and Nam-Woo Kim†
Dept. of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongbuk 712-715, Korea

Abstract

This study was conducted to examine the antioxidant activities of the extracts from aerial parts and roots of *Syneilesis palmata*. The ethanol extract of aerial parts showed the highest content of flavonoid compounds (31.72 mg/g), and the ethanol extract of roots has the highest content of total polyphenol compounds (68.11 mg/g). The water extract of *S. palmata* roots showed the highest xanthine oxidase inhibition of 99.29% and the ethanol extract of aerial parts showed 98.48% at 1.0 mg/mL. The ethanol extract of roots showed the highest value of nitrite scavenging ability of 70.89% at pH 1.2, SOD-like activity of 13.06% and electron donating ability of 98.58% at 1.0 mg/mL concentration. The effect of tyrosinase inhibition was found at only the ethanol extracts of roots (9.33%). We found that root extracts contain abundance polyphenol compounds and their antioxidant activities were greater than those of the extracts of aerial part.

Key words: *Syneilesis palmata*, antioxidant activity, flavonoid, polyphenol, xanthine oxidase inhibition

서 론

생물체는 생명유지를 위해 에너지 공급과 생화학적 산화반응이 지속적으로 일어나며 이 과정에서 상당량의 활성산소들이 발생되지만, 산화촉진물질(prooxidant)과 산화억제물질(antioxidant)이 균형을 이루는 자기방어 제거기작에 의해 생물체 내에서 발생되는 활성산소는 대부분 소멸되고 정상적인 세포기능을 유지한다(1). 그러나 대사과정의 불균형이나 과도한 스트레스, 방사선, 자외선, 공해 등 여러 요인들에 의하여 항산화 방어계의 균형이 깨지고 산화가 촉진되어 생성된 활성산소로 인하여 세포막 파괴, 효소 불활성화, 지질산화, DNA 변성, 그리고 세포노화 등과 같은 잠재적인 세포손상을 초래하여 암을 비롯한 동맥경화, 자가면역 질환 등의 심각한 병리적 장애를 일으킨다(2-5). 그러므로 생체내 활성산소의 생성을 억제하는 것은 질병 예방을 위해 중요하다. 최근 한의학과 대체의학에 대한 관심이 고조되면서 생물체내의 산화를 억제하고 예방하기 위하여 항산화 활성이 높은 식품을 섭취하고자 자연건강식이나 전통식품, 야생 산채류 등 약용식물에 함유된 다양한 항산화 물질에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(6-8). 또한 이러한 물질을 이용하여 음료와 차와 같은 기호식품뿐만 아니라 빵, 국수 및 건강보조식품 등 다양한 기능성 제품들이 개발, 제품화 되고 있다(9-11).

예로부터 산채류는 부족한 식량자원을 보충하는 역할을 담당하였으나 영양적인 면이나 기호적인 측면에서의 중요성이 널리 인식되지 않았다. 그러나 최근에는 소득수준의 향상과 더불어 주식위주의 식생활이 점차 다양화되고, 산채류, 차(tea), 채소류를 포함한 여러 식물류에서 성인병 예방 및 항균, 항암, 항산화 등의 생리기능이 보고되면서 상용 산채류의 기능성에 대해서도 관심을 가지게 되었다(12-14).

우리나라에서 식용하고 있는 산채류 중 하나인 우산나물(*Syneilesis palmata* Maxim)은 국화과(Compositae)의 다년생 초본으로 7~9월에 개화하며 10~11월에 종자가 결실된다(15). 한방에서는 우산나물(*S. palmata*)과 애기우산나물(*S. aconitifolia*)의 전초를 토아산(兎兒傘)이라 하여 거풍(祛風), 활혈(活血)작용이 있어 사지마비, 관절염, 요통, 타박상, 월경불리와 월경통 및 종기 등의 치료제로 사용하였다(16,17). 우산나물에 대한 연구로는 Kim과 Yang(18)이 일부 산채류의 영양성분에 대해 보고하면서 우산나물의 무기질과 아미노산 함량에 대하여 보고한 바 있으며, Kwon 등(19)은 우산나물의 MeOH 추출물이 아스피린보다 1.5배 높은 thrombin 저해율을 나타낸다고 하였다. 또한 Lee 등(20)은 sesquiterpenes를 분리 동정하여 이에 대한 항암효과에 대하여 보고한 바 있다.

