

더덕껍질의 일반성분 분석과 항산화 활성

김나영¹ · 채현석¹ · 이인숙² · 김동수³ · 서강태⁴ · 박성진^{5*}

¹송호대학 호텔외식조리과, ²횡성군농업기술센터,
³관동대학교 호텔관광학부 외식조리전공, ⁴백석문화대학 외식산업학부
⁵한림성심대학 관광외식조리과

Analysis of Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Codonopsis lanceolata* Skin

Na Young Kim¹, Hyun Seok Chae¹, In Sook Lee², Dong Soo Kim³,
Kang Tae Seo⁴, and Sung Jin Park^{5*}

¹Dept. of Hotel Culinary Arts, Songho College, Gangwon 225-704, Korea

²Hoengseong-Gun Agricultural Technology and Extension Center, Gangwon 225-874, Korea

³Hotel Tourism Department (Food Service Culinary Major), Kwan Dong University, Gangwon 210-701, Korea

⁴Professor in Foodservice Industry Division, Baeseok Culture University, Chungnam 330-705, Korea

⁵Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym College, Gangwon 200-711, Korea

Abstract

The purpose of this study is to determine the possibility of *Codonopsis lanceolata* skin as natural health food source. To accomplish this purpose, the contents of general and antioxidative nutrients of *C. lanceolata* skin were measured. On a dry weight basis the contents of carbohydrate, crude protein, crude lipid and ash are 24.74, 2.73, 2.96 and 4.84%, and the calories of skin was 266.00 kcal/100 g and total dietary fiber was 64.73%. The contents of essential and non-essential amino acids were 633.40 and 870.72 mg/100 g wet weight basis. The K was the largest mineral followed by Ca, Mg, and P, suggesting that *C. lanceolata* skin is alkali material. The EDA of water extract from *C. lanceolata* skin was 18.28~79.30%, and the activity was dependent on the sample concentration. Total phenolic and flavonoids contents of water extract from *C. lanceolata* skin were estimated as 24.65 and 6.19 µg/g. The *C. lanceolata* skin extract showed the highest reducing power (3.5) at the concentration of 25 mg/mL. Based on the above results, we deemed that the *C. lanceolata* skin might have potential antioxidant activities. The general nutrients and antioxidant bioactive materials in *C. lanceolata* skin were also potential materials for good health food.

Key words: *Codonopsis lanceolata* skin, nutrients, health food, antioxidants

서 론

경제의 급속한 발달로 우리의 생활은 예전에 비해 풍요로워졌지만 환경의 오염, 생활의 스트레스, 운동량 부족, 식습관의 변화로 인한 영양 불균형 등의 이유로 생활 습관병을 포함한 각종 만성질환이 급속히 늘어나고 있다(1-3). 또한 생활 및 의료 수준의 향상에 따라 고령화 사회로 진입하면서 식·의약의 섭취를 포함한 생활환경을 조절함으로써 노화를 지연시키고 질병을 예방하려는 국민 개개인의 요구 수준은 점점 높아져 가고 있는 실정이다(4). 만성질환의 경우 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료 방법으로 이용되어 왔지만 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로 많은 제약이 받고 있으며, 한편으로는 식품의 유효성분에 의한

건강증진 및 질병예방 효과들이 여러 연구로부터 증명·보고되면서(5-7) 섭취하는 식품이나 음식의 조절을 통해 생활 습관에 의한 만성질환의 예방과 치료가 가능해지고 있다.

