J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 4, pp. 354~359 (2010)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

고들빼기의 성분분석과 항산화효과

김미정 · 박희숙 · 이창일 · 김성환 · 김필년 · 허완 · 이도영 · 손진창*
경상북도 보건환경연구원

Component Analysis and Antioxidant Effects of *Youngia sonchifolia* Max.

Mee-Jeong Kim, Hee-Suk Park, Chang-Il Lee, Sung-Hwan Kim, Pil-Nyeon Kim, Wan Huh, Do-Yeong Lee, and Jin-Chang Son*
Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment, Gyeongbuk 770-805, Korea
(Received June 10, 2010/Revised August 20, 2010/Accepted November 3, 2010)

ABSTRACT - In the present study, we investigated the chemical composition, antioxidant activities and nitrite scavenging ability in leaf and root of *Youngia sonchifolia* Max. The leaf powder contained 4.3% of water, 53.9% of crude carbohydrate, 21.6% of crude protein, 3.5% of crude fat and 16.7% of crude ash. The root powder contained 4.8% of water, 65.9% of crude carbohydrate, 17.4% of crude protein, 3.2% of crude fat and 8.7% of crude ash. The major mineral elements both in leaf and root powder were potassium, calcium, and magnesium. Contents of unsaturated fatty acids were higher than those of saturated fatty acids both in leaf and root powder. Total polyphenol and flavonoid contents of methanol extract in leaf were 3,922.4 mg/100 g and 1,903.2 mg/100 g respectively. In comparison, total polyphenol and flavonoid contents of methanol extract in root powder were 1,898.4 mg/100 g and 359.8 mg/100 g. The antioxidative activities of several solvents extract of leaf and root powder were investigated by measuring electron-donating ability using 1,1-diphenyl-2- picrylhydrazyl (DPPH). Of the each extracts, ethyl acetate extract of leaf and root powder showed relatively higher antioxidant activity; 94.3% in the leaf powder and 92.9% in the root powder. Nitrite scavenging ability was also highest in the ethyl acetate extract of leaf (45.4%) and root powder (28.8%). These results suggest that ethyl acetate extract of *Youngia sonchifolia* Max. can be used as a functional materials.

Key words : *Youngia sonchifolia* Max., electron donating ability, nitrite scavenging ability

호흡과정에서 체내로 들어간 산소가 산화과정에 이용되면서 여러 대사과정에서 생성되어 생체조직을 공격하고 세포를 손상시키는 활성산소들이 생성되지만 제거계의 자기방어 기작에 의해 균형을 이루어 정상적인 세포기능을 유지한다. 그러나 과도한 음주, 흡연, 환경오염물질 및 자외선 등으로 인해 산화가 촉진되어 생성된 활성산소가 제거되지 못하면 생체막의 손상, 지질산화, DNA 변형 및 기능상실 등으로 인한 동맥경화증, 고혈압, 암, 노화 등 각종 질환을 유발한다고 알려져 있다[1,2]. 그러므로 인체내 활성산소의 생성을 억제하고 예방하기 위한 항산화제에 대한 관심이 집중되고 있다. 천연 항산화제로는 페놀성 화합물, 플라본 유도체, α-토코페롤, 아미노산 등이 있으며, 식품의 산화를 방지하기 위하여 합성 항산화제로 BHA (butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene) 등을 사용하고 있으나 독성 등 안전성 문제가 대두되어 천연물에 함유된 다양한 항산화 물질에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다[3].

고들빼기는 국화과의 1~2년생 초본으로 산과 들이나 밭 근처에서 잘 자라며, 농가에서 재배하기도 한다. 학명이 *Youngia sonchifolia* Max. 또는 *Ixeris sonchifolia* Hance로 높이는 80 cm 정도 자라며, 절단하면 백색의 유액이 나오는데 쓴맛이 강하여 일명 쓴나물이라고도 한다[4,5]. 우리나라에서는 예로부터 봄철에는 나물로 먹고 가을철에는 김치로 담아 먹고 있으며, 한방에서는 건위, 진통, 해열 등의 작용이 있어 약용으로 이용되어왔다.