†Corresponding author. E-mail: tree@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1438, Fax: 82-53-819-1440

이에 본 연구에서는 우산나물 지상부와 뿌리 추출물로부터 총 플라보노이드 화합물과 폴리페놀 화합물의 함량 그리고 다양한 생리활성의 탐색을 통하여 우산나물의 이용가치를 규명하고 민간이나 한방에서 알려진 효능을 과학적으로 증명하여 고부가가치의 기능성 제품을 개발하기 위한 기초 연구 자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 국내산 우산나물은 2007년 6월~7월경에 경북 팔공산 일대에서 채집, 동정하여 지상부와 뿌리를 따로 분리하고 흐르는 물에 세척하여 흙과 이물질을 제거한 후 40°C의 열풍건조기에서 12~24시간 동안 충분히 건조시킨 뒤 본 실험을 위한 추출 시료로 사용하였다.

추출물의 제조

우산나물 지상부와 뿌리 시료의 추출은 환류냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 건조된 시료 10 g에 5배에 해당되는 증류수와 70% 에탄올을 넣고 80°C와 60°C의 수욕 상에서 3시간씩 3회 반복 실시하였다. 각 추출물을 여과한 다음 rotatory vacuum evaporator(400 series, Eyela, Tokyo, Japan)로 감압농축한 후에 동결 건조하여 분말로 제조하였다. 우산나물의 분말화 된 추출물들은 각각의 무게를 측정하였으며 이를 %로 나타내어 추출물의 수율로 표시하였다. 또한 우산나물의 지상부와 뿌리의 물과 에탄올 추출물은 일정 농도로 희석하여 폴리페놀 및 생리활성 측정을 위한 시료로 사용하였으며, 대조구는 우산나물의 각 추출물 대신 천연항산화제인 ascorbic acid(Sigma-Aldrich Co., Sanghai, China)를 추출물과 동일한 농도로 첨가하여 생리활성 효과를 비교하였다.

플라보노이드 화합물 함량

우산나물 지상부와 뿌리의 각 추출물에 함유된 플라보노이드 함유량은 동결건조 하여 분말화 된 시료를 1% 농도로 80% ethanol에 희석한 다음 Nieva Moreno 등(21)의 방법을 변형하여 추출액 0.1 mL에 80% ethanol 0.4 mL를 첨가하여 혼합하였다. 여기에 10% aluminum nitrate 0.1 mL와 1 M potassium acetate 0.1 mL 그리고 80% ethanol 4.3 mL를 가하여 25°C에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 정량은 quercetin(Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 최종농도가 0, 10, 25, 50, 100, 250, 500 μg/mL가 되도록 취하여 위와 동일한 방법으로 측정한 검량선으로부터 산출하여 우산나물 각 추출물에 대한 플라보노이드 함량을 구하였다.

폴리페놀 화합물 함량

각 우산나물 추출물에 함유된 폴리페놀 화합물의 함량은 Folin-Denis(22)법으로 측정하였다. 일정 농도로 희석된 시료 0.2 mL에 증류수 1.8 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 첨가한 후, vortex하여 3분간 실온에서 방치하였다. 여기에 Na_2CO_3 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 1.4 mL 가하여 실온에서 1시간 동안 반응시킨 후 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물의 정량은 tannic acid를 이용하여 최종농도가 0, 25, 50, 100, 250, 500 μg/mL가 되도록 취하여 위와 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 표준곡선으로부터 우산나물 지상부와 뿌리 추출물의 폴리페놀 화합물 함량을 산출하였다.

Xanthine oxidase 저해 활성

일정 농도로 희석한 우산나물 각각의 추출물에 대한 xanthine oxidase 저해활성 측정은 Stirpe와 Corte(23)의 방법에 따라 실시하였다. 희석된 시료 0.1 mL에 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL와 xanthine 2 mM을 녹인 기질액 0.2 mL를 첨가한 후 xanthine oxidase(0.2 U/mL) 0.1 mL를 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시켰다. 여기에 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지한 후 반응액에 생성된 uric acid를 spectrophotometer를 사용하여 292 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 우산나물 추출물의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다.