이에 따라 이의 예방 및 치료를 위해서는 약물 이외의 식생활 변화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 무엇을 어떻게 먹을 것인지에 대한 관심이 증대되면서 건강보조식품, 영양보충용 및 식사대용식품 등의 특수영양식품과 다양한 형태의 먹거리가 소개되어 있으며 최근에는 건강기능식품의 개발에 많은 관심이 집중되면서(8), 특히 식물자원들의 성분과 기능에 관한 과학적인 연구가 활발히 진행되고 있다(9-11). 그러나 식물자원을 이용한 건강기능식품의 제조·사용이 늘어나고 있는 만큼 고가의 비용과 효능에 대한 논란 및 형태의 제한 등이 맹점으로 대두되면서(12), 국민의 건강과 복

*Corresponding author. E-mail: sjpark@hsc.ac.kr
Phone: 82-33-240-9234, Fax: 82-33-240-9119

지를 위해서는 또 다른 대안이 요구되고 있다. 따라서 식품의 3차 기능은 물론 영양 가치와 기호성이 동시에 충족될 수 있으며 과학적인 근거를 바탕으로 접근한 경제적인 약이성 식품 또는 음식이 대안 중의 하나가 될 수 있으며 이 분야의 연구가 필요하리라 보인다.

동의보감에 의하면 음식과 의·약은 그 근원이 같다고 보고 있으며 현대 영양학에서 다루는 열량과 5대 영양소의 개념 이외에 모든 식물(食物)을 기미론(氣味論)적 방법으로 그 성질과 효능을 규명하여 약리적 특징을 중요시하였다(13). 또한 최근에는 식품이 갖는 주요 기능 중 생리조절 기능이나 항상성 유지에 관여하는 기능 등에 대한 연구가 진행되면서 (13) 이러한 기능을 갖는 식품은 건강증진, 질병의 예방이나 노화억제 등 인간의 건강을 증진하는데 중요한 역할을 한다고 판단하여 이런 성분들을 많이 함유하고 있는 식물자원에 관한 연구가 활발하며 우리나라에도 한약재를 포함한 생약을 이용한 연구가 진행되고 있다(3,14).

더덕(沙蔘, *Codonopsis lanceolata* Bench. et Hook.)은 한국, 중국 및 일본의 산간지방에서 야생하는 다년생 초본으로 도라지와 함께 일반식용으로 널리 이용되고 있는 산채식품이다. 더덕은 기호품으로도 상당한 호평을 받는 식품일 뿐 아니라 진해(鎮咳), 거담(祛痰) 등의 약효가 있다고 古來부터 식이요법이 전해지며, 혈적(血積), 경기(驚氣), 두통(頭痛) 및 소화약(消炎藥)으로 또는 인삼의 대용약으로 사용되어 왔으며, 더덕의 성분과 관해서는 일종의 saponin이 존재한다는 것이 확인되었다(15). 더덕의 에탄올추출물은 인삼보다 현저하게 강한 항산화효과를 보였으며(16), 더덕첨가 식이를 흰쥐에게 공급하였을 때 혈당 농도가 다소 낮아졌고(17), 더덕 물 추출물은 고지방식으로 인한 혈청과 간의 중성지질 및 총콜레스테롤의 축적을 효과적으로 억제하였다(18). 더덕은 이러한 생약학적 가치 외에 칼슘과 식이섬유가 풍부하여 최근의 식생활 양상에 따른 건강위해 요인을 수정하기에 적합한 식재료이다. 예로부터 고급 식재료로서 구이, 절임, 부침 등으로 이용하였으며, 사포닌(saponin), 이눌린(inulin), phytoderin, leiothin, pentosan 등의 약효성분이 함유된 더덕은 건강식품을 선화하는 현대인의 요구에 부합되는 자원으로서 최근 들어 넥타, 술, 차, 드링크 등의 가공제품이 개발되는 등 건강식품의 소재로 활용하기 위한 연구도 진행되고 있다(19).

더덕은 전국적으로 500 ha에서 연간 7,000톤이 생산되며 이중 약 40% 정도가 강원도 지역에서, 30% 정도가 제주지역에서 생산되고 있으며 전체 소비량의 20% 정도가 중국산인 국내 주요 농산물이다. 작물의 육질을 제외한 껍질 부분은 폐놀성 화합물을 포함한 천연 항산화제를 함유하고 있으나, 제조업체에서는 폐기물로 처리되고 있는 실정이다. 여기에는 펙틴, 헤미셀룰로오스, 셀룰로오스 등 식이섬유와 결합되어 있는 폐놀성 화합물은 조직의 물성 변화와 생물학적 기능성과 큰 관련이 있다(20). 이에 본 연구에서는 그동안 농가에

