

잔대의 함유성분 분석과 항산화 활성

함영안¹ · 최현진¹ · 정미자² · 함승시^{1*}

¹강원대학교 생명공학과

²강원대학교 BK21 사업단(뉴트라슈티컬 바이오)

Component Analysis and Antioxidant Activity of *Adenophora triphylla*

Young-An Ham¹, Hyun-Jin Choi¹, Mi-Ja Chung², and Seung-Shi Ham^{1*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, Division of Biotechnology, School of Bioscience and Biotechnology, and

²The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

Abstract

The levels of minerals, amino acids, fatty acids and sugars and antioxidant capacity of *Adenophora triphylla* (AT) root were investigated. The moisture, crude protein, crude lipid, crude ash and carbohydrate contents of the AT root were 3.4 ± 0.3 , 9.4 ± 0.1 , 1.6 ± 0.1 , 3.7 ± 0.2 , and 81.9 ± 0.5 , respectively. Among the minerals present in root, potassium content was the highest. Total amino acid contents were 103.5 ± 9.1 mg/g. Palmitic acid was the most abundant fatty acid in AT root. The vitamin E and C levels in AT root were 1.1 ± 0.1 and 5.2 ± 0.5 mg/100 g, respectively. The antioxidant activity of 70% ethanol extract and fractions of the AT root has been determined by the scavenging of the stable radical DPPH; the result showed that the chloroform fraction was the most active, as the amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min (RC₅₀) was 103.7 µg, followed by 70% ethanol extract (265.4 µg), hexane fraction (104.4 µg), ethyl acetate fraction (104.4 µg), butanol fraction (108.9 µg) and aqueous fraction (484.1 µg).

Key words: *Adenophora triphylla*, minerals, amino acids, vitamin E, antioxidant activity

서 론

잔대(*Adenophora triphylla*)는 한방에서보다 민간요법에 널리 사용되고 있는 자생식물로 이른 봄에 나오는 어린 싹은 나물로 이용되어져 오고 있는 대표적인 산나물로 “딱주”라고도 불렀다. 잔대는 가장 많이 이용되고 있는 부위가 뿌리로 식용 및 약용으로 사용되어져 오고 있다. 뿌리는 “사삼”이라 하여 인삼과 비슷한 약효가 있는 것으로 알려져 있으며, 한방에서는 거담, 진해, 건위 및 강장제 등의 약제로 이용하며(1), 도라지 뿌리의 대용으로도 쓴다. 잔대 뿌리는 도라지나 더덕처럼 먹을 수 있는데 봄과 가을에 뿌리를 캐서 껍질을 벗겨 소금에 비벼 유즙을 제거한 후 구이도 만들고 생채로 무치거나 장아찌로도 먹고 있으며, 썰어서 말렸다가 다시 물에 불려서 조리하기도 한다. 또 약술에 빻어 자양강장제로 쓰기도 한다. 잔대는 vitamin A, C와 칼슘함량이 높고(1), 주성분은 saponin과 inulin으로 알려져 있다(2).

잔대에 관한 연구는 잔대 에틸아세테이트 추출물 투여가

간 세포내 항산화 방어 시스템인 항산화 단백질 함량을 증가시키므로 활성산소종의 폐해로부터 세포를 방어하는 효과(3), 간 보호 효과(4) 등에 대한 연구가 이루어져 왔다. Asano 등(5)은 잔대로부터 분리된 두 물질이 β-glucosidase를 저해한다고 보고하여 잔대 추출물이 항당뇨 소재로 이용 가능할 것이라는 것을 제시하였다. 잔대는 다양한 용도로 사용되어져 오고 한국인의 식단에서 즐겨 볼 수 있는 식품으로 한국인의 건강을 증진시켜 줄 수 있을 자생식물로 추정되고 있으나 현재까지 잔대의 기능성에 관한 연구가 몇몇 보고되었을 뿐 잔대에 관한 연구는 미비한 실정에 있다. 특히 잔대의 성분 분석에 대한 연구보고는 전무하다.