Tyrosinase 저해 활성

우산나물 지상부와 뿌리 추출물의 tyrosinase 저해 활성은 Yagi 등(24)의 방법에 따라 측정하였다. 0.175 M의 sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.5 mL에 10 mM의 L-DOPA를 녹인 기질액 0.2 mL와 일정농도로 희석한 시료액 0.1 mL를 혼합한 용액에 mushroom tyrosinase(110 U/mL) 0.2 mL 첨가하여 25°C에서 2분간 반응시켰다. 생성된 DOPA chrome은 475 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

아질산염($NaNO_2$) 소거능은 Kato 등(25)의 방법에 따라 측정하였다. 일정 농도로 희석된 우산나물의 각 추출물 1 mL에 1 mM의 $NaNO_2$ 용액 2 mL를 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M citrate buffer를 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 1차 반응시킨 용액을 각각 1 mL씩 취하여 2% acetic acid 5 mL를 첨가하고, Griess reagent(A : B=1:1, A : 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid, B: 1% naphthylamine in 30% acetic acid) 0.4 mL 첨가하여 다시 실온에서 15분간 2차 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정

하여 우산나물 추출물의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

SOD 유사활성능 측정

우산나물의 지상부와 뿌리의 물과 에탄올 추출물의 SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund(26)의 방법에 따라 hydrogen peroxide로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 일정 농도로 희석한 우산나물 각 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer 2.6 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응 후, 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후 반응용액에서 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 우산나물 추출물의 첨가구와 무첨가구의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 표시하여 SOD 유사활성능을 나타내었다.

전자공여능 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하는 Blois법(27)에 따라 우산나물 각 추출물에 대한 전자공여 효과를 측정하였다. 일정 농도로 희석된 우산나물의 부위별 추출물 시료 2 mL에 0.2 mM의 농도로 DPPH를 absolute ethanol에 희석한 용액 1 mL 가하여 혼합하였다. 이것을 37°C에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 첨가 전과 후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하여 전자공여능으로 나타내었다.

통계처리

모든 측정값은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하였으며 이를 평균±표준편차로 표시하였다. 각 실험군에 대한 통계학적 분석은 SPSS 17.0 for windows program을 이용하였으며, 각 군 간의 측정치 비교는 one-way analysis of variance(ANOVA)를 시행하여 유의성이 있는 경우, 신뢰구간 $p<0.05$에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

추출수율

우산나물 지상부와 뿌리의 물과 에탄올에 의한 추출수율은 우산나물 뿌리 물 추출물(27.46%)> 지상부 물 추출물(24.83%)> 뿌리 에탄올 추출물(21.29%)> 지상부 에탄올 추출물(18.64%)의 순으로 나타났다(Table 1). 수율은 우산나물의 지상부보다는 뿌리 추출물의 수율이 더 높았으며, 물 추출물이 에탄올 추출물보다 높은 것으로 분석되었다. 이는 국내산 자화지정의 부위별 추출물의 수율을 측정한 결과 자화지정의 잎보다는 뿌리에서, 에탄올보다는 물을 용매로 추출한 경우가 더 높았다는 Choi 등(28)의 결과와 유사하였다. 또한 늙은 호박의 용매별 수율(29)과 덩굴차의 수율(30)에서 물을 용매로 사용한 추출물의 수율이 가장 높았다는 보고와도 유사한 결과를 보였다.

플라보노이드와 폴리페놀 화합물 함량

우산나물의 부위별 각 추출물에 대한 플라보노이드와 폴리페놀 화합물 함량을 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 플라보노이드 함량은 지상부 에탄올 추출물이 31.72 mg/g으로 가장 많았고, 다음으로 뿌리 에탄올 추출물(10.47 mg/g), 뿌리 물 추출물(7.2 mg/g) 및 지상부 물 추출물(2.61 mg/g)의 순으로 물보다 에탄올을 용매로 사용한 추출물이 더 많은 플라보노이드를 함유하였다. 특히 우산나물 지상부에서 물 추출물보다 에탄올 추출물이 약 12배 이상 더 많이 함유하고 있었고, 지상부의 에탄올 추출물은 뿌리보다 약 3배 이상 많은 플라보노이드 함량을 나타내었다.

폴리페놀 화합물 함량을 측정한 결과에서는 뿌리 에탄올 추출물 68.11 mg/g> 뿌리 물 추출물 63.22 mg/g> 지상부 물 추출물 38.79 mg/g> 지상부 에탄올 추출물 33.50 mg/g으로 지상부보다 뿌리에 약 1.6~2.0배 많은 폴리페놀 화합물이 함유되어 있었다.