고들빼기에 관한 연구로는 배 등[6]은 고들빼기 식이가 간독성을 유발한 흰쥐의 효소 활성에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과 고들빼기잎 추출물이 사염화탄소로 유도된 흰쥐의 급성 간 손상을 경감시켰으며, 간 독성 유발 쥐의 간조직에서는 염증 및 괴사가 감소한 경향을 볼 수 있었다고 보고하였으며, 양 등[7]은 고들빼기의 플라보노이드 중에서 cynaroside가 총 콜레스테롤 농도 감소 효과를 나타냈다고

*Correspondence to: Son Jin Chang, Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment, Gyeongbuk 770-805, Korea
Tel: 82-54-339-8140, 82-10-9779-1227
E-mail : sjc0512@korea.kr

보고하였다. 김 등[8]은 고들빼기가 흰쥐의 성장률, 단백질 및 지질농도에 미치는 영향에 대한 연구하였으며, 이 등[9]은 고들빼기 화학성분에 관한 연구, 그리고 신[10]은 고들빼기 메탄올 추출물을 이용하여 세포독성 및 항종양을 검정하여 생리활성 물질에 대한 연구를 하였다. 그러나 고들빼기의 용매 순차 분획물을 이용한 항산화 및 아질산소거 효과 등 생리활성에 대한 연구는 보고된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 고들빼기에 대하여 기능성 식품으로서 이용 가능성을 검토하기 위하여 일반성분, 무기질 및 지방산 분석을 통하여 영양적 가치를 평가하고, 용매 순차 분획물을 이용하여 항산화 및 아질산염 소거 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용한 고들빼기는 경북 안동의 재래시장에서 2008년 4월 구입하여 물로 세척하고 음지에서 건조하였다. 건조 시료를 잎과 뿌리로 나누어 분쇄한 후 −25°C에 냉동보관하면서 일반성분, 무기질, 지방산 등의 실험에 사용하였다.

Tannic acid, quercetin, DPPH 및 지방산 표준물질들은 Sigma사 (USA), 추출용매로 사용한 메탄올, 에칠아세테이트, 클로로포름 등은 Merck사 (Germany) 및 Junsei사 (Japan)의 제품을 사용하였다.

일반성분 분석

고들빼기 분말의 수분, 조단백질, 조지방 및 회분 함량은 AOAC법[11]에 따라 측정하였다. 즉, 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법을 이용한 단백질자동분석기 (FOSS Kjeltec™, Denmark)로, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접 회화법으로 분석하였으며, 탄수화물 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

무기질 조성 분석

무기질(Ca, Mg, K, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 AOAC법[12]에 따라 측정하였다. 시료를 0.1 mg 단위까지 정확히 칭량하여 회화 도가니에 취하여 탄화시킨 다음, 550°C에서 회화시키고 잔류물을 0.5 N HNO_3으로 정용하여 시험용액으로 하였다. 무기질 함량은 Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 4300DV, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

지방산 조성 분석

지방산 조성은 식품공전[13]의 지방산 제2법을 이용하여 가스크로마토그래피(GC)로 분석하였다. 시료를 soxhlet 추출기로 24시간 추출한 후 BF_3-methanol로 메틸화하여 GC (Agilent 6890N, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Operating conditions of ICP-OES for mineral analysis

Instrument	Perkin Elmer Optima 4300DV	
Power	1300 Watts for aqueous	
Pump flow rate	1.5 mL/min	
Gas flow- Nebulizer	0.8 L/min	
Plasma	15 L/min	
Auxiliary	0.2 L/min	
Wavelength (nm)	Ca	317.933
	Mg	285.213
	K	766.490
	Fe	238.204
	Zn	206.200
	Cu	327.393
	Mn	257.610

Table 2. Operating conditions of GC for fatty acids analysis

Instrument	Agilent 6890N series
Column	Supelco SP-2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm film thickness)
Detector	Flame ionization detector (FID)
Oven temp.	140°C(5 min)-4°C/min-240°C(15 min)
Injector temp.	230°C
Detector temp.	260°C
Column flow rate	1 mL/min
Total flow rate	30 mL/min
Split ratio	2:1
Injection volume	1.0 × μl

조추출물 제조

수분 함량이 5%(W/W) 이하인 분말 고들빼기에 시료 중량의 10배인 메탄올을 첨가하고 80°C에서 8시간 동안 3회 환류 추출하였다. 추출액을 여과지(Advantec No. 5C, Japan)로 불용성 물질을 여과하고 진공농축기(EYELA N-1000, Japan)로 농축하여 −80°C에서 동결건조(IlSIN FD8508S, Korea)하여 실험에 사용하였다.