따라서 본 연구에서는 강원도 정선군에서 널리 재배, 생산하고 있는 잔대에 대하여 기능성 검토와 이용개발을 위하여 일반성분 분석, 아미노산, 지방산, 당류 및 비타민 분석을 통하여 영양적 가치를 평가하고 생리활성효과를 검토하기 위하여 항산화 활성을 규명함으로써 잔대를 이용한 기능성 식품을 개발하기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

*Corresponding author. E-mail: hamss@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-6453, Fax: 82-33-250-6453

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 잔대 뿌리 시료는 정선군 농업기술센터로부터 직접 구입한 동결건조 된 분말을 실험에 이용하였다. 분말상태인 잔대 뿌리에 시료 중량의 10배인 70% 에탄올을 첨가하고 80°C에서 8시간 동안 3회 추출하였다. 감압여과 장치에서 뜨거운 상태로 여과한 후 감압농축기를 사용하여 추출용매를 제거한 농축물을 얻었다. 70% 에탄올로 추출하여 얻은 농축물을 용매의 극성에 따라 분별 분리를 행하여 헥산(hexane), 클로로포름(chloroform), 에틸아세테이트(ethyl acetate), 부탄올(butane) 및 물 추출물(aqueous)의 순서로 극성의 차이에 의해 다섯 가지 분획물로 조제하였다. 분리된 각각의 용매 추출물은 감압농축 하여 용매를 제거한 후 동결건조 하여 DPPH free radical 소거작용 측정을 위한 시료로 사용하였다.

잔대의 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC법(6)과 식품공전의 분석방법(7)에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉 수분은 105°C 상압건조법, 조회분은 건식회화법, 조지방은 산분해법, 조단백질은 Kjeldahl법으로 분석하였다(8,9). 탄수화물은 100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방을 뺀 값으로 하였다.

잔대의 아미노산 분석

Tryptophan을 제외한 아미노산 분석은 Pico-Tag 방법(10)에 따라 분석하였으며 적당량의 시료(단백질 10 mg)를 취하여 시험관에 넣고 0.03% 베타 멜캅토 에탄올을 함유하는 6 N 염산용액 10 mL를 가하고, 탈기하여 밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해하여 농축한 후 건조하여 염산을 날려 보낸 다음 pH 2.2로 맞추어 시료로 사용하였다. 전 처리된 시료 50 µL를 취하여 진공펌프가 장착된 Pico-Tag workstation(Waters, USA)에서 건조한 후, water : methanol : trimethylamine(2:2:1) 혼합용액 10 µL를 첨가하여 재 건조시켰다. 재 건조된 시료에 water : methanol : trimethylamine : phenylisothiocyanate(7:1:1:1) 혼합 용액 20 µL를 첨가하여 phenylisothiocyanate 아미노산으로 유도체화 시킨 후 다시 건조시켰다. 여기에 시료 희석액 250 µL를 첨가하여 건조된 시료를 용해한 후 HPLC로 분석을 행하였다. 분석은 Waters 717 U6K injector, 510 pump, 680 gradient controller, 486 absorbance detector, millennium software로 이루어진 HPLC system에서 행하였고, column은 Pico-Tag column(3.9×150 mm, 4 µM, Waters)을 사용하였으며, 분석 중에는 47°C로 유지하였다. 이때 이동상으로는 Gradient A(Waters)를 사용하였고 eluent B는 60% 아세토니트릴을 사용하여 용매구배(gradient elution)시켜 분석하였다.

잔대의 무기질 분석

무기질은 AOAC법(11)에 의해 분석하였다. 즉, 잔대 뿌리

동결건조 분말 1 g을 회화용기에 넣고 예비탄화를 시킨 후 550°C에서 2시간 동안 회화하였다. 여기에 증류수 10 mL 가량을 넣어 적신 후 3~4 mL의 50% 질산을 가하였다. 이에 열을 가해서 여분의 질산을 증발시킨 후 다시 회화로에서 1시간 더 가열하였다. 가열 후 염산을 1:1로 가하여 용해시킨 후 50 mL 용량 플라스크로 옮겨서 증류수로 정용하였다. 이 용액의 무기질 조성을 유도 결합 플라즈마 방출 분광계(Atomn Scan 25, Thermo Jorell Ash Co., France)로 분석하였으며, 분석 조건은 approximate RF Power가 1,150 W이며, analysis pump rate는 100 rpm으로 하였고, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다.