항산화 활성을 나타내는 약용식물에 대한 플라보노이드와 폴리페놀 화합물의 함량을 측정한 Kim 등(14)은 음양곽에서 38.00 mg/g의 플라보노이드와 81.20 mg/g의 폴리페놀을 함유하며 당귀에서는 각각 7.20 mg/g과 14.76 mg/g, 옥죽은 각각 0.51 mg/g과 2.62 mg/g가 함유되었다고 보고하여 이를 본 실험결과와 비교하면 우산나물의 지상부와 뿌리는 음양곽보다는 낮은 함량을 나타내었으나, 당귀나 옥죽보다는 플라보노이드와 폴리페놀 함량이 높았다. 또한 향료성 약용식물인 라벤더, 칼렌듈라, 카모마일 등에서 0.1~0.9 mg/g의 플라보노이드와 5.4~7.5 mg/g의 폴리페놀을 함유한다는 Miliauskas 등(31)의 결과와 비교하여도 우산나물 지상부와 뿌리 추출물에 함유된 생리활성 물질의 함량은 매

Table 1. Extraction yields, contents of flavonoids, and polyphenol compounds of water and ethanol extracts from the aerial part and root of *S. palmata*

	Aerial parts		Roots	
	Water	Ethanol	Water	Ethanol
Extraction yield (%)	24.83	18.64	27.46	21.29
Flavonoids (mg/g)	2.61±0.10[1)d2)]	31.72±0.98[a]	7.20±0.10[c]	10.47±0.27[b]
Polyphenols (mg/g)	38.79±1.06[c]	33.50±1.84[d]	63.22±0.84[b]	68.11±0.51[a]

[1)]The values of flavonoid and polyphenol compound are mean±SD of triplicate determinations.
[2)]Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

우 높은 것으로 밝혀졌다. 이처럼 우산나물이 높은 생리활성 물질을 함유하는 것은 건강보조식품 등의 재료로 활용 가능성을 보여 준다고 할 수 있다.

Xanthine oxidase 저해 활성

우산나물의 부위별 추출물에 대한 농도별 xanthine oxidase(XO) 저해 활성을 측정한 결과 1.0 mg/mL의 농도에서 84.35~99.29%로 뿌리의 물 추출물이 가장 높은 XO 저해효과를 나타내었으며, 지상부의 에탄올 추출물에서도 98.48%의 저해율을 나타내어 대조군인 ascorbic acid(98.55%)와 유사하거나 더 높은 XO 저해효과를 나타내었다(Table 2). 지상부와 뿌리 추출물 모두 0.3 mg/mL의 농도에서 55% 이상의 저해 활성을 보였으며, 특히 우산나물의 뿌리 물 추출물은 0.5 mg/mL에서 93% 이상의 매우 우수한 XO 저해율을 나타내었다.

본 결과를 Choi 등(28)의 자화지정 잎의 에탄올 추출물에서 98% 이상, 뿌리에서도 60% 이상의 XO 저해효과를 나타내었다는 보고와 비교하면 우산나물 지상부와 뿌리 추출물의 저해효과도 이와 유사하거나 높은 저해율을 나타내었다. 또한 Kim 등(32)의 차조기 잎의 물과 에탄올 추출물에서 41~47%의 XO 저해 활성을 나타낸다는 보고와 감잎 추출물이 88%의 저해율을 나타내었다는 Moon과 Lee(33)의 보고와 비교하여 우산나물 지상부와 뿌리의 XO 저해 활성이 더 우수한 것으로 분석되었다.

Tyrosinase 저해 활성

우산나물 추출물에 대한 tyrosinase 저해 효과를 0.1~1.0 mg/mL의 농도에서 측정한 결과 지상부와 뿌리의 물 추출물에서는 저해 활성이 없었으며, 뿌리의 에탄올 추출물에서만 3.00~9.33%의 tyrosinase 저해효과를 나타내었다. 1.0 mg/mL의 농도에서 지모 4%, 택사 5%, 두충 17%이며, 인삼에서는 27%의 저해율을 나타내었다는 Choi 등(34)의 결과와 곰취와 참취 등과 같은 산채류에서 25~39%의 tyrosinase 저해 활성을 나타내었다는 Kim 등(35)의 결과를 우산나물의 저해 효과와 비교하면 지모, 택사는 유사한 저해율을 보였으나 인삼이나 곰취 등과 같은 산채류보다는 매우 낮은 tyrosinase 저해활성을 나타내었다.

