

Antioxidant Activity of Methanol Extracts from *Lactuca indica*

Ju-Nam Kim¹, Ja-Min Kim² and Kyung-Soo Lee¹

¹Div. of Food, Beverage & Culinary Arts, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-703, Korea

²Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan, 712-749, Korea

왕고들빼기 메탄올 추출물의 항산화성

김주남^{1*} · 김자민² · 이경수¹

¹영남이공대학 식음료조리계열, ²영남대학교 식품영양학과

Abstract

The anti-oxidant properties of *Lactuca indica* were determined using in-vitro assay systems. The vitamin C contents of the leaf and root extracts were 24.14 and 0.38 mg/100 g, respectively. The total polyphenol contents of the leaf and root extracts were 42.8 and 7.66 mg/g, and their flavonoid contents were 23.09 and 0.77 mg/g. The leaf extract showed higher DPPH and ABTS radical scavenging ability than the root extract at all the extract concentrations. Especially, the ABTS radical scavenging ability of the leaf extract was 92.3% at a concentration of 5 mg/mL. The reducing power was increased with the increase in the concentration of extracts, and the leaf extract had a higher reducing power than the root. The Fe²⁺-chelating ability of the leaf and root were 97.2% and 34.3% at 14 mg/mL, respectively. The IC₅₀ values of the leaf for DPPH, its ABTS radical scavenging ability, and its Fe²⁺-chelating ability were 0.19, 2.7, and 6.27 mg/mL, respectively, and the leaf extract showed lower IC₅₀ values than root extract. These results show that the *L. indica* leaf extract contained high amounts of anti-oxidative compounds and had higher anti-oxidant activity levels than the root extract. It is suggested that *Lactuca indica* is very high in availability as a functional food and in its materials.

Key words : *Lactuca indica*, antioxidant activity, radical scavenging activity, vitamin C, polyphenol

서 론

사회구조의 변화와 함께 경제 성장, 의학의 발달, 생활수준의 향상으로 건강한 삶, 행복한 삶에 대한 현대인의 욕구는 식생활에도 많은 변화를 가져왔다. 질병의 예방 및 노화 억제 등 건강을 유지하고자 기능성 식품의 섭취가 증가하였으며, 육류보다는 과일이나 채소 등과 같은 비타민 및 무기질이 풍부한 식물성 식품의 수요가 증가하고 있는 추세이다. 식물성 식품은 항산화 기능을 갖고 있는 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물 등이 함유되어 있으며(1), 이런 성분들은 섭취 시 생체 내에서 항산화제로 작용하여 세포의 free radical을 소거하여 산화 및 노화를 막고 혈중 콜레스테롤의 수치를 낮게 해주는 작용을 하며, 만성퇴행성 질환의 발생률을 낮춘다고 알려져 있다(2).

인체는 생명을 유지하기 위해 호흡을 필요로 하나 호흡 과정에서 체내로 들어간 산소는 산화과정에 이용되면서 여러 대사과정에서 생체조직을 공격하고 세포를 손상시키는 활성산소를 생성하게 된다(3). 체내 활성산소 생성이 증가하게 되면 산화적 스트레스가 증가하고 reactive oxygen species (ROS)에 의한 free radical 생성이 촉진되어 생체막 지질을 파괴하게 된다(4). 또한 이들 활성산소는 생체막의 손상, 지질산화, 세포구성성분들인 지질, 단백질, 당, DNA 등에 대하여 비선택적, 비가역적으로 손상시켜 암을 유발할 뿐만 아니라 세포노화, 세포막분해, 지방산화 등 심각한 생리적인 장애를 일으킨다(5). 이러한 활성산소나 라디칼을 제거함으로써 노화를 억제하고 만성 질환 등 다양한 질병을 예방하고자 식물성 식품에 존재하는 폴리페놀과 플라보노이드 등과 같은 항산화 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