잔대의 지방산 분석

잔대 뿌리의 지방질은 2:1(v/v)로 chloroform과 methanol을 섞은 용액으로 추출하였고(12,13), 가수분해하여 boron trifluoride를 methyl ester 한 후 GLC(HP GC Model 5890 series II, USA)로 분석하였다. 분석 시 검출기는 FID, column은 HP-INNOWAX(30 m×0.32 mm id×0.50 µM df) capillary column을 사용하였으며, column의 초기온도는 170°C로 유지하여 분당 5°C로 260°C까지 승온하였다.

잔대의 유리당 분석

잔대 뿌리 동결건조분말 10 g에 80% ethanol 180 mL를 가하여 한 시간 추출하였고, 이들 추출물을 회전진공증발기 로써 감압농축 후 얻은 고형분 0.8 g을 증류수에 녹여 10,000 ppm 농도로 맞추는 후 membrane filter(0.22 µm) 및 C₁₈ Sep-Pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 준비하였다. 그리고 standard는 fructose, glucose, sucrose, maltose, lactose를 증류수에 녹여 시료와 같은 농도인 10,000 ppm 농도로 준비한 후 시료와 동일하게 여과한 후 시료와 함께 HPLC로 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 이동상 용매는 65% acetonitrile, column은 carbohydrate analysis column(3.9 mm×300 mm)를 사용하였으며, 검출기는 RI detector(Pharmacia LKB VWM Detector, Sweden), 유속은 0.8 mL/min이었다.

비타민 분석

잔대 뿌리의 비타민 조성은 다음의 방법에 의하여 알아 보았다. 비타민 B₁과 B₂는 Kim와 Ryu(14)의 방법과 Ivanovic 등(15)의 방법을 약간 변경하여 추출하였고, 비타민 C는 Lee 등(16)의 방법에 의해 추출하였으며, 비타민 E는 Kwak 등(17)의 방법에 의해 추출하여 HPLC로 분석하였다. 비타민 B₁과 B₂ 분석에 사용된 HPLC 조건은 capcell-pak C₁₈ AG 120 column(250 mm×4.6 mm, Shiseido)을 사용하였고, 이동상은 hexanesulphonic acid sodium salt : triethanolamine in water-methanol(85:15, v/v, pH 2.8), 이동속도는 1.0 mL/min, 검출기는 UV(280 nm)이었다(14,15). 비타민 C 분석은 같은 HPLC를 사용하였고, UV 검출기로 254 nm에서 분석하였다. 칼럼은 YMC Pack(4.6×250 mm, YMC Co.,

Ltd.), 온도는 40°C, 이동상으로는 acetonitrile : 50 mM NH₄H₂PO₄(70:30, v/v) 용액이었으며, 이동속도는 1.0 mL/min이었다(16). 비타민 E의 분석은 μ-Porasil column(4.6 × 250 mm, Waters), n-hexane : isopropanol(99.92:0.08, v/v), US 검출기는 280 nm에서 측정하였고, 유속은 1.0 mL/min이었다(17).

DPPH radical 소거작용

70% 에탄올 추출물과 각 분획물들을 Choi 등(18)의 방법에 따라 수소전자공여능(electron donating ability)에 의해 항산화 활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 4 mL의 메탄올에 녹여 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH) 메탄올 용액 1 mL(1.5 × 10⁻⁴ M)를 첨가한 후, 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. RC₅₀은 시료가 대조구의 흡광도를 1/2로 감소시키는 농도로 표시하였으며, 검체의 농도에 따른 수소전자공여능 변화 곡선을 통해 결정하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 실험군당 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 각 군당 3개의 시료를 사용하여 실험은 3회 반복 시행하였다.

결과 및 고찰

잔대의 일반성분 함량

동결건조 분말 상태의 잔대 뿌리의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 잔대 뿌리의 경우 탄수화물이 81.9%로 매우 많은 양이 함유되어 있었다. 잔대의 수분, 조단백질, 조지방 그리고 조회분 함량은 각각 3.4 ± 0.3, 9.4 ± 0.1, 1.6 ± 0.1 그리고 3.7 ± 0.2%였다. Chung 등(19)은 도라지 3년근에 함유되어 있는 탄수화물의 양이 18.5%라고 보고하였는데 본 실험 결과 잔대 뿌리는 도라지 탄수화물보다 현저하게 많은 양을 함유하고 있었다. 이는 본 실험에 사용된 시료가 동결건조된 시료였기 때문인 것으로 추정된다. Won과 Oh(20)는 더덕을 풍건한 후 육질의 일반성분을 분석하여 보고하였는데 본 연구 결과와 비교해 보면, 더덕의 수분과 조지방은 각각 8.09%와 2.49%로 잔대보다 높았으나, 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량은 잔대보다 낮았다.