서 기호성 저하 등에 의해 폐기물로 처리되어 왔던 더덕 껍질의 영양성분 및 체내에서 생리활성 효능을 발휘할 수 있는 기능성물질의 함량을 분석하여 향후 더덕 껍질의 유효성을 평가하는데 기초 자료로 삼고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

강원도 횡성군 야산에서 재배한 더덕(*Codonopsis lanceolata*)을 2009년 9월에 채취하여, 더덕 표면에 있는 흙은 충분히 털어낸 후 증류수로 세척하여 풍건한 후 껍질과 육질을 분리하고 껍질부분을 120 mesh 이하로 마쇄하여 일반성분 분석에 사용하였다. 또한, 삼각플라스크에 준비된 더덕 껍질을 9배의 증류수를 가해서 4시간 환류추출하고 추출액을 면포로 여과한 후 감압농축(CCA-1100, Eylea, Tokyo, Japan)하여 -70°C에서 급속 동결건조(PVTFA 10AT, IL-SIN, Suwon, Korea) 과정을 거쳐 분말 상태로 준비하여 각종 생리활성물질 함량분석 실험에 사용하였다.

더덕껍질의 일반성분 분석

더덕껍질의 일반성분은 AOAC법(21)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Hoeganaes, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

식이섬유 함량 분석

총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량은 AOAC법(22)에 의한 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 분석하였다. 즉, 건조분말시료를 heat stable termamyl α -amylase로 액화시킨 다음 protease와 amyloglucosidase를 차례로 반응시켜 단백질과 전분을 가수분해 시키고 용액 중의 수용성 식이섬유를 에탄올로 침전시켰다. 미리 항량을 구해 놓은 crucible에 이 용액을 감압 여과한 다음 잔사를 에탄올과 아세톤으로 세척, 건조한 후 건조잔사 중의 단백질과 회분의 양을 제외한 건조 전후의 무게차로 총 식이섬유의 함량을 구하였다.

아미노산 조성 분석

아미노산 분석은 automatic amino acid analyzer(Biochrom-30, Pharmacia Biotech Co., Piscataway, NJ, USA)와 Pico-Tag 방법(23)에 따라 분석하였으며 더덕껍질 분말 5 g을 취하여 시험관에 넣고 0.03% 베타 멜캅토 에탄올을 함유한 6 N 염산용액 10 mL를 가하고, 탈기하여 밀봉한 후 100°C에서 24시간 가수분해하여 농축한 후 건조하여 염산을 날려 보낸 다음 pH 2.2로 맞추어 시료로 사용하였다. 전 처리된 시료 50 μ L를 취하여 진공펌프가 장착된 Pico-Tag

work-station(Waters, Milford, MA, USA)에서 건조한 후, water : methano : trimethylamine(2:2:1) 혼합용액 10 µL를 첨가하여 재 건조시켰다. 재 건조된 시료에 water : methanol : trimethylamine : phenylisothiocyanate(7:1:1:1) 혼합용액 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 이동상 A는 water를 사용하였고, 이동상 B는 60% 아세트니트릴을 사용하여 용매구배(gradient elution)시켜 분석하였다.

무기질 조성 분석

무기질(Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn) 함량은 AOAC 법(24)에 의하여 분석하였다. 즉, 더덕겉질 분말 1 g을 회화 용기에 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(Atom Scan 25, Thermo Jarrell Ash Co., Franklin, MA, USA)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.

지방산 조성 분석

더덕 겉질의 지방질은 2:1(v/v)로 chloroform과 methanol을 섞은 용액으로 추출하였고(25,26), 가수분해하여 boron trifluoride를 methyl ester한 후 GLC(HP GC Model 5890 series II, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 분석 시 검출기는 FID, column은 HP-INNOWAX(30 m×0.32 mm id×0.50 µM df) capillary column을 사용하였으며, column의 초기 온도는 170°C로 유지하여 분당 5°C로 260°C까지 승온하였다.