왕고들빼기(*Lactuca indica*)는 이러한 식물성 식품 중의

*Corresponding author. E-mail : jnkim@ync.ac.kr
Phone : 82-53-625-9344, Fax : 82-53-625-6247

하나로 국화과에 속하는 고들빼기의 한 종류이다. 1-2년 초로 높이가 약 1-2 m에 달하며, 절단하면 백색의 유액이 나오는데 쓴맛이 강하다(6). 왕고들빼기는 독특한 맛과 향취를 지니며 예로부터 잎과 뿌리 모두 봄철에는 나물로 먹고 가을철에는 김치로 담궈 먹었다. 또한 한방에서는 건위소화, 설사, 진통, 해열 등의 작용이 있어 약용으로 이용되며 즙을 내어 부스럼에 바르면 진정 및 마취 효과도 있는 것으로 알려져 있다. 왕고들빼기에 대한 연구로는 콜레스테롤 강하효과 실험 결과, total cholesterol 및 LDL-cholesterol의 농도강하에 상당한 효과가 있음이 확인되었고(6), 혈청 콜레스테롤 저하는 triterpene acetate에 의한 것으로 과잉의 콜레스테롤을 장기적으로 투여하더라도 동맥경화 예방에 상당히 효과적이라고 보고되었다(7). 이처럼 왕고들빼기는 다양한 개발 가능성을 지닌 유용식물자원이나 그에 대한 일반 이화학적 분석 결과와 항산화 작용에 관한 연구는 전혀 진행되어 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 왕고들빼기의 잎과 뿌리를 메탄올로 추출한 후 항산화성을 분석함으로써 왕고들빼기의 식품학적 기능을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 왕고들빼기(*Lactuca indica*)는 2010년 10월 대구 칠성시장에서 구입하여 세척한 후 잎과 뿌리 부분으로 나누어 시료로 사용하였으며, 항산화성 측정은 동결 건조 후 분쇄한 시료를 사용하였다.

메탄올 추출물의 제조

동결건조된 시료 20 g에 80% methanol 400 mL를 넣어 잘 섞은 다음 60°C, 90 rpm shaking water bath에서 5시간 동안 추출하고 이를 4°C, 8,000 rpm에서 20분간 원심분리(Supra-21K, Hanil, Incheon, Korea) 한 다음 filter paper(Whatman No. 1, Maidstone, England)로 여과하였다. 이 과정을 2회 반복하여 얻어진 추출액을 감압농축(R-124, Buchi, Flawil, Switzerland)하고, 각각의 농축된 추출물은 동결 건조(FD-1, EYELA, Tokyo, Japan)하였으며, 일정농도로 제조하여 실험에 사용하였다.

비타민 C 함량 측정

비타민 C 함량은 시료 5 g을 10배(v/w)의 5% metaphosphoric acid와 함께 마쇄한 후 4°C, 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리(Supra-21K, Hanil, Incheon, Korea)하여 상등액을 50 mL로 정용하였다. 일정량을 0.45 µm membrane filter (Milipore, Massachusetts, USA)로 여과하여 비타민 C 측정시료로 사용하였으며 HPLC (Water 600, Waters, USA)로 분석하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(8)으로 측정하였다. 즉, 추출물을 10 mg/mL 농도로 증류수에 녹인 다음 0.2 mL를 시험관에 취하고 여기에 0.2 mL Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 10% Na₂CO₃ 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수 4 mL를 첨가하여 실온에서 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 일정 농도의 gallic acid (Sigma, Missouri, USA)를 이용하여 위와 같은 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Moreno 등(9)의 방법에 준하여 측정하였다. 각 농도별 추출액 0.5 mL에 10% aluminum nitrate와 1 M potassium acetate 각각 0.1 mL, 80% ethanol 4.3 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 40분 정치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 플라보노이드 함량은 quercetin (Sigma, USA)을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하여 구하였다.