아질산염 소거능

우산나물의 지상부와 뿌리 추출물의 농도와 pH 조건에 따른 아질산염 소거능을 측정한 결과를 Table 3에 나타내었다. pH 1.2의 1.0 mg/mL 농도에서는 28.37~70.89%, pH 3.0에서는 22.68~55.06%, 그리고 pH 6.0에서는 1.43~14.91%로서 저농도에서는 아질산염 소거효과가 거의 없었다. 모든 pH 조건에서 뿌리 에탄올 추출물> 뿌리 물 추출물> 지상부 물 추출물> 지상부 에탄올 추출물 순으로 효과가 나타났으며, pH가 낮을수록 아질산염 소거능이 높았다. 모든 조건에서 우산나물의 뿌리 추출물은 잎보다 높은 아질산염 소거율을 나타내어 추출물의 폴리페놀 화합물의 함량이 높을수록

Table 2. Xanthine oxidase inhibition of water and ethanol extracts from the aerial part and root of *S. palmata* (%)

Concentration (mg/mL)	Aerial parts		Root		Control
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Ascorbic acid
0.1	23.48±1.31[1)b2)]	18.18±2.27[c]	34.04±2.13[a]	33.33±1.18[a]	86.23±1.26
0.3	63.64±2.27[a]	55.30±1.31[c]	65.96±2.13[a]	60.54±1.18[b]	89.13±0.00
0.5	81.06±1.31[c]	77.27±0.00[d]	93.62±0.00[a]	82.99±1.18[b]	96.38±1.26
1.0	93.18±0.00[b]	98.48±1.31[a]	99.29±1.23[a]	84.35±1.18[c]	98.55±1.26

[1)]All values are mean±SD of triplicate determinations.
[2)]Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Nitrite scavenging ability of water and ethanol extracts from the aerial part and root of *S. palmata* (%)

Concentration (mg/mL)		Aerial parts		Roots		Control
		Water	Ethanol	Water	Ethanol	Ascorbic acid
pH 1.2	0.1	4.33±0.91[1)c2)]	5.75±0.21[b]	3.79±0.83[c]	8.39±0.75[a]	53.29±0.22
	0.3	12.54±0.85[c]	10.47±0.96[d]	18.30±0.28[b]	26.09±0.48[a]	97.70±0.45
	0.5	19.71±0.57[c]	15.78±0.68[d]	31.41±0.53[b]	40.58±0.48[a]	97.34±0.08
	1.0	34.53±0.28[c]	28.37±0.36[d]	58.11±0.00[b]	70.89±0.10[a]	99.34±0.16
pH 3.0	0.1	3.49±0.44[ab]	0.67±0.41[c]	3.07±0.29[b]	4.46±0.93[a]	31.46±0.59
	0.3	10.35±0.58[c]	7.68±0.34[d]	14.00±0.37[b]	18.79±0.20[a]	55.07±0.61
	0.5	16.44±0.77[c]	12.46±0.86[d]	23.18±0.19[b]	27.13±0.93[a]	67.93±0.41
	1.0	28.57±0.38[c]	22.68±0.66[d]	37.86±0.78[b]	55.06±0.39[a]	83.85±0.45
pH 6.0	0.1	−	−	0.89±0.19[b]	1.11±0.29[a]	3.13±0.32
	0.3	1.51±0.57[c]	−	3.60±0.38[a]	2.55±0.58[b]	13.70±1.27
	0.5	3.07±0.25[c]	−	6.09±0.91[a]	5.21±0.92[ab]	26.89±0.72
	1.0	3.71±0.57[c]	1.43±0.49[d]	9.52±0.42[b]	14.91±0.60[a]	47.82±0.58

[1)]All values are mean±SD of triplicate determinations.
[2)]Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Superoxide dismutase(SOD) like activity of water and ethanol extracts from the aerial part and root of *S. palmata*
(%)