용매 분획별 추출액의 제조

메탄올 조추출물을 소량의 80% 메탄올에 녹이고 물 400 mL를 가하여 용해시킨 후 동일 부피의 헥산, 클로로포름, 에칠아세테이트 및 부탄올을 이용하여 순차적으로 3회 분획하여 얻은 용매별 분획물을 진공농축한 다음 −80°C에서 동결 건조한 것을 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

조추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis의 방법[14]에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 Folin-Ciocalteu reagent 5 mL를 가하여 3분간 방치 후 10% Na_2CO_3 용액 5 mL를

가하였다. 1시간 반응시킨 후 spectrophotometer (Varian CARY100, USA)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid를 사용하였으며, 표준물질의 검량선과 비교하여 함량을 구하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

조추출물의 총 플라보노이드 함량은 Moreno 방법[15]을 이용하여 측정하였다. 조추출물 0.1 mL에 80% ethyl alcohol 0.9 mL, 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 ethyl alcohol 4.3 mL를 혼합하여 실온에서 40분간 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 사용하였으며, 표준물질의 검량선과 비교하여 함량을 구하였다.

분획별 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability)은 Blois 방법[16]을 일부 변형하여 측정하였다. DPPH 16 mg을 에탄올 100 mL에 용해한 후 증류수 100 mL를 가하고 여과지(Advantec No. 5C, Japan)로 여과하였다. 분획물 1 mL에 DPPH 용액 4 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 10분간 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 각 실험은 5회 반복 실험하였다. 음성 대조로 시료 대신에 에칠알콜을 사용하였으며, 양성 대조물질로는 상용 항산화제인 BHA (butylated hydroxy anisole, 100 μg/mL)를 이용하여 동일한 방법으로 실시하였다. 시료 첨가군과 비첨가군의 흡광도 차이를 백분율로 표시하였다.

$$\text{전자공여능}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 비첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

분획별 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능은 Gray와 Dugan의 방법[17]에 준하여 측정하였다. 1 mM $NaNO_2$용액 1 mL 에 각각의 분획물을 1 mL를 가하고, 0.1 N HCl을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조절하여 반응용액의 최종 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하여, 2% acetic acid 용액 5 mL, Griess 시약(30% 초산으로 각각 조제한 1% sulfanic acid와 1% naphtylamine을 1:1 비율로 혼합하여 사용 직전 제조한 것) 0.4 mL를 가하여 혼합하였다. 이를 실온에서 15분간 방치한 후 spectrophotometer를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 음성대조로 Griess시약 대신에 증류수 0.4 mL를 가하여 동일한 방법으로 실험하였으며, 양성대조 물질로 ascorbic acid (50 μg/mL)를 사용하였다. 소거능은 제거된 아질산염의 백분율을 다음의 식에 의하여 구하였다.

$$\text{아질산염 소거능}(\%) = \left(1 - \frac{A - B}{G}\right) \times 100$$

A : 1 mM $NaNO_2$ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응 후의 흡광도

B : 시료자체의 흡광도

C : 1 mM $NaNO_2$ 용액에 증류수를 첨가하여 1시간 반응 후의 흡광도

통계처리

모든 실험은 3~5회 반복하여 측정하였으며, 얻어진 결과는 SPSS (version 17.0)를 이용하여 분산분석을 하였고, 결과는 평균 ± 표준편차(mean ± SD)로 나타내었다. 평균값의 차이에 대한 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

고들빼기 분말의 일반성분에 대한 분석 결과는 Table 3과 같다. 고들빼기 잎 100 g (dry weight basis) 중에는 수분 4.3%, 탄수화물 53.9%, 조단백질 21.6%, 조지방 3.5% 및 조회분 16.7%였으며, 뿌리 100 g (dry weight basis) 중에는 수분 4.8%, 탄수화물 65.9%, 조단백질 17.4%, 조지방 3.2% 및 조회분 8.7%가 함유된 것으로 나타났다. 따라서 고들빼기 잎 및 뿌리의 주성분은 탄수화물이었으며, 잎의 성분 중에서 조단백질, 조지방 및 조회분 함량이 뿌리보다 높은 것으로 나타났다. 신[18]은 고들빼기의 일반성분을 분석한 결과 조단백질, 지질 및 조회분이 잎에 더 많이 함유된 것으로 나타나 본 결과와 유사한 결과를 얻었다.