DPPH radical 소거능 측정

왕고들빼기의 DPPH radical 소거능은 Blois (10)의 방법에 준하여 안정한 free radical인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Sigma, USA)에 대한 시료 용액과의 전자공여 효과로써 이 반응에 의해 DPPH radical이 감소하는 정도를 spectrophotometer로 측정하였다. 각 추출물을 농도별로 제조한 시료 2 mL에서 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하고, 10초간 vortex mixing 후 37°C에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH radical 소거능은 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

ABTS radical 소거능 측정

ABTS [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 소거활성은 Re 등(11)의 방법을 변형하여 실험하였다. ABTS 7 mM과 potassium persulfate 2.45 mM을 증류수에 용해하여 12~16시간 동안 암소에 방치하여 ABTS cation radical (ABTS^{•+})을 형성시킨 후, 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.700±0.002가 되도록 80% ethanol로 희석하였다. 희석된 ABTS^{•+} 용액 3 mL에 농도별 추출물 50 µL를 가하여 6분 동안 734 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였으며, ABTS radical 소거능은 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

환원력 측정

왕고들빼기의 환원력은 Mau 등(12)의 방법에 의해 측정하였다. 농도별 추출물 250 µL에 0.2 M sodium phosphate

buffer (pH 6.6) 250 μ L, 1% potassium ferricyanide ($K_3Fe(CN)_6$) 250 μ L를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid (CCl_3COOH , w/v) 250 μ L를 가하였다. 위 반응액을 1,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액 500 μ L에 증류수 500 μ L를 혼합하고, 0.1% ferric chloride ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) 100 μ L를 가하여 반응액의 흡광도를 700 nm (Biochrom Asys UVM 340, microplate reader, Cambridge, England)에서 측정하였다.

Fe²⁺-chelating 효과 측정

왕고들빼기 추출물 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ (iron(II)chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 0.2 mL, 5 mM ferrozine 3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 0.1 mL를 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다

결과 및 고찰

비타민 C 함량

왕고들빼기의 비타민 C 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같았으며, 잎과 뿌리의 비타민 C 함량은 각각 24.14 mg/100 g, 0.38 mg/100 g으로 잎이 뿌리에 비해 매우 높은 함량을 보였다. 비타민 C는 대표적인 수용성 비타민으로 강력한 항산화제로 식물의 잎이나 뿌리, 열매 등에 함유되어 있으며, 줄기나 뿌리는 잎이나 열매에 비해 낮은 비타민 C 함량을 가진다(13). 왕고들빼기 잎은 Sin 등(14)이 보고한 취나물류의 비타민 C 함량인 0.6 mg%~2.1 mg% 보다 매우 높은 함량을 나타내었으며, Kim 등(15)이 보고한 국화과에 속하는 수리취 잎의 비타민 C 함량(4.227 mg%)보다도 높은 함량을 나타내었다. Lee 등(16)은 연잎의 경우 비타민 C 함량을 측정된 결과 전혀 함유되지 않았다고 보고하여 왕고들빼기 잎이 우수한 비타민 C 급원임을 알 수 있었다.

Table 1. Vitamin C content of *Lactuca indica*

	Leaf	Root
Vitamin C (mg/100 g fresh weight)	24.14±3.06	0.38±0.10

Mean±SD (n=3)

추출수율, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량

왕고들빼기의 추출수율, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 왕고들빼기의 잎과 뿌리의 추출 수율은 각각 26.6%, 55.35%로 뿌리가 잎보다 추출 수율이 높았다. 이는 Heo 등(2)이 보고한 가지 오가피 잎(9.91%)과 뿌리(3.73%)의 메탄올 추출 수율보다

다소 높게 나타났다. 식물체에 널리 분포하는 페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량을 가진 2차 대사산물로 생체 내에서 항산화 활성과 항암, 항균 작용 등을 가진다(17,18). 또한 수용성 또는 지용성으로 구분되고, 추출되는 용매에 따라 추출 성분이 달라지기 때문에 추출수율에 있어서도 많은 차이를 나타낸다(19).