Concentration (mg/mL)	Aerial parts		Roots		Control
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Ascorbic acid
0.1	2.46±0.70[1)]	1.49±0.53	2.51±0.78	2.24±0.65	98.32±0.00
0.3	4.93±0.61	5.98±0.53	5.89±0.78	5.60±1.29	99.77±0.20
0.5	6.22±0.54[b2)]	6.55±0.91[b]	9.40±0.99[a]	7.34±0.43[b]	100.00±0.00
1.0	11.27±0.70[b]	7.01±0.40[c]	12.16±0.57[ab]	13.06±1.35[a]	100.00±0.00

[1)]All values are mean±SD of triplicate determinations.
[2)]Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Electron donating ability of water and ethanol extracts from the aerial part and root of *S. palmata*
(%)

Concentration (mg/mL)	Aerial parts		Roots		Control
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Ascorbic acid
0.1	47.42±0.31[1)c2)]	45.58±0.51[c]	75.00±1.53[b]	84.82±0.74[a]	95.37±0.00
0.3	79.21±1.51[c]	90.26±1.06[b]	91.67±0.16[b]	94.43±0.21[a]	95.53±0.41
0.5	66.47±1.23[d]	88.27±1.39[c]	92.31±0.99[b]	95.43±0.21[a]	95.85±0.41
1.0	60.70±0.84[d]	87.31±1.57[c]	91.39±0.16[b]	98.58±0.36[a]	96.02±0.41

[1)]All values are mean±SD of triplicate determinations.
[2)]Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

아질산염 소거능이 우수한 것으로 분석되었다. 이는 flavonoid 화합물은 아질산염 소거 효과가 낮으나 polyphenol 화합물은 아질산염을 효과적으로 분해하여 nitrosamine의 생성을 효과적으로 억제한다는 Takashi 등(36)의 보고와 일치하였다. 또한 폴리페놀 화합물의 함량이 높을수록 항산화 활성이 높은 양의 상관관계를 나타낸다는 Kim 등(14)의 결과와 각종 phenol성 화합물은 산성조건에서 nitroso화 반응을 강력하게 억제한다는 Cooney와 Ross(37)의 결과와도 일치하였다.

일부 약용식물 추출물에 대한 아질산염 소거능을 측정한 Moon 등(38)의 녹차(98.96%), 곽향(77.49%), 식방풍(41.87%), 당귀(57.72%), 갈근(54.94%) 등의 결과와 자화지정의 잎과 뿌리 추출물에서 8.96~50.74%의 소거효과를 나타내었다는 Choi 등(28)의 보고와 비교하면 우산나물의 부위별 추출물이 녹차나 곽향보다는 낮았으나 당귀나 갈근, 자화지정 보다는 높은 아질산염 소거율을 보였다.

SOD 유사활성능

우산나물의 부위별 추출물에 대한 SOD 유사활성능을 0.1~1.0 mg/mL의 농도에서 측정한 결과는 Table 4와 같다. 지상부는 1.49~11.27%, 뿌리는 2.24~13.06%로 1.0 mg/mL의 농도에서 뿌리의 에탄올 추출물이 가장 높은 SOD 유사활성 효과를 나타내었으며, 모든 추출물은 농도가 증가함에 따라 SOD 유사활성능도 증가하였다. 0.3 mg/mL의 농도 이하에서는 우산나물 지상부와 뿌리 추출물간의 활성에 유의적 차이가 없었다($p<0.05$).

우산나물의 실험결과를 82종의 약용식물에 대한 SOD 유사활성을 측정한 Lim 등(39)의 소엽(3.67%), 시호(4.97%), 익모초(7.53%), 사삼(3.90%), 생강(9.03%), 갈근(17.13%), 감초(35.63%) 등의 보고와 비교하면 1.0 mg/mL의 농도에서 우산나물 뿌리 추출물의 SOD 유사활성이 갈근과 감초보다는 낮았으나 다른 약용식물보다는 높은 결과를 보였다.

전자공여능

우산나물 지상부와 뿌리 추출물의 농도에 따른 전자공여능을 측정한 결과 지상부의 물 추출물은 47.42~79.21%였으며, 에탄올 추출물은 45.58~90.26%로서, 지상부 추출물이 0.3 mg/mL의 농도에서 가장 우수한 전자공여 효과를 나타내었다. 우산나물 뿌리의 물 추출물은 75.00~92.31%였으며, 에탄올 추출물은 84.82~98.58%로 뿌리 추출물은 0.3 mg/mL 이상의 농도에서 90% 이상의 전자공여능을 나타내었다. 특히 우산나물 뿌리의 에탄올 추출물은 1.0 mg/mL 이상의 농도에서 대조군으로 사용한 천연 항산화제인 ascorbic acid보다 높은 전자공여능을 나타내었다.