유리당 함량 분석

Richmond 등(27)의 HPLC 분석조건을 응용하였다. 즉, 시료 5 g을 칭량하여 80% methanol 100 mL를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질화 하였다. 이 균질체를 환류냉각기를 부착한 추출장치에 옮긴 후 80°C에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출조작을 2회 반복하여 모은 여액을 45°C에서 감압·농축한 후 증류수를 넣어 100 mL로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70°C에서 냉동 보관하면서 분석하였다. 분석조건은 Sugar-Pak I column(300 mm

×6.5 mm, Waters)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 column에 20 µL씩 주입하였다. 이때의 column의 온도는 90°C를 유지하였다. 용출용매는 0.5 mL/min로 흘러보냈으며 검출은 refractive index(RI) detector를 이용하였다. 표준품 용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다.

DPPH radical에 대한 전자공여능 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 각각의 추출물에 대한 DPPH(α,α-diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 에탄올 1 mL, 시료 10 µL, 100 mM sodium acetate buffer(pH 5.5) 990 µL를 분주한 시험관에 0.5 mM DPPH 용액(Abs. EtOH soln.) 0.5 mL를 넣어 교반하고, 암실에서 5분간 반응을 유도한 후, 잔존 radical의 농도를 UV spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였다(28). 전자공여능(%)은 [(1 - As/Ac) × 100]으로 나타내었고, As와 Ac에 실험군과 대조군의 흡광도 값을 각각 대입하여 계산하였다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As: 추출물 첨가구의 흡광도
Ac: 추출물 무첨가구의 흡광도

총 페놀 및 플라보노이드

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(29)에 따라 추출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% Na₂CO₃용액을 각 1 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 spectrophotometer(UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 0~100 µg/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드는 Moreno 등(30)의 방법에 따라 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL 및 1 M potassium acetate 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co.)를 표준물질로 하여 0~100 µg/mL의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

환원력 측정

Oyaizu(31)의 방법에 따라 측정하였으며 시료 1 mL에 pH 6.6의 200 mM 인산 완충액 및 1%의 potassium ferricyanide를 각 1 mL씩 차례로 가하여 교반한 후 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 15% TCA(trichloroacetic acid) 용액을 1 mL 가하고 12,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여

은 상징액 1 mL에 증류수 및 ferric chloride 각 1 mL를 가하여 혼합한 후 700 mm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 흡광도의 값으로 나타내었다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(Version 10.0, SPSS, Chicago, IL, USA) program을 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 군당 3개의 시료를 사용하여 실험은 3회 반복시행 하였다.

결과 및 고찰

더덕껍질의 식품영양학적 접근

일반성분 및 식이섬유소 함량: 본 연구에서 분석된 더덕 껍질의 일반성분과 식이섬유소 함량을 Table 1에 정리하였다. 더덕껍질 100 g(wet weight basis) 중에는 수분 7.89%, 탄수화물 22.79%, 조단백질 2.51%, 조지방 2.73%, 조회분 4.46%가 함유되어 있으며, 총 식이섬유소 함량은 59.62%이었다. 또한 더덕 껍질 100 g의 총 열량은 266.00 kcal로 분석되었다.

한편 영양소의 함량을 평가하는 데는 실제적인 고품질의 함량이 중시되므로 wet weight basis보다는 dry weight basis가 효과적인 것으로 판단하여 더덕껍질의 일반성분과 식이섬유소 함량을 건량기준으로 환산하여 Table 1의 괄호 안에 표시하였다. 그 결과 탄수화물 24.74%, 조단백질 2.73%, 조지방 2.96% 및 조회분 4.84%로 나타났다. 따라서 더덕 껍질의 주된 성분은 대부분의 식물체의 구성성분인 탄수화물인 반면 더덕껍질의 일반성분 중에서 조단백질의 함량이 가장 낮았다. 이러한 결과는 Won과 Oh(32)의 결과와 비교해 볼 때 약간의 차이를 나타내었으나, 이러한 결과는 채취시기, 경작 장소, 재배기간, 건조과정 등에 따른 차이로 여겨진다.