왕고들빼기 잎의 총 폴리페놀 함량은 42.08 mg/g, 뿌리의 총 폴리페놀 함량은 7.66 mg/g 으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 잎과 뿌리 각각 23.09 mg/g, 0.77 mg/g 으로 나타났다. 잎의 경우 Kim 등(20)이 보고한 고들빼기 잎의 총 폴리페놀 함량(39.22 mg/g)과 총 플라보노이드 함량(19.03 mg/g)보다 높은 함량을 나타내었으며, 뿌리의 경우 Kim 등(20)이 보고한 고들빼기 뿌리의 총 폴리페놀 함량(18.98 mg/g)과 총 플라보노이드 함량(3.60 mg/g) 보다 다소 낮은 함량을 나타내었다. 식물체에 널리 분포하는 폴리페놀 화합물은 그 함량이 많을수록 항산화 활성이 높은 것으로 알려져 있어(21), 왕고들빼기의 섭취 시 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 높은 함량으로 천연 항산화제의 역할을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Yield of methanol extract, total polyphenol contents and total flavonoid contents of *Lactuca indica*

	Leaf	Root
Extraction yield (%)	26.6	55.35
Total polyphenol (mg/g powder)	42.08±0.48	7.66±0.27
Total flavonoid (mg/g powder)	23.09±0.01	0.77±0.00

Mean±SD (n=3)

DPPH radical 소거능

DPPH radical은 비교적 안정한 free radical로 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화능을 측정할 때 많이 이용되며, 비교적 빠르고 간단하여 널리 사용되고 있는 방법이다(22). 왕고들빼기 잎과 뿌리의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 왕고들빼기 추출물에 대한 DPPH radical 소거능은 추출물 농도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였고, 잎의 경우 추출물 농도가 300 μ g/mL 일 경우 DPPH radical 소거능이 약 78%로 나타났으며, 이는 측백나무 잎의 DPPH radical 소거능 보다 높은 활성이었다(23). 왕고들빼기 뿌리의 추출물 농도가 400 μ g/mL 일 경우 DPPH radical 소거능이 약 21%로 나타나 잎보다 낮은 소거능을 보였다. 이와 같이 왕고들빼기 잎의 높은 DPPH radical 소거능은 왕고들빼기의 잎의 높은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량에 기인한 것으로 판단된다. 또한 Park 등(24)은 블랙 라스베리의 항산화능과 비타민 C 함량이 상관관계가 있다고 보고하여, 왕고들빼기 잎의 비타민 C가 자유

라디칼에 수소원자를 공급함으로써 DPPH radical 소거능에 기여한 것으로 판단된다.

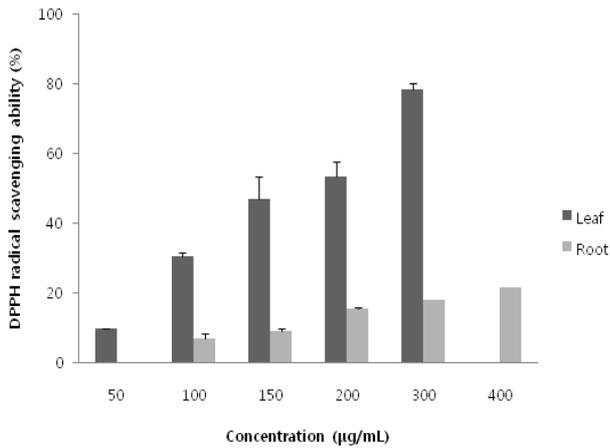


Fig. 1. DPPH radical scavenging ability of methanol extract from *Lactuca indica*.