Nam과 Kang(40)은 애엽, 인진, 방풍, 박하 등과 같은 지상부 한약재 열수 추출물이 21~57%이며, 백지, 황기, 천궁, 인삼 등의 뿌리류 한약재에서는 16~39%의 전자공여효능을 나타내었다는 결과와 둥글레(5.4%), 속단(39.9%), 감초(13.3%), 당귀(15.8%), 갈근(16.8%) 등의 전자공여능 결과(14)와 비교하면 우산나물의 지상부와 뿌리 추출물이 지상부와 상용되고 있는 뿌리류 한약재보다 우수한 전자공여효과를 나타내었다.

요 약

기능성식품 소재를 개발하기 위한 연구의 일환으로 야생 산채류인 우산나물의 지상부와 뿌리 추출물에 대한 플라보노이드와 폴리페놀 화합물 함량 그리고 생리활성 효과를 측정하였다. 플라보노이드는 지상부 에탄올 추출물이 31.72 mg/g으로 가장 많았으며, 폴리페놀은 뿌리의 에탄올 추출

물에서 68.11 mg/g으로 가장 높았다. Xanthine oxidase에 대한 저해 효과를 측정한 결과 1.0 mg/mL의 농도에서 지상부 물 추출물과 뿌리의 에탄올 추출물 모두 98% 이상의 저해율을 보였으며, tyrosinase 저해는 뿌리 에탄올 추출물에서만 9.33%의 저해효과를 나타내었다. 우산나물 뿌리의 에탄올 추출물은 pH 1.2의 조건에서 70.89%의 아질산염 소거능을 보였으며, SOD 유사활성능도 13.06%의 활성을 나타내었다. 또한 전자공여능에서도 뿌리 에탄올 추출물이 98.58%로 천연항산화제인 ascorbic acid보다 높은 활성을 보였다. 이상의 결과 우산나물 뿌리의 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량이 가장 높았고, tyrosinase 저해, 아질산염 소거, SOD 유사활성 및 전자공여능이 가장 우수하였다. 우산나물 뿌리의 물 추출물은 에탄올 추출물보다는 활성이 낮았으나 우산나물 지상부 추출물보다 높게 분석되었으며, xanthine oxidase 저해율이 가장 높았다. 본 실험결과 우산나물은 우수한 항산화 활성을 지닌 기능성식품 소재임을 확인할 수 있었으며, 식용으로 사용하고 있는 어린순 이외에 뿌리에도 다량의 폴리페놀을 함유하며, 우수한 생리활성 효과를 나타내므로 이를 항산화 활성을 지닌 기능성 건강식품 등의 재료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업(대구한의대학교 한방생명자원연구센터)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