무기질 조성

고들빼기 분말에 대한 무기질 함량은 Table 4와 같다. 고들빼기 100 g (dry weight basis) 중 칼륨이 잎에서 4,936.9 mg, 뿌리에서 2,193.8 mg으로 다른 무기질보다 높게 함유되어 있었으며, 전체 무기질 함량 중에서 잎은 74.8%, 뿌리는 72.0%를 차지하였다. 다음으로 칼슘, 마그네슘, 철분 순이었으며, 구리, 망간 및 아연은 상대적으로 적게 함유되었다. 잎에 함유된 무기질 중 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 망간 등 대부분의 무기질 함량이 뿌리보다 높게 나타났다. 식품성분표[19]에 의한 고들빼기의 가식부 100 g 당 무기질 함량은 칼륨

Table 3. Proximate compositions of *Youngia sonchifolia* Max

	Compositions (%, dry weight basis)	
	Leaf	Root
Moisture	4.3 ± 0.14[1)]	4.8 ± 0.07
Carbohydrate	53.9 ± 0.27	65.9 ± 0.24
Crude protein	21.6 ± 0.36	17.4 ± 0.20
Crude fat	3.5 ± 0.08	3.2 ± 0.17
Crude ash	16.7 ± 0.22	8.7 ± 0.10

[1)]Values are the mean ± SD (standard deviation) of triplicates.

Table 4. Mineral contents of *Youngia sonchifolia* Max

Mineral	Contents (mg/100g, dry weight basis)	
	Leaf	Root
Cu	2.0 ± 0.12[1)]	0.9 ± 0.08
Fe	32.7 ± 3.11	38.2 ± 4.09
Mg	405.6 ± 25.95	259.6 ± 9.90
K	4,936.9 ± 93.35	2,193.8 ± 65.93
Ca	1,205.5 ± 42.23	541.0 ± 8.05
Mn	8.7 ± 0.46	5.8 ± 0.58
Zn	8.4 ± 0.31	8.4 ± 0.45

[1)]Values are the mean ± SD of triplicates.

이 250 mg으로 함량이 가장 높았으며, 칼슘 101 mg, 철 6.6 mg 순으로 나타나 비슷한 경향을 나타내었다.

지방산 조성

고들빼기 분말에 함유된 지방산은 Table 5와 같다. 지방산 함량은 총 지방산에 대한 면적비로 나타내었으며, 잎에는 23종, 뿌리에는 20종이 함유되어 있었다. 잎에 함유된 주요 지방산은 불포화지방산인 linolenic acid가 34.5%, linoleic acid 20.9%, 포화지방산인 palmitic acid가 26.0%였으며, 뿌리에 함유된 지방산은 linoleic acid 36.4%, palmitic acid 27.6%, linolenic acid 9.2%순으로 나타났다. 잎에서는 tridecanoic acid, linolelaidic acid, eicosenoic acid가 소량 함유되어 있으나 뿌리에는 검출되지 않았다. 총 포화지방산이 잎에는 41.4%(13종), 뿌리에는 45.8%(12종)였으며, 단일 불포화지방산은 잎 2.7%(5종), 뿌리 7.7%(4종)였으며, 다가 불포화지방산은 잎에서 56.0%(5종), 뿌리에서 46.5%(4종)로 잎에서 함유량이 높은 것으로 나타났다. 신[18)]과 강[20)]은 고들빼기의 지방산 조성이 뿌리에는 linoleic acid가 잎에는 linolenic acid가 가장 많은 것으로 보고하여 본 연구와 함유량 차이는 다소 있었으나 비슷한 경향을 나타내었다. 김[21)]등의 아주까리의 지방산 조성을 측정한 결과 불포화지방산이 97.6%, 포화지방산은 2.4%로 나타나 본 연구와 함유량 차이가 많은 것으로 나타났다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

고들빼기 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 고들빼기 잎과 뿌리에서 총 폴리페놀 함량은 각각 3,922.4 mg/100 g, 1,898.4 mg/100 g이었으며, 총 플라보노이드 함량은 각각 1,903.2 mg/100 g, 359.8 mg/100 g으로 나타났다. 고들빼기 잎의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 뿌리보다 높았다. 강[20)]이 건조한 고들빼기의 화학성분에 관한 연구에서 총 폴리페놀 함량이 잎에서 0.3%, 뿌리에서 0.1%이며, 잎에서 뿌리보다 3배 더 함유하는 것으로 보고하였으며, 정 등[22)]은 무 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 뿌리보다 줄기에서 많이 함유하는 것으로 나타나 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 식물체에 널리 분포하는 폴리페놀 화합물은 그 함량이 많을수록 항산화 활성이 높은 것으로 알려져 있다[23,24)].