ABTS radical 소거능

ABTS radical 소거능은 2,2-Azino-bis (3-ethylbenzothiazilin-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS)와 potassium persulfate의 반응에 의해 생성된 ABTS free radical이 추출물 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 청록색이 연한녹색으로 탈색되는 것을 이용하여 항산화력을 측정하는 방법이다(25). 왕고들빼기의 ABTS radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 왕고들빼기 추출물 농도를 1 mg/mL으로 처리했을 경우 잎과 뿌리의 ABTS radical 소거능은 각각 92.3%, 10.21%로 나타나 잎이 뿌리에 비해 높은 소거능을 나타내었다. 왕고들빼기 잎 또는 뿌리의 총 폴리페놀 함량은 Kang 등(26)이 보고한 땅콩나물 잎과 뿌리

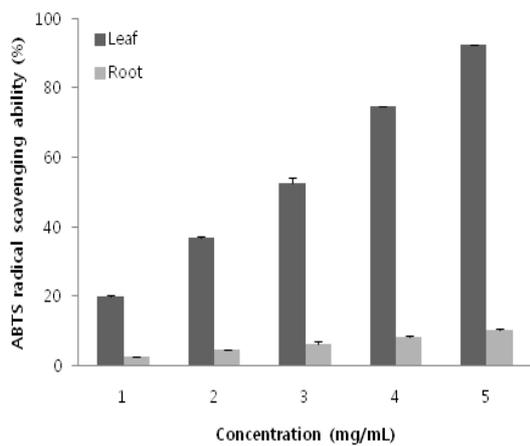


Fig. 2. ABTS radical scavenging ability of methanol extract from *Lactuca indica*.

추출물의 총 폴리페놀 화합물보다 더 많은 함량을 보였으나, ABTS radical 소거능은 낮은 경향을 나타내었다. 이는 ABTS radical 소거능에 총 폴리페놀 화합물 이외에 다른 극성 및 비극성 시료의 항산화물질들이 관여하기 때문인 것으로 판단된다.

Reducing power

항산화 작용의 여러 가지 기작 중 활성산소 및 유리기에 전자를 공여하는 능력인 환원력을 측정할 결과는 Fig. 3과 같다. 왕고들빼기 추출물의 농도가 증가할수록 환원력이 증가하는 경향을 나타내었고, 추출물 농도가 1.6 mg/mL 일 때 잎의 경우 1에 가까운 흡광도 값을 나타내었다. 반면 뿌리의 경우 농도에 관계없이 매우 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 Lee 등(27)이 보고한 외송(*Orostachys japonicus*)의 잎과 뿌리 추출물의 환원력보다 높은 경향이 있었다. Lee 등(28)은 포도 주스의 페놀함량과 항산화활성 측정결과 환원력과 페놀함량 간에 상관관계가 높다고 보고 하였으며, 이는 본 실험 결과와도 유사하였다. 따라서 왕고들빼기에 함유되어 있는 페놀 성분이 활성산소에 수소 및 전자를 공여함으로써 활성산소 사슬을 파괴하여 높은 환원력을 나타내는 것으로 판단된다.

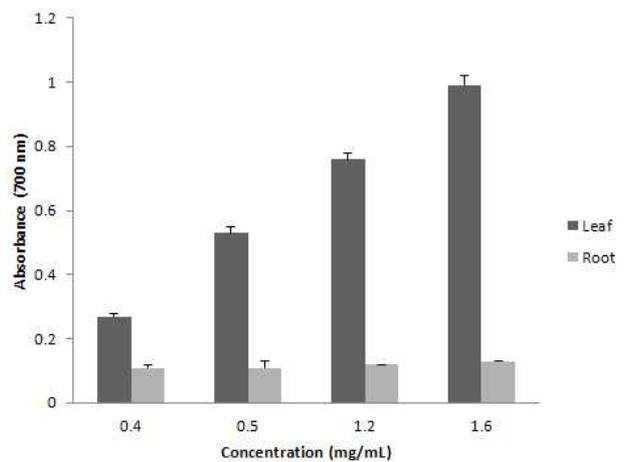


Fig. 3. Reducing power of methanol extract from *Lactuca indica*.