잔대의 무기성분 함량

잔대 뿌리 동결건조 분말에 함유되어 있는 무기성분을 분석한 결과(Table 2) 총 9종이 분리·동정되었으며, 그 중에

Table 1. Proximate compositions of *Adenophora triphylla* root

Items	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
Content (%)	3.4 ± 0.3 ¹⁾	9.4 ± 0.1	1.6 ± 0.1	3.7 ± 0.2	81.9 ± 0.5

¹⁾The values are mean ± SD of three experimental data.

Table 2. Mineral contents of *Adenophora triphylla* root

Minerals	(mg/100 g)
K	1,475.4 ± 3.1 ¹⁾
Ca	139.6 ± 0.5
P	127.5 ± 0.8
Mg	84.2 ± 0.3
Fe	83.3 ± 0.3
Na	38.7 ± 0.3
Mn	3.2 ± 0.1
Zn	1.4 ± 0.1
Cu	0.6 ± 0.1

¹⁾The values are mean ± SD of three experimental data.

K이 1,475.4 ± 3.1 mg/100 g으로 다른 무기성분보다 현저하게 높게 함유되어 있었으며, 전체 무기성분 함량의 75.5%였다. 다음으로 P와 Ca가 139.6 ± 0.5 mg/100 g 및 127.5 ± 0.8 mg/100 g으로 높게 함유되어 있었다. Chang과 Lee(1)는 잔대의 주요 영양성분 중 하나가 Ca이라 하였는데 본 연구에서는 Ca보다는 K가 현저하게 높게 검출되었다. Shon 등(21)이 보고한 장생도라지 무기물 분석에서 K가 주요 무기물이라 하였고, P와 Ca도 높은 함량 검출되었다고 보고하였다. 또한 더덕의 주요 무기물도 K와 Ca이었다(20). 따라서 장생도라지와 더덕의 주요 무기물이 본 연구에 사용한 잔대의 주요 무기물의 종류와 비슷하였다.

잔대의 아미노산 함량

잔대 뿌리 동결건조 분말의 아미노산 조성은 Table 3과 같다. 아미노산의 종류는 모두 16종이었으며, arginine (42.3 ± 2.3 mg/g)과 glutamine(16.8 ± 1.5 mg/g)의 함량이 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로는 aspartic acid, lysine, leucine, alanine, phenylalanine, glycine, valine, serine, isoleucine, histidine, threonine, proline과 tyrosine 순으로 많이 함유되어 있었으며, methionine이 가장 낮게 함유되어 있었다. 음식으로 반드시 섭취하여야 하는 필수아미노산(essential

Table 3. Amino acid contents in *Adenophora triphylla* root

Amino acids	(mg/g)
Arginine	42.3 ± 2.3 ¹⁾
Glutamine	16.8 ± 1.5
Aspartic acid	7.9 ± 0.4
Lysine	4.8 ± 0.4
Leucine	4.5 ± 0.6
Alanine	4.1 ± 0.9
Phenylalanine	3.3 ± 0.1
Glycine	3.2 ± 0.3
Valine	3.2 ± 0.6
Serine	3.0 ± 0.7
Isoleucine	2.7 ± 0.4
Histidine	2.6 ± 0.2
Threonine	2.1 ± 0.3
Proline	1.7 ± 0.2
Tyrosine	1.2 ± 0.2
Methionine	0.1 ± 0.0
Total	103.5 ± 9.1

¹⁾The values are mean ± SD of three experimental data.

amino acid)인 lysine, leucine, phenylalanine, valine, iso-leucine, histidine, threonine, methionine의 함유량은 각각 4.8±0.4 mg/g, 4.5±0.6 mg/g, 3.3±0.1 mg/g, 3.2±0.6 mg/g, 2.7±0.4 mg/g, 2.6±0.2 mg/g, 2.1±0.3 mg/g 그리고 0.1±0.0 mg/g이었고 총 아미노산에 대한 총 필수아미노산의 비율은 22.5%이었다.