Table 5. Fatty acid composition of *Youngia sonchifolia* Max

Fatty acid	Contents (Area %, dry weight basis)	
	Leaf	Root
Capric acid(C10:0)	0.4 ± 0.03[1)]	0.8 ± 0.07
Lauric acid(C12:0)	0.3 ± 0.01	0.1 ± 0.03
Tridecanoic acid(C13:0)	0.1 ± 0.01	0.0
Myristic acid(C14:0)	2.7 ± 0.24	2.1 ± 0.32
Pentadecanoic acid(C15:0)	0.5 ± 0.02	0.9 ± 0.13
Palmitic acid(C16:0)	26.0 ± 1.42	27.6 ± 1.53
Palmitoleic acid(C16:1)	0.2 ± 0.03	0.8 ± 0.25
Heptadecanoic acid(C17:0)	0.7 ± 0.06	0.9 ± 0.13
Stearic acid(C18:0)	2.6 ± 0.19	2.3 ± 0.34
Oleic acid(C18:1)	1.7 ± 0.05	5.5 ± 0.66
Linolelaidic acid(C18:2)	0.4 ± 0.52	0.0
Linoleic acid(C18:2)	20.9 ± 1.69	36.4 ± 1.88
Arachidic acid(C20:0)	3.1 ± 0.22	3.5 ± 0.32
r-Linolenic acid(C18:3)	0.1 ± 0.07	0.6 ± 0.03
Cis-11-Eicosenoic acid(C20:1)	0.1 ± 0.02	0.0
Linolenic acid(C18:3)	34.5 ± 1.42	9.2 ± 0.89
Heneicosanic acid(C21:0)	0.3 ± 0.01	0.4 ± 0.06
Cis-11,14-Eicosadienoic acid(C20:2)	0.1 ± 0.01	0.3 ± 0.01
Behenic acid(C22:0)	1.8 ± 0.13	2.2 ± 0.13
Erucic acid(C22:1)	0.1 ± 0.01	0.3 ± 0.02
Tricosanoic acid(C23:0)	0.6 ± 0.12	0.4 ± 0.25
Lignoceric acid(C24:0)	2.3 ± 0.30	4.7 ± 0.41
Nervonic acid(C24:1)	0.5 ± 0.16	1.2 ± 0.64
SFA[2)]	41.4 ± 0.25	45.8 ± 0.34
MUFA[3)]	2.7 ± 0.05	7.7 ± 0.31
PUFA[4)]	56.0 ± 0.74	46.5 ± 0.56

[1)]Values are the mean ± SD of triplicates. [2)]Saturated fatty acid, [3)]Monounsaturated fatty acid, [4)]Polyunsaturated fatty acid

Table 6. Total polyphenol and flavonoid contents of methanol extract from *Youngia sonchifolia* Max

	Contents (mg/100g, dry weight basis)	
	Leaf	Root
Total polyphenol	3,922.4 ± 2.71[1)]	1,898.4 ± 1.68
Total flavonoid	1,903.2 ± 2.99	359.8 ± 1.29

[1)]Values are the mean ± SD of triplicates.

분획별 전자공여능

고들빼기의 용매 분획물의 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH에 대한 전자공여능을 측정하였고, 그 결과는 Fig. 1과 같다. 용매 분획에 따라 많은 차이를 나타내었는데 전반적으로 뿌리보다는 잎에서 높은 활성을 보였다. 잎 추출물 분획 중 에칠아세테이트 분획이 94.3%로 가장 높은 항