Fe²⁺-chelating 효과

왕고들빼기 메탄올 추출물의 Fe²⁺-chelating 효과를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 왕고들빼기 추출물 농도가 14 mg/mL 일 때 Fe²⁺-chelating 효과는 잎의 경우 97.17%, 뿌리의 경우 34.26%로 나타났다. 왕고들빼기 잎의 경우 미나리에탄올 추출물의 Fe²⁺-chelating 효과보다 약간 낮은 경향을 나타내었으며(29), 왕고들빼기 잎과 뿌리는 외송의 Fe²⁺-chelating 효과보다 낮았다(27). 왕고들빼기의 Fe²⁺-chelating 효과는 다른 항산화 활성 실험보다 다소 낮은 활성을 나타내었다. 이는 Fe²⁺-chelating 효과는 금속을 제거

하는 실험이고, 다른 항산화 능력 실험은 유리라디칼을 제거하는 실험으로 작용기작이 다르기 때문으로 판단되며 (30), 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 등의 항산화물질과는 상관성이 다소 낮은 것으로 판단된다.

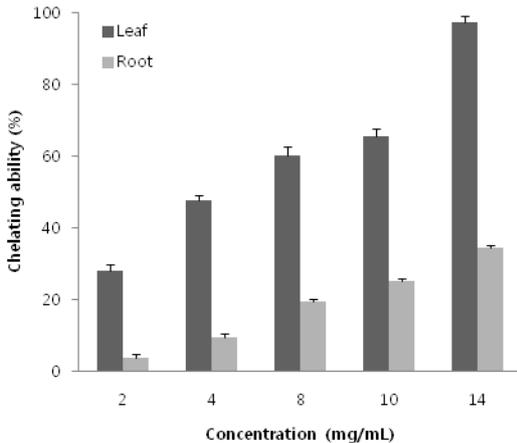


Fig. 4. Fe²⁺-chelating ability of methanol extract from *Lactuca indica*.

IC₅₀

시료 농도에 따른 항산화 능력의 변화 곡선으로부터 산화를 50% 억제하는 농도를 IC₅₀ (half maximal inhibitory concentration ; mg/mL)으로 규정하여 나타낼 수 있으며, DPPH radical과 ABTS radical 소거능, Fe²⁺-chelating 효과에 대한 왕고들빼기의 IC₅₀을 측정된 결과는 Table 3과 같다. DPPH radical 소거능에 대한 왕고들빼기 잎과 뿌리의 IC₅₀은 각각 0.19 mg/mL, 0.96 mg/mL이었으며, ABTS radical 소거능에 대한 왕고들빼기 잎과 뿌리의 IC₅₀은 각각 2.7 mg/mL, 24.9 mg/mL로 나타났다. 왕고들빼기의 Fe²⁺-chelating 효과에 대한 IC₅₀의 경우, 잎과 뿌리 각각 6.27 mg/mL, 20.30 mg/mL로 나타났다. 산죽잎 추출물의 DPPH radical 소거능의 IC₅₀을 측정된 결과 583 µg/mL의 값을 나타내었다는 연구(31)와 미나리 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능의 IC₅₀을 측정된 결과 1.07 mg/mL의 값을 나타내었다는 연구(29)와 비교하면 왕고들빼기 잎의 DPPH radical 소거능이 매우 높음을 알 수 있었다. 또한 민들레 잎의 열수

Table 3. The IC₅₀ values of DPPH radical scavenging ability, ABTS radical scavenging ability and Fe²⁺-chelating ability

	IC ₅₀ (mg/mL)	
	Leaf	Root
DPPH radical scavenging ability	0.19±0.003	0.96±0.00
ABTS radical scavenging ability	2.7±0.00	24.90±0.00
Fe ²⁺ -chelating ability	6.27±0.00	20.30±0.003

Mean±SD (n=3)

추출물의 ABTS radical 소거능의 IC₅₀은 왕고들빼기 잎 보다 더 높은 값을 나타내어(32), 왕고들빼기 잎의 ABTS radical 소거능이 매우 우수함을 알 수 있었다.