Kim 등(22)의 연구에서 다양한 품종 버들의 현미와 백미의 총 아미노산에 대한 총 필수아미노산의 비율을 알아 본 결과가 35.8~38.3%라고 하였는데 이는 잔대가 현미나 백미보다는 필수아미노산의 비율이 낮다는 것을 의미한다. Chung 등(19)은 도라지의 주요 아미노산은 arginine과 glutamic acid라 하였고, Hwang 등(23)은 도라지에서 아미노산을 분석한 결과 중 glutamic acid가 가장 많이 함유되어 있다고 보고하였으며, Jeong과 Shim(24)은 도라지 줄기에도 glutamic acid와 arginine이 가장 많이 함유되어 있다고 보고하였다. 본 연구결과 잔대의 주요 아미노산이 arginine과 glutamic acid였으므로, 도라지와 잔대의 주요 아미노산은 유사하였다.

잔대의 지방산 함량

지방산 분석결과는 Table 4에서 보는 바와 같이 모두 19종류가 함유되어 있었으며 palmitic acid와 linoleic acid가 각각 40.0과 12.2%로 가장 많이 함유되어 있었으며 tridecanoate acid, hendecanoic acid, 그리고 caproic acid는 0.9% 함유되어 가장 적게 함유되어 있는 지방산으로 나타났다. 구성 지방산 중 포화지방산 palmitic acid, stearic acid, behenic acid, lauric acid, myristic acid, pentadecaenoic acid, leagnoseric acid, magaric acid, tricosanoic acid, caprylic acid, tridecanoate acid, hendecanoic acid, caproic acid 순이었고, 불포화지방산은 linoleic acid, oleic acid, arachidonic

Table 4. Fatty acid composition of *Adenophora triphylla* root

Fatty acids	Peak area (%)
Palmitic acid	40.0±0.8 ¹⁾
Linoleic acid	12.2±0.3
Oleic acid	9.0±0.6
Stearic acid	8.6±0.5
Arachidonic acid	3.7±0.1
Behenic acid	3.5±0.2
Lauric acid	2.9±0.3
Myristic acid	2.5±0.4
Docosahexaenoic acid	2.4±0.2
Pentadecaenoic acid	2.4±0.4
Leagnoseric acid	2.2±0.3
Magaric acid	2.1±0.2
Docosatrienoic acid	1.9±0.0
Palmitoleic acid	1.5±0.3
Tricosanoic acid	1.2±0.1
Caprylic acid	1.1±0.2
Tridecanoate acid	0.9±0.0
Hendecanoic acid	0.9±0.1
Caproic acid	0.9±0.1

¹⁾The values are mean±SD of three experimental data.

acid, docosahexaenoic acid, docosatrienoic acid, palmitoleic acid 순으로 나타났다.

Chung 등(19)이 보고한 도라지 지방산 분석결과 linoleic acid가 39.1%로 가장 높았으며, palmitic acid가 그 다음으로 가장 많은 것으로 보고하였는데, 잔대가 도라지에 비하여 palmitic acid 함량은 월등히 많았으나 linoleic acid 함량은 적게 검출되었다. 도라지와 잔대의 주요 지방산의 종류는 비슷하였다.

잔대의 유리당 함량

잔대 뿌리 추출물에 함유된 유리당을 분석한 결과 fructose는 잔대 생체 1 g당 함유량이 2.98±0.2 mg 있었고, sucrose는 1 g당 14.8±3.2 mg이 함유되어 있었다. Glucose, maltose 그리고 lactose는 검출되지 않았다.

Jeong과 Shim(24)은 도라지의 잎과 줄기에서 유리당을 HPLC로 분석한 결과 sucrose, glucose 및 fructose가 주요 유리당으로 검출되었고, maltose와 galactose는 검출되지 않았다고 보고하였는데, 이들 보고와 본 연구 결과를 비교해 보면 잔대의 주요 유리당인 fructose와 sucrose가 도라지의 주요 유리당에 포함되어 있었으나 도라지에서는 잔대에서 검출되지 않은 glucose가 검출되었다.

잔대의 비타민 함량

비타민의 경우, 잔대 뿌리에는 비타민 B₁(0.4±0.0 mg/100 g), B₂(0.1±0.0 mg/100 g)가 소량 함유하고, 비타민 C와 E가 각각 1.1±0.1과 5.2±0.5 mg/100 g 함유되어 있어 비타민 E가 잔대 뿌리의 주요 비타민이었다(Table 5).