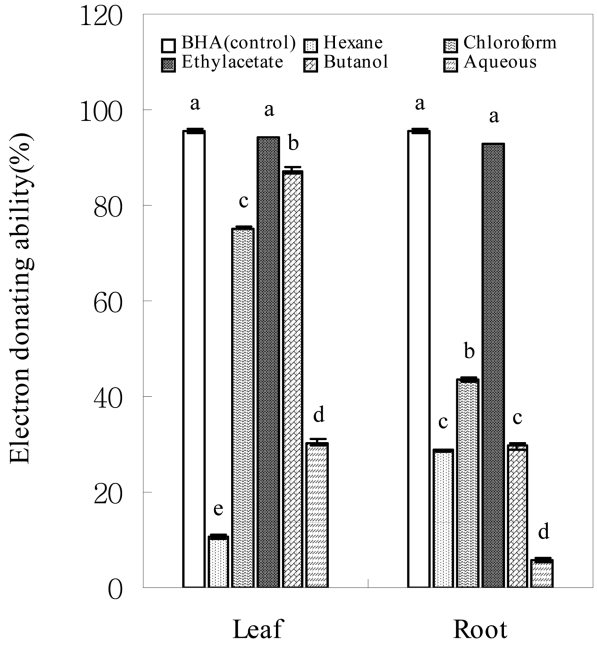

Fig. 1. Electron donating ability of solvent fractions from methanol extracts of *Youngia sonchifolia* Max. Data are mean ± SD (n = 5). [a-e]Values with the same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

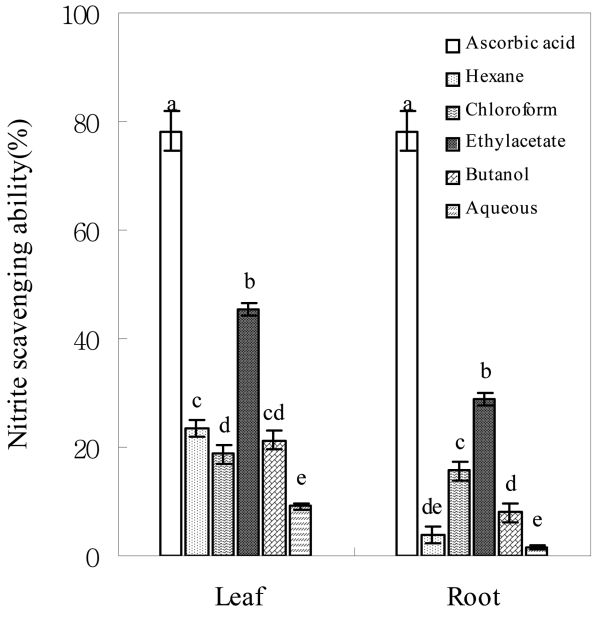

Fig. 2. Nitrite scavenging ability of solvent fractions from methanol extracts of *Youngia sonchifolia* Max. Data are mean ± SD (n=5). [a-e]Values with the same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

산화 활성을 나타내었으며, 다음으로 부탄올 분획 87.3%, 클로로포름 분획 75.3%, 물 분획은 30.4%의 활성을 나타내었다. 헥산 분획은 10.8%로 아주 낮은 활성을 보였다. 뿌리 추출물 분획 중에서 에칠아세테이트 분획이 92.9%로 높은 활성을 보였으며, 클로로포름 분획 43.5%, 그 외 분획은 29.6~5.7%의 낮은 활성을 나타내었다.

이 등[25]의 일문전(*Stephania delavayi* Diels) 분획물의 항산화 효과를 측정한 결과와 정 등[26]이 헛개나무 잎과 과병의 에칠아세테이트 분획물에서 항산화 효과를 측정한 88.3%와 77.6%로 나타난 결과보다 높은 활성을 나타내었으며, 고들빼기 잎과 뿌리의 에칠아세테이트 분획물은 양성 대조군으로 사용한 합성 항산화제인 BHA(95.4%)의 활성과 유의한 차이가 없을 정도(각각 98.8%, 97.4%)의 수준으로 높은 항산화 활성을 나타내어($p < 0.05$), 천연 항산화제로 이용 가능성이 높을 것으로 사료된다.

분획별 아질산염 소거능

고들빼기의 분획별 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 잎 추출물의 에칠아세테이트 분획이 45.4%로 가장 높았고, 헥산 분획 23.5%, 부탄올 분획 21.3%, 클로로포름 분획 18.7%, 물 분획 9.1% 순으로 나타났으며, 뿌리 추출물의 에칠아세테이트 분획 28.8%, 클로로포름 분획 15.6%, 부탄올 분획 8.0%, 헥산 분획 3.9%, 물 분획 1.5% 순으로 잎 추출물의 아질산염 소거능보다 낮게 나타났다. 모든 분획물이 양성 대조 물질인 ascorbic acid(78.2%)보다 낮은 소거능을 나타내었다($p < 0.05$).