아미노산 조성: Table 1에 나타난 바와 같이 더덕껍질 100 g(dry weight basis) 중에는 조단백질 함량이 2.73%이었고 Table 2와 같은 아미노산 조성을 나타내었으며, 이중 asparagine과 glutamic acid 함량이 가장 높은 함량을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 필수아미노산 함량은 더덕 100

g(wet weight basis)당 약 0.63 g, 비필수아미노산 함량은 약 0.87 g으로써 필수아미노산과 비필수아미노산의 비율이 약 0.73이었다(Table 2).

무기질 함량: Table 3은 더덕껍질 100 g(wet weight basis) 중 무기질 함량을 분석한 결과이다. 칼륨이 약 800.89 mg으로 가장 함량이 높았고 그 다음이 칼슘(470.19 mg), 마그네슘(180.36 mg), 인(160.28 mg), 나트륨(6.35 mg) 순이었다. 미량영양소인 구리, 철 및 망간 함량도 각각 6.83 mg, 60.59 mg, 18.87 mg 함유되어 있는 것으로 분석되었으며, 아연은 검출되지 않았다(Table 3).

지방산 조성: Table 4에는 더덕껍질의 지방산 함량을 나타내었다. Linoleic acid 1.07 g, oleic acid 함량 0.43 g, palmitic acid 0.61 g으로 구성되어 이 세 가지 지방산이 높은 조성 비율을 보였다(Table 4).

유리당 함량: Table 5에는 더덕껍질에서 분석된 glucose, fructose 및 sucrose의 함량을 정리하였다. Fructose의 함량

Table 2. Amino acids contents of *Codonopsis lanceolata* skin

Amino acid	Contents (mg/100 g, wet weight basis)
Asparagine	152.37 ± 45.12
Threonine*	76.10 ± 38.27
Serine	79.02 ± 22.34
Glutamic acid	180.57 ± 74.31
Proline	81.27 ± 18.32
Glycine	94.16 ± 14.25
Alanine	94.82 ± 14.78
Cystein	13.45 ± 0.98
Valine*	134.83 ± 29.35
Methionine*	22.82 ± 11.35
Isoleucine*	76.78 ± 24.38
Leucine*	126.90 ± 68.32
Tyrosine	48.28 ± 33.28
Phenylalanine*	61.69 ± 28.36
Histidine*	33.37 ± 17.28
Tryptophan*	24.36 ± 19.36
Lysine*	76.55 ± 28.36
Arginine	126.78 ± 47.32
Essential amino acids	633.40 ± 34.21
Nonessential amino acids	870.72 ± 36.87
EAA/NEAA	0.73 ± 0.54

Values are mean ± SD. Values are mean of triplicates.

*Essential amino acid.

Table 1. Proximate compositions of *Codonopsis lanceolata* skin

Nutrients		Contents
Calories (kcal/100 g)		266.00 ± 2.74
General nutrients (%)	Moisture	7.89 ± 0.98 ¹⁾
	Carbohydrate	22.79 ± 2.17 (24.74) ²⁾
	Crude protein	2.51 ± 2.14 (2.73)
	Crude fat	2.73 ± 1.04 (2.96)
	Crude ash	4.46 ± 1.27 (4.84)
Dietary fiber (%)		59.62 ± 2.71 (64.73)

Values are mean ± SD. Values are mean of triplicates.

¹⁾Percentages of wet weight basis.

²⁾Percentages of dry weight basis.

Table 3. Minerals contents of *Codonopsis lanceolata* skin

Mineral	Contents (mg/100 g, wet weight basis)
Ca	470.19 ± 15.68
Mg	180.36 ± 13.21
Na	6.35 ± 6.87
K	800.89 ± 18.32
P	160.28 ± 13.28
Fe	60.59 ± 5.24
Zn	ND ¹⁾
Cu	6.83 ± 0.04
Mn	18.87 ± 1.08

Values are mean ± SD. Values are mean of triplicates.

¹⁾ND: Not detected.