Choe 등(25)의 보고에 의하면 일반 쌀의 비타민 B₁과 B₂의 함량은 각각 0.2~0.5 mg/100 g과 0.02~0.04 mg/100 g으로 잔대 뿌리의 비타민 B₁ 함량은 쌀과 비슷하였으나 B₂의 함량은 쌀보다 높은 함량 함유되어 있었다. Kim 등(26)의 연구에서 콩나물은 비타민 C의 좋은 급원이고, 콩나물의 비타민 C 함량은 14.6 mg/100 g이라 하였는데 잔대 뿌리에 함유된 비타민 C는 콩나물에 함유된 양보다 현저히 낮았다. 참나물의 비타민 E의 함량은 0.26 mg/100 g으로 알려져 있고(27), 잔대 뿌리가 참나물에 비하여 비타민 E 함량이 월등히 높게 검출되었다. 잔대 뿌리는 식용으로 섭취할 수 있는 비타민의 급원이며, 특히 비타민 E의 좋은 급원으로 사료된다. 비타민 E는 심혈관질환 예방, 항산화 작용 등 다양한 효과가 보고된 바 있어(28), 잔대뿌리 섭취는 인체에 유익할 것으로 추정된다.

DPPH radical 소거작용

잔대 추출물과 극성에 따른 분획물의 항산화 효과가 있는

Table 5. Vitamin contents of *Adenophorae radix* root

Items	B ₁	B ₂	C	E
Content (mg/100 g)	0.4±0.0 ¹⁾	0.1±0.0	1.1±0.1	5.2±0.5

¹⁾The values are mean±SD of three experimental data.

Table 6. DPPH radical scavenging activities of 70% ethanol extract and its fractions from *Adenophora triphylla*

Sample	RC ₅₀ ¹⁾ (μg)
70% ethanol extract	265.4
Hexane fraction	117.1
Chloroform fraction	103.7
Ethyl acetate fraction	104.4
Butanol fraction	108.9
Aqueous fraction	484.1
α-Tocopherol	13.5
BHA ²⁾	16.8

¹⁾Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

²⁾Dibutyl hydroxy toluene.

지를 규명하기 위하여 DPPH free radical 소거 활성을 알아본 결과를 Table 6에 나타내었다. 실험 결과 잔대 클로로포름 분획물에서 RC₅₀값이 104.4 μg으로 가장 높은 항산화능을 나타내었으며, 에틸아세테이트 분획물과 부탄올 분획물에서의 DPPH 소거능 역시 각각 104.4와 108.9 μg으로 비슷한 활성을 나타내었다. 잔대 추출물과 그 분획물들은 높은 항산화력을 나타냈지만 항산화제로 잘 알려져 있는 BHT와 α-tocopherol보다 낮은 항산화 활성을 보여 주었다. Lim 등 (29)이 보고한 대나무 에탄올 추출물에서 RC₅₀값은 116.75 μg/mL으로 전자공여능이 우수하다고 보였으며, Shon 등 (21)은 장생도라지 에탄올 추출물이 높은 DPPH radical 소거작용과 아질산염 소거 작용이 있다고 보고하였다. Kang 등(30)은 전자공여능이 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenolic 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 하였다. 따라서 잔대를 천연 항산화제 급원으로 이용가능성을 시사하고 있다.

요 약

잔대 뿌리의 무기질, 아미노산, 지방산, 당류 함량과 항산화 효과에 대해서 조사하였다. 수분, 조단백 조지방, 조회분과 탄수화물은 각각 3.4±0.3, 9.4±0.1, 1.6±0.1, 3.7±0.2와 81.9±0.5%이었다. 무기질 중에 칼륨의 함량이 가장 높게 나타났으며, 총 아미노산 함량은 103.5±9.1 mg/g이었고, 지방산에서 palmitic acid가 가장 많았다. 잔대 뿌리에 함유된 비타민 E와 C는 각각 1.1±0.1과 5.2±0.5 mg/100 g이었다. 잔대 70% 에탄올, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올과 물 추출물에서 DPPH 라디칼 소거능의 항산화 효과 결과는 RC₅₀값이 265.4, 117.1, 103.7, 104.4, 108.9, 484.1 μg로 나타났다.