질산염과 아질산염은 채소 등의 식품에 많이 함유되어 있으며[27], 식육제품이나 수산가공품 등에 발색제로 첨가되어 육제품의 발색 및 육색의 안정화에 사용되고 있다[28]. 아질산염은 일정농도 섭취시 아민류(amine)와 반응하여 니트로사민(nitrosamine)이라는 발암물질을 생성하여 메트헤모글로빈증(methemoglobinemia)을 유발하는 것으로 알려져 있는데[29], 고들빼기 잎 추출물의 에칠아세테이트 분획이 아질산염을 소거하는 효과가 있는 것으로 나타나 nitrosamine의 생성 억제제로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 고들빼기의 기능성 식품으로서 이용 가능성을 검토하기 위하여 고들빼기의 잎 과 뿌리 분말에 대한 일반성분, 무기질, 지방산을 분석하였으며, 메탄올 추출물 및 용매 순차 분획물을 이용하여 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량, 전자공여능 및 아질산염 소거능을 측정하였다. 고들빼기의 일반성분 분석 결과 수분, 탄수화물, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 잎에서는 각각 4.3%, 53.9%, 21.6%, 3.5% 및 16.7%였으며, 뿌리에서는 각각 4.8%, 65.9%, 17.4%, 3.2% 및 8.7%로 나타났다. 무기질 함량은 칼륨이 잎에서 4,936.9 mg/100 g, 뿌리에서 2,193.8 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었으며, 그 다음으로 칼슘, 마그네슘, 철분 순으로 나타났다. 지방산은 잎에서 23종, 뿌리에서 20종이 함유되어 있었으며, 잎에는 총 포화지방산,

단일불포화지방 및 다가불포화지방산이 각각 41.4%, 2.7%, 56.0%였으며, 뿌리에는 각각 45.8%, 7.7%, 46.5%의 조성비율을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 잎과 뿌리에서 각각 3,922.4 mg/100 g, 1,898.4 mg/100 g이였으며, 총 플라보노이드는 각각 1,903.2 mg/100 g, 359.8 mg/100 g으로 나타났다. 잎의 용매 분획별 전자공여능은 에칠아세테이트 분획이 94.3%로 가장 높았으며, 다음으로 부탄올, 클로로포름, 물 및 헥산 분획 순으로 나타났으며, 뿌리에서는 에칠아세테이트 분획이 92.9%로 높은 활성을 보였고, 다음으로 클로로포름, 부탄올, 헥산 및 물 분획 순으로 나타났다. 분획별 아질산염 소거능은 잎 추출물의 에칠아세테이트 분획이 45.4%로 가장 높았고, 헥산 분획 23.5%, 부탄올 분획 21.3%, 클로로포름 분획 18.7%, 물 분획 9.1% 순으로 나타났으며, 뿌리 추출물의 에칠아세테이트 분획 28.8%, 클로로포름 분획 15.6%, 부탄올 분획 8.0%, 헥산 분획 3.9% 및 물 분획 1.5% 순으로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 고들빼기는 무기질 및 폴리페놀 함량이 풍부하고, 에칠아세테이트 분획은 항산화 효과가 우수하며 아질산염 소거 효과를 보여, 기능성 소재로서의 활용이 가능하리라 생각된다.