Table 4. Fatty acid composition of *Codonopsis lanceolata* skin

Fatty acid	Contents (g/100 g)
C6:0	0.09±0.01
C8:0	0.04±0.05
C10:0	0.18±0.04
C12:0	0.07±0.04
C14:0	0.19±0.08
C14:1	0.07±0.09
C16:0	0.61±0.99
C16:1	0.01±0.10
C18:0	0.10±0.14
C18:1 (n-9)	0.43±1.95
C18:2 (n-6)	1.07±1.35
C18:3 (n-3)	0.18±0.04
C20:0	0.03±0.18
C22:0	0.10±0.02
C24:0	0.12±0.01
C24:1	0.02±0.07

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates.

Table 5. Free sugars contents of *Codonopsis lanceolata* skin

Free sugar	Contents (%)
Glucose	1.52±0.71
Fructose	6.07±0.95
Sucrose	0.85±0.21

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates.

이 전체 유리당의 약 72%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

더덕껍질 물추출물의 각종 생리활성 물질 함량

총 페놀 및 플라보노이드 화합물 함량: 더덕껍질 물추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 화합물 함량은 Table 6과 같다. 더덕껍질추출물에서 총 페놀화합물 함량이 총 플라보노이드 함량보다 높게 정량되었다. 즉, 총 페놀화합물 함량은 24.65 µg/g, 플라보노이드 함량은 6.19 µg/g으로 분석되었다. 이는 Kim(33)의 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 식물 기원의 시료에서 페놀 화합물은 그 함량은 많을수록 항산화 활성이 높으며(34), 식물시료의 변색에 주된 영향을 미치는 인자로 알려져 있다(35). 플라보노이드류는 polyphenolic substance로서 화학구조에 따라 flavonols, flavones, catechins, isoflavones 등으로 분류되며, 물과 에탄올에 대한 용해도가 다르고 이들의 구조적 차이에 따라 과산화 지질 생성 억제 등의 생화학적 활성에 영향을 준다(36). 따라서 더덕껍질 물추출물이 높은 총 페놀 및 플라보노이드 화합물 함량을 나타내어 더덕껍질 추출물의 항산화 활성이 높을 것으로 사료된다.

Table 6. Total phenolic and flavonoid contents of water extracts from *Codonopsis lanceolata* skin (µg/g)

Component	Contents
Total phenolic	24.65±1.34
Total flavonoids	6.19±0.97

Values are mean±SD. Values are mean of triplicates.

DPPH radical에 대한 전자공여능: 전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 안정한 자유 라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며, 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며 각 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대하여 소거 활성을 기대할 수 있으며 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다.

더덕껍질 물추출물의 DPPH 소거 활성을 농도별로 측정하여 비교한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 500 µg/mL 농도에서 79.30%로 높은 활성을 보였다. 이는 더덕추출물의 *in vivo* 및 *in vitro* 항산화 효과 측정(37)에서의 결과와 유사하였다. 따라서 식물체 추출물의 DPPH radical 소거에 의한 전자공여능이 페놀류나 플라보노이드 물질에 기인하여 항산화 활성을 나타내는 것으로 볼 때(38), 더덕껍질 물추출물에서 전자공여능이 높았던 것도 이에 함유된 총 페놀 및 플라보노이드 함량에 기인된 것으로 판단된다.

환원력 측정: 항산화 작용의 여러 가지 기작 중에서 활성산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력이 환원력이므로 이를 측정하여 항산화 활성을 검정하는 수단으로 이용할 수

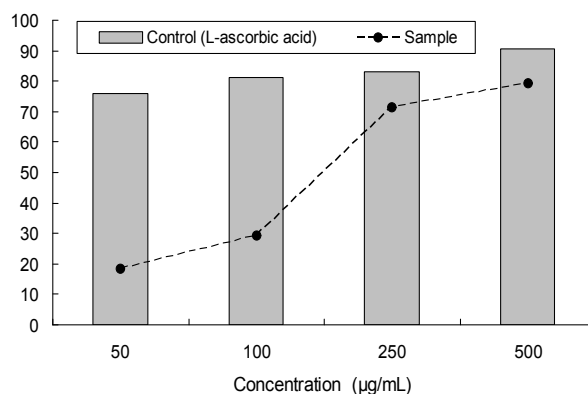


Fig. 1. DPPH radical scavenging ability of water extracts from *Codonopsis lanceolata* skin.