요 약

본 연구에서는 왕고들빼기의 비타민 C, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량과 메탄올 추출물의 항산화력을 측정하였다. 왕고들빼기 잎과 뿌리의 비타민 C 함량은 각각 24.14 mg/100 g, 0.38 mg/100 g으로 나타났다. 왕고들빼기 잎의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 각각 42.08 mg/g, 23.09 mg/g로 나타났으며, 왕고들빼기 뿌리의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 각각 7.66 mg/g, 0.77 mg/g로 나타났다. DPPH radical 소거능은 왕고들빼기 잎의 경우 추출물 농도가 300 µg/mL 일 때 약 78%로 높은 항산화 능력을 보였으며, 뿌리에 비해 높은 활성을 나타냈다. ABTS radical 소거능은 추출물 농도가 5 mg/mL 일 경우 잎과 뿌리 각각 92.3%, 10.21%로 나타났다. Reducing power(환원력)를 측정된 결과 잎 추출물 농도가 1.6 mg/mL 일 때 1에 가까운 흡광도 값을 보였고, Fe²⁺-chelating 효과는 추출물 농도가 14 mg/mL 일 때 잎과 뿌리 각각 97.17%, 34.26%의 활성을 나타냈다. 왕고들빼기의 항산화 활성의 IC₅₀을 측정된 결과 잎의 경우 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, Fe²⁺-chelating 효과의 IC₅₀은 각각 0.19 mg/mL, 2.7 mg/mL, 6.27 mg/mL로 나타났다. 왕고들빼기 뿌리의 경우 잎에 비해 그 값이 높게 나타났다. 이상의 결과에서 왕고들빼기 잎은 뿌리에 비해 비타민 C, 폴리페놀, 플라보노이드 함량이 높고 우수한 항산화 활성을 보여 기능성 식품 및 기능성 식품재료로서의 이용가능성이 매우 높은 것으로 확인되었다.

감사의 글

이 연구는 2010학년도 영남이공대학 연구조성비 지원에 의한 것임

참고문헌

- Ames BN, Gold LS, Willet WC (1995) The causes and prevention of cancer. Proc Natl Acad Sci, 92, 5258-5265
- Heo SJ, Ahn HY, Kang MJ, Lee JH, Cha JY, Cho YS (2011) Antioxidative activity and chemical characteristics of leaves, root, stems and fruits extracts from *Acanthopanax esnticosus*. J Life Sci, 21, 1052-1059