참고문헌

1. 지성규: 정관에 들어선 기능성식품. (주)식품저널, 서울, pp. 235-263 (2002).
2. Kim, S.I., Sim, K.H., Ju, S.Y., Han, Y.S.: A study of antioxidative and hypoglycemic activities of Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract condition. *Korean J. Food & Nutr.,* **22**, 41-47 (2009).
3. Jang, Y.S., Jeong, J.M.: Antioxidative effect and digestive enzyme inhibition of grape seed extract (GSE). *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.,* **39**(6), 783-788 (2010).
4. 이창복: 원색대한식물도감. 향문사, 서울, pp. 398-403 (2003).
5. 홍성천, 김용원, 박재홍, 오승환, 이중효, 김진석: 원색식물도감. 동아문화사, 대구, pp. 378 (2005).
6. Bae, S.J., Kim, N.H., Koh, J.B., Roh, S.B. and Jung, B.M.: Effects of Godulbaegi(*Ixeris sonchifolia* H.) diets on enzyme activities of CCl_4 induced hepatotoxicity in rats. *Korean J. Nutr.,* **30**(1), 19-24 (1997).
7. Young, H.S., Choi, J.S., and Lee, J.H.: Further study antihypercholesterolemic effect of *Ixeris sonchifolia*. *Korean J. Pharmcogn.,* **23**(2), 73-76 (1992).
8. Kim, J.Y., Oh, S.W. and Koh, J.B.: Effects of Godulbaegi (*Ixeris sonchifolia* H.) powder on growth, protein and lipid concentrations in Rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **27**(3), 525-530 (1998).
9. Lee, S.R., Lee, Y.S., Shin, S.C. and Yoon, E.S.: Chemical constituents of *Cynochum wilfordi*, *Codonopsis lanceolata* and *Ixeris sonchifolia*. *J. Oriental Bot. Res.,* **5**(1), 25-29 (1992).
10. Shin, S.C.: Exploitation of the biologically active components *Youngia sonchifolia* Max. *J. Korean Agric. Chem. Soc.,* **36**(2), 134-137 (1993).
11. AOAC: Official methods of analysis. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington, pp. 32-1-13 (1995).
12. AOAC: Official methods of analysis 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington, pp. 3-1-20 (1995).
13. 식품의약품안전청: 식품공전(제II권). pp. 10-1-38-42 (2009).
14. Amerine, M.A. and Ough, C.S.: Method for analysis of musts and wine. Wiley & Sons, Chichester. pp. 176-180 (1980).
15. Moreno, M.I.N., Isla, M.I.N., Sampietro, A.R. and Vattuone, M.A.: Comparison for the free radical scavenging activity of propolis from several region of argentina. *J. Enthropharmacol.,* **71**, 109-114 (2000).
16. Blois, M.S.: Antioxidant determinations by the use a stable free radical. *Nature.,* **181**, 1199-1203 (1958).
17. Gray, J.I. and Dugan, J.L.R.: Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.,* **40**, 981-985 (1975).
18. Shin, S.: Studies on the chemical components of wild korean lettuce(*Youngia sonchifolia* Max.). *J. Korean Agric. Chem. Soc.,* **31**(3), 261-266 (1988).
19. 이한기: 식품성분표(제7개정판) 제I편. 농촌진흥청 농촌자원개발연구소, pp. 102-103 (2006).
20. 강석환: 고들빼기의 화학성분에 관한 연구, 한경대학교 산업대학원 석사학위논문, 1-38 (2005).
21. Kim, I.J., Nam, S.Y., Kim, M.J., Rho, C.W., Yun, T., Kim, H.S., Song, H.L. and Jeong, H.S.: Analysis of crude fat and fatty acid in collections of *Ricinus communis* L.. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.,* **16**(5), 301-305 (2008).
22. Jung, M.S., Lee, G.S. and Chae, H.J.: In vitro biological activity assay of ethanol extract of Radish. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.,* **47**(1), 67-71 (2004).
23. Donovan, C.A., Meyer, A.S. and Waterhouse, A.L.: Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice. *J. Agric. Food Chem.,* **45**, 1247-1252 (1998).
24. Woo, K.S., Jang, K.I., Kim, K.Y., Lee, H.B. and Jeong, H.S.: Antioxidative activity of heat treated licorice (*Glycyrrhiz uralensis* Fisch) extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **38**, 355-360 (2006).
25. Li, Y.C., Kim, K.H., Xu, H.D., Park, D.H., Choi, Y.S., Hwang, H.R., Lee, M.J., Choi, J.J., Kwon, M.S. and Yook, H.S.: Antioxidative effects and anti-proliferative effects of MeOH, BuOH, and ethyl acetate fractionated from *Stephania delavayi* Diels. *J. korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **38**(3), 297-301 (2009).
26. Jeong, C.H. and Shim, K.H.: Some functional properties of extracts from leaf and fruit stalk of *Hovenia dulcis*. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.,* **7**(3), 291-296 (2000).
27. Chung, S.Y., Kim, N.K. and Yoon, S.: Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **28**, 342-347 (1999).
28. Fox, J.R.: Chemistry of meat pigments. *J. Agric. Food Chem.,* **14**, 207-210 (1966).
29. Park, S.J., Song, S.W., Seong, D.H., Park, D.S., Kim, S.S., Gou, J., Ahn, J.H., Yoon, W.B. and Lee, H.Y.: Biological activities in the extracts of fermented *Codonopsis lanceolata*. Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **38**(8), 983-988 (2009).