문 헌

- Chang JS, Lee KH. 1988. Studies on the cultural practices of *Codonopsis lanceolata* (S. et Z.) TRAUTV.-1. Seed germination characteristics and the effect of soil conditions of raising bed on the growth and development of seed roots. *Hort Environ Biotech* 6: 78-79.
- Kim S, Park MS, Park HK, Jang YS. 1995. Studies on the seed development and germination of *Adenophora triphylla* DC. *Korean J Medicinal Crop Sci* 3: 66-70.
- Choi HJ, Kim SH, Oh HT, Chung MJ, Cui CB, Ham SS. 2008. Effects of *Adenophora triphylla* ethylacetate extract on mRNA levels of antioxidant enzymes in human HepG2 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1238-1243.
- Gum SI, Lee DU, Cho MK. 2007. Protective effect of water extracts composed of *Adenophora triphylla* var. *japonica* Hara on the acetaminophen-induced hepatotoxicity. *Korean J Food Sci Technol* 39: 688-693.
- Asano N, Nishida M, Miyauchi M, Ikeda K, Yamamoto M, Kizu H, Kameda Y, Watson AA, Nash RJ, Fleet GWJ. 2000. Polyhydroxylated pyrrolidine and piperidine alkaloids from *Adenophora triphylla* var. *japonica* (Companulaceae). *Phytochemistry* 53: 379-382.
- AOAC. 1995. *Official Methods for Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 31.
- Korean Food and Drug Administration. 2002. Food Standard Codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea. p 301-304.
- Ogawa K, Ohara H, Koide T, Toyama N. 1989. Interspecific hybridization of *Trichoderma reesei* by protoplast fusion. *J Ferment Bioeng* 67: 207-209.
- Oh HT, Kim SH, Yoo SJ, Choi HJ, Chung MJ, Ham SS. 2008. Component analysis of masou salmon (*Oncorhynchus masou*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 886-890.
- Waters Associates. 1983. Official method of amino acid analysis. In *Amino acid analysis system of operators manual of the Waters Associates*. Milford, MA, USA. p 37.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 9, 22, 49-59.
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
- Folch J, Lee M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Korean J Food Technol* 27: 819-825.
- Ivanovic D, Popovic A, Radulovic D, Medenica M. 1999. Reversed-phase ion-pair HPLC determination of some water-soluble vitamins in pharmaceuticals. *J Pharm Biomed Anal* 18: 999-1004.
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
- Kwak BM, Lee KW, Ahn JH, Kong UY. 2004. Simultaneous determination of vitamin A and E in infant formula by rapid extraction and HPLC with photodiode array detection. *Korean J Food Sci Technol* 36: 189-195.
- Choi JS, Park JH, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus daviana* Kor *J Pharmacology* 24: 299-303.
- Chung JH, Shin PG, Ryu JC, Jang DS, Cho SH. 1997. Chemical compositions of *Platycodon grandiflorus* (jacinquin) A. De Candolle. *Agric Chem Biotechnol* 40: 148-151.
- Won HR, Oh HS. 2007. Antioxidative activity and lipid composition from different part and supplement of *Codo-*

- nopsis lanceolata* in rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1128-1133.
21. Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. 2001. Chemical compositions and physiological activities of *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 717-720.
 22. Kim MS, Jeong JI, Jeong YH. 2003. Amino acid composition of milled and brown rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1385-1389.
 23. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1998. Survey for amino acid of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol* 30: 35-41.
 24. Jeong CH, Shim KH. 2006. Chemical composition and anti-oxidant activities of *Platycodon grandiflorum* leaves and stems. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 511-515.
 25. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
 26. Kim EJ, Lee KI, Park KY. 2002. Quantity analysis of nutrients in soybean sprouts cultured with germanium. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1150-1154.
 27. Lee JJ, Choo MH, Lee MY. 2007. Physicochemical compositions of *Pimpinella brachycarpa*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 327-331.
 28. Chung MJ, Kang AY, Park SO, Park KW, Jun HJ, Lee SJ. 2007. The effect of essential oils of dietary wormwood (*Artemisia princeps*), with and without added vitamin E, on oxidative stress and some genes involved in cholesterol metabolism. *Food Chem Toxicol* 45: 1400-1409.
 29. Lim JA, Na YS, Baek SH. 2004. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 306-310.
 30. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.

(2008년 12월 1일 접수; 2009년 2월 8일 채택)