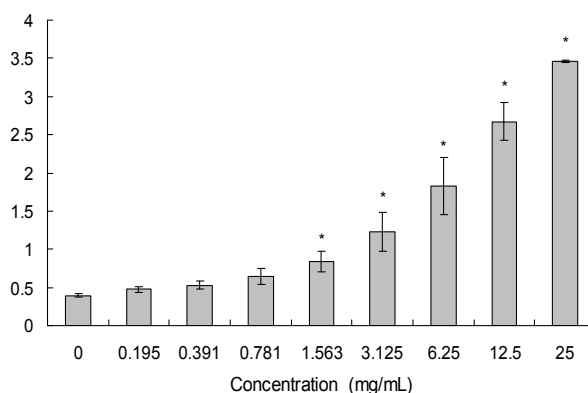


Fig. 2. Reducing power of water extracts from *Codonopsis lanceolata* skin.

있으며, 환원력이 강할수록 녹색에 가깝게 발색되므로 항산화 활성이 큰 물질일수록 높은 흡광도 값을 나타낸다(39). 그리하여 더덕껍질 물추출물의 환원력을 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 환원력은 더덕껍질 추출물의 농도에 비례하여 증가하였으며, 25 mg/mL의 농도에서 3.5로 높은 환원력을 보였다.

요 약

본 연구는 더덕껍질의 기능성식품 및 화장품 소재로서의 이용가능성을 조사하기 위해서 더덕껍질의 영양성분 분석을 통한 식품영양학적 접근, 생리활성 기능을 기대할 수 있는 관련 물질 함량을 분석하였다. 식품영양학적 접근에서의 더덕껍질의 일반성분은 건량기준으로 탄수화물 24.74%, 조단백질 2.73%, 조지방 2.96% 및 조회분 4.84%이었고 더덕껍질 100 g의 함유 열량은 266.00 kcal로 분석되었으며, 총 식이섬유소 함량은 건량기준으로 64.73%로 나타났다. 또한, 펠수아미노산과 비펠수아미노산 함량은 각각 633.40과 870.72 mg/100 g wet weight basis이었고, 무기질 중 칼륨의 함유량이 가장 높았고 그 다음이 칼슘, 마그네슘, 인순으로 나타나 알칼리성 재료임을 알 수 있었으며, 지방산 함량의 경우 불포화지방산의 함량이 높은 것으로 나타났다. 유리당의 경우 fructose의 함량이 전체 유리당의 약 72%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 더덕껍질 물추출물의 총 페놀화합물 함량은 24.65 µg/g, 플라보노이드 함량은 6.19 µg/g으로 분석되었으며, DPPH 소거 활성을 농도별로 측정하여 비교한 결과 500 µg/mL 농도에서 79.30%로 높은 활성을 보였다. 또한, 환원력의 경우에는 더덕껍질 추출물이 25 mg/mL의 농도에서 3.5로 높은 환원력을 보였다. 이상의 결과로부터 더덕껍질 물추출물은 항산화능이 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 더덕껍질을 식품 내 첨가물로서, 혹은 다른 약용으로의 활용가능성을 제시하고 있다.