문 헌

1. Fukuzawa K, Takaishi Y. 1984. Antioxidants. *J Act Oxyg Free Rad* 1: 55-70.
2. Freeman BA, Grapo JD. 1982. Biology of disease; free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 47: 412-426.
3. Ames BN. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radical and degenerative disease. *Science* 221: 1256-1264.
4. Videla LA, Fermandez V. 1988. Biochemical aspects of cellular oxidative stress. *Arch Biol Med Exp* 21: 85-92.
5. Halliwell B, Aruoma OJ. 1991. DNA damage by oxygen-derived species. *FEBS Lett* 281: 9-19.
6. Jorge M, Ricardo DS, Jacques R, Vernonique C, Anni C, Michel M. 1991. Procyanidin dimers and trimers from grape seeds. *Phytochem* 30: 1259-1264.
7. Shin DH. 1997. The study course and movement of natural antioxidants. *Kor Food Sci Tech* 30: 14-18.
8. Kitahara K, Matsumoto Y, Ueda H, Ueoka R. 1992. A remarkable antioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of irradiated methyl linolate. *Chem Pharm Bull* 40: 2208-2209.
9. Nam HY, Cho JS. 2006. Quality characteristics of white pan bread with ingredients of Sagoonja-Tang. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 458-467.
10. Kim KS. 2007. Functional ingredient compositions of soybean curds (Tufu) made with black soybeans (Huktae) and white soybeans (Baktae). *Korean J Food and Nutr* 20: 158-163.
11. Chang KM. 2007. A study cookery utilization of *Pimpinella brachycarpa* N. for developing as functional food. *Korean J Food Cul* 22: 274-282.
12. Kata T, Morita K, Inoue T. 1978. Antimutagenic actin of vegetable factor on the mutagenic principle of tryptophane pyrolysate. *Mutat Res* 53: 351-353.
13. Han KS, Ham SS, Jeong EH, Lee HK. 1992. Antimutagenic effects of the edible mountain herb juices against Trp-P-I and 2AF. *J Fd Hug Saf* 7: 161-168.
14. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
15. Lee TB. 1993. *Illustrated flora of Korea*. 5th ed. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p 750.
16. 國家中医藥管理局編委會. 1999. 中華本草. 上海科學技術出版社. 上海, 中國. Vol 7, p 982-983.
17. 안덕균. 1999. 원색한국본초도감. 교학사, 서울, 한국. p 347.
18. Kim YD, Yang WM. 1986. Studies on the components of wild vegetables in Korea. *Korean J Food Nutr* 15: 10-16.
19. Kwon CS, Kwon YS, Kim YS, Kwon GS, Jin UG, Ryu GC, Sohn HY. 2004. Inhibitory activities of edible and medicinal herbs against human thrombin. *J Life Sci* 14: 509-513.
20. Lee SO, Lee HJ, Hee MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
21. Nieva Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
22. AOAC. 2005. *Official Method of Analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Vol 45, p 21-22.
23. Stirpe F, Corte ED. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3861.
24. Yagi A, Kanbara T, Morinobu N. 1987. Inhibition of mushroom-tyrosinase by aloe extract. *Planta Med* 53: 517-519.
25. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
26. Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
27. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
28. Choi BD, Park CS, Joo EY. 2008. Physiological activities of Korean and Chinese *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1101-1108.
29. Kang YH, Cha HS, Kim HM, Park YK. 1997. The nitrite scavenging and electron donating ability of pumpkin extracts. *Korean J Food Nutr* 10: 31-36.
30. Hyun SH, Lee JS, Lee KB, Lee JS. 2007. Antioxidative activity of *Gynostemma pentaphyllum* Makino extracts. *Korean J Food Sci Technol* 39: 447-451.
31. Miliauskas G, Venskutonis PR, Been TAV. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem* 85: 231-237.
32. Kim MH, Kang WW, Lee NH, Kwoen DJ, Choi UK. 2007. Antioxidant activities of extract with water and ethanol of *Perilla frutescens* var. *acuta* Kuda leaf. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 327-333.
33. Moon SH, Lee MK. 1998. Inhibitory effects of xanthine oxidase by boiled water extract and tannin from persimmon

leaves. *Korean J Food Nutr* 11: 354-357.
34. Choi BW, Kee BH, Kang JH. 1998. Screening of the tyrosinase inhibitors from marine algae and medicinal plants. *Kor J Pharmacogn* 29: 237-242.
35. Kim SJ, Heo MY, Kang SS, Kim HP. 2003. Tyrosinase inhibitory activity of plant extracts (Ⅲ): Fifty Korean indigenous plants. *J Appl Pharmacol* 11: 245-248.
36. Takashi Y, Yamamoto M, Tamura A. 1978. Studies on the formation of nitrosamines; The effects of some polyphenols on nitrosation of diethylamine. *J Food Hyg Soc* 19: 224-229.
37. Cooney RW, Ross PD. 1987. N-nitrosation and N-nitration of morphpline by nitrogen dioxide in aqueous solution: effect of vanillin and related phenols. *J Agric Food Chem* 35: 789-793.
38. Moon JS, Kim SJ, Park YM. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Preserv* 11: 201-206.
39. Lim JD, Yu CY, Kim MJ, Yun SJ, Lee SJ, Kim NY, Chung IM. 2004. Comparison of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medicinal plants. *Korean J Med Crop Sci* 12: 191-202.
40. Nam SH, Kang MY. 2000. Screening of antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 141-147.

(2009년 8월 14일 접수; 2009년 9월 1일 채택)