3. Kim NY, Chae HS, Lee IS, Kim DS, Seo KT, Park SJ (2010) Analysis of chemical composition and antioxidant activity of *Codonopsis lanceolata* skin. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1627-1633
4. Plaa GL, Witschi H (1976) Chemicals, drugs and lipid peroxidation. Ann Rev Pharmacol Toxicol, 16, 125-131
5. Aruoma OI, Kaur H, Halliwell B (1991) Oxygen free radicals and human disease. J R Soc Health, 111, 172-177
6. Park HJ, Lee MS, Lee E, Choi MY, Cha BC, Jung WT, Young HS (1995) Serum cholesterol lowering effects and triterpenoids of the herbs of *Lactuca indica*. Kor J Pharmacogn, 26, 40-46
7. Kim MJ, Lee E, Cha BC, Choi MY, Rhim TJ, Park HJ (1997) Serum cholesterol lowering effect of triterpene acetate obtained from *Lactuca indica*. Korean J Pharmacogn, 26, 40-46
8. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagent. J Biol Chem, 12, 239-243
9. Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. J Ethnopharmacol, 71, 109-114
10. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1198-2000
11. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Catherine RE (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol Med, 26, 1231-1237
12. Mau JL, Lin HC, Song SF (2002) Antioxidant properties of several specialty mushrooms. Food Res Int, 35, 519-526
13. Sood SP, Sartori LE, Wittmer DP, Haney WG (1976) High pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin products. Anal Chem, 48, 796-798
14. Shin KH, Lee SH, Cho DH, Park CH (1998) Analysis of vitamins and general components in the leaves of Chwinamul. Korean J Plant Res, 11, 163-167
15. Kim MH, Park YK, Jang MS (1992) Effect of boiling methods on the physicochemical properties of Su Ri Chwi(*Synurus palmartopinnatifidus* var. *indivisus* KITAM.) J Korean Soc Food Sci Nutr, 21, 701-705
16. Lee KS, Kwon YJ, Lee KY (2008) Analysis of chemical composition, vitamin, mineral and antioxidative effect of the Lotus leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1622-1626
17. Park SM, Choi YM, Kim YH, Ham HM, Jeong HS, Lee JS (2011) Antioxidant content and activity in methanolic extracts from colored barley. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 1043-1047
18. Han EK, Jung EJ, Lee JY, Jin YX, Chung CK (2011) Antioxidative activity of ethanol extracts from different parts of *Taraxacum officinale*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 56-62
19. Cha JY, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Cho YS (2009) Antioxidative activity of *Aralia elata* shoot and leaf extracts. J Life Sci, 19, 652-658
20. Kim MJ, Park HS, Lee CI, Kim SH, Kim PN (2010) Component analysis and antioxidant effects of *Youngia sonchifolia* Max. J Fd Hyg Safety, 25, 354-359
21. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR (2004) Screening antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J Food Sci Technol, 36, 333-338
22. Kim MJ, Park EJ (2011) Feature analysis of different in vitro antioxidant capacity assays and their application to fruit and vegetable samples. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 1053-1062
23. Ahn HY, Heo SJ, Kang MJ, Lee JH, Cha JY, Cho YS (2011) Antioxidative activity and chemical characteristics of leaf and fruit extracts from *Thuja orientalis*. J Life Sci, 21, 746-752
24. Park YG, Choi SH, Kim SH, Han JG, Chung HG (2007) Changes in antioxidant activity, total phenolics and vitamin C content during fruit ripening in *Rubus occidentalis*. Korean J Plant Res, 20, 461-465
25. Kim YE, Yang JW, Lee CH, Kwon EK (2009) ABTS radical scavenging and anti-tumor effects of *Tricholoma matsutake* Sing(Pinemushroom). J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 555-560
26. Kang HI, Kim JY, Kwon SJ, Park KW, Kang JS, Seo KI (2010) Antioxidative effects of peanut sprout extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 941-946
27. Lee SJ, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee CJ, Ahn DH (2009) Antioxidant activity of leaf, stem and root extracts from *Orostachys japonicus* and their heat and pH stabilities. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1571-1579
28. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK (2008) Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. Korean J Food Preserv, 15, 445-449
29. Hwang CR, Hwang IG, Kim HY, Kang TS, Kim YB, Joo SS, Lee JS, Jeong SJ (2011) Antioxidant component and activity of Dropwort(*Oenanthe havanica*) ethanol

- extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 316-320
30. Graf E, Eaton JW (1990) Antioxidant functions of phytic acid. Free Radical Biol Med, 8, 61-69
31. Yoo MY, Park SH, Kang YM, Yang JY (2005) Characterization antioxidants extractes from leaves of Sanjook(*Sasa boreails var. chiisanensis*). J Life Sci, 15, 796-801
32. Koh YJ, Cha HD, Park YK, Choi IW (2008) Hot water extraction optimization of dandelion leaves to increase antioxidant activity. Korean J Food Sci Technol, 40, 283-289

(접수 2012년 2월 20일 수정 2012년 3월 5일 채택 2012년 3월 30일)