문 헌

1. Yim JE, Choue RW, Kim YS. 1998. Effect of dietary counseling and HMG CoA reductase inhibitor treatment on serum lipid levels in hyperlipidemic patients. *Korean J Lipidology* 8: 61-76.
2. Moon SJ. 1996. Korean disease pattern and nutrition. *Korean J Nutr* 29: 381-383.
3. Han SM. 2001. Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea.
4. Technology Roadmap in Korea. 2003. National Technology Roadmap. Aiming at Bio-healthtopia. STEPI, Seoul, Korea. p 23-154.
5. Han HK, Lim SJ. 1998. Effect of fractions from methanol extract of *Commelina ommuris* on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Soc Food Sci* 14: 577-583.
6. Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB. 1998. Composition of organic acid, fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* & *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 100-106.
7. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
8. Park SH, Han JH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *J Nutr* 36: 49-63.
9. Choi MS, Do DH, Choi DJ. 2002. The effect of mixing beverage with *Aralia continentalis* Kitagawa root on blood pressure and blood constituents of the diabetic and hypertensive elderly. *Korean J Food & Nutr* 15: 165-172.
10. Cha WS, Kim CK, Kim JS. 2002. On the development of functional health beverages using *Citrus reticulata*, *Ostrea glgas*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17: 503-507.
11. Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. *Korean J Food Sci Technol* 34: 617-624.
12. Han H, Song YJ, Park SH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function in aorta relaxation. *Korean J Oriental Physiology & Pathology* 18: 1078-1082.
13. Kim PJ. 2002. Study on the diet according to the sasang constitution. *MS Thesis*. Dong Eui University, Busan, Korea.
14. Seo MW, Jeong SI, Shin CG, Ju YS. 2003. The morphological standard and isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum indicum* L. *Korean J Herbology* 18: 133-144.
15. Kim CH, Chung MH. 1975. Pharmacognostical studies on *Condopsis lanceolata*. *Natural Product Sciences* 6: 43-47.
16. Maeng YS, Park HK. 1991. Antioxidant activity of ethanol extract from Dodok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J Food Sci Technol* 23: 311-316.
17. Kim SY, Kim HS, Su IS, Yi HS, Kim HS, Chung SY. 1993. Effects of the feeding *Platycodon grandiflorum* and *Codonopsis lanceolata* on the lipid components of serum and liver in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 517-523.
18. Han EG, Sung IS, Moon HG, Cho SY. 1998. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 27: 940-9443.
19. Hong WS, Lee JS, Kim EJ, Choi YS. 2006. A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* Dishes and development of *Codonopsis lanceolata* Dishes. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 181-192.
20. Kang YH. 2009. Phenolic compounds and antioxidant activity in cell wall materials from Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J Food Technol* 41: 345-349.
21. AOAC. 1990a. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 788.
22. AOAC. 1995a. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Chapter 45, p 70.
23. Waters Associates. 1983. *Official methods of analysis*. In *Amino acid system of operators manual of the Waters Associates*. Milford, MA, USA. p 37.
24. AOAC. 1984a. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 878.
25. Folch J, Lees M, Slane SGH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal

- tissue. *J Biol Chem* 226: 497-509.
26. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37: 911-917.
 27. Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. 1981. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem* 29: 4-7.
 28. Lee HH, Lee SY. 2008. Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai. and *T. officinale* WEB. extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16: 79-85.
 29. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAACS* 58: 966-967.
 30. Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacology* 71: 109-114.
 31. Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J Nutr* 44: 307-315.
 32. Won HR, Oh HS. 2007. Antioxidative activity and lipid composition from different part and supplement of *Codonopsis lanceolata* in rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1128-1133.
 33. Kim SH. 2009. Cholesterol lowering activities of *Codonopsis lanceolata* and *Platycodon grandiflorum* extracts. *PhD Dissertation*. Kangwon National University, Chuncheon, Korea. p 29-30.
 34. Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed andise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
 35. Choi KS, Lee HY. 1999. Characteristics of useful components in the leaves of Baechohyang (*Agastache rugosa*, O. Kuntze). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 326-332.
 36. Middleton EJ, Kandaswami C. 1994. Potential health promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48: 115.
 37. Kim SH, Chung MJ, Jang HD, Han SS. 2010. Antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* extract *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 193-202.
 38. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 624-630.
 39. Yim MH, Hong TG, Lee JH. 2006. Antioxidant and antimicrobial activity of fermentation and ethanol extracts of pine needles (*Pinus densiflora*). *Food Sci Biotechnol* 15: 582-588.

(2010년 7월 19일 접수; 2010년 8월 22일 채택)