

## 흑도라지의 이화학적 품질특성

이수진 · 신승렬<sup>1</sup> · 윤경영\*

영남대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>대구한의대학교 한방식품조리영양학부

### Physicochemical Properties of Black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*)

Soo-Jin Lee, Seung-Ryeul Shin<sup>1</sup>, and Kyung-Young Yoon\*

Department of Food and Nutrition, Yeungnam University

<sup>1</sup>Faculty of Herbal Food and Nutrition, Daegu Haany University

**Abstract** The physicochemical properties of raw and black *doraji* were examined with the goal of increasing the utilization of *doraji*. Raw and Black *doraji* contained similar amounts of crude ash, crude fat, and crude protein, but raw *doraji* had higher level of fiber. Arginine was the major free amino acid in both types of *doraji*. Free sugar and organic acid contents of *doraji* increased after steaming heat treatment. Potassium was a prominent mineral in both raw and black *doraji*, constituting 85% of total minerals. Black *doraji* contained almost twice as much crude saponin as did raw *doraji*. Black *doraji* showed lower values of L (lightness), a (redness), and b (yellowness). The hardness and chewiness of raw *doraji* were higher than those of black *doraji*. Black *doraji* showed a higher amount and extraction rate of saponin, even though nutrient value of *doraji* slightly decreased after steaming heat treatment. Therefore, black *doraji* can be a valuable ingredient in functional foods.

**Keywords:** *Platycodon grandiflorum*, steaming heat treatment, proximate composition, black *doraji*, crude saponin

## 서 론

사회구조의 변화와 함께 well-being 문화가 정착됨에 따라 건강에 대한 관심이 증가하면서 약용 및 식용식물을 이용한 기능성 식품의 개발과 활용에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 오래전부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔으며 초롱꽃과의 여러해살이풀로서 이의 뿌리인 길경은 도라, 길경채, 백약이라고도 한다. 우리가 보통 말하는 도라지는 길경으로, 도라지의 뿌리부분을 말하고, 예로부터 껍질을 벗긴 도라지를 물에 담가 쓴맛을 제거한 뒤 말려서 식용으로 사용한다. 도라지는 섬유질이 풍부하고 칼슘과 철이 많이 함유된 알칼리성 식품이며(1), 생채, 전, 나물 등 식용으로 이용되고 있다(2). 길경은 식품뿐만 아니라 유용한 한약재로서도 널리 사용되고 있는데, 도라지의 주요 약리 성분은 terpenoid계 saponin으로 거담작용, 진해작용, 해열, 진통 등의 약리작용이 있다(3,4). 이처럼 도라지는 다양한 기능성과 그와 관련된 여러 가지 생리활성 성분을 함유하고 있어 건강기능식품 소재로의 개발 가능성이 높아지고 있다. 이에 따라 도라지의 이용이 증가하고 있으며, 도라지에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 현재까지 알려진 도라지에 관한 연구는 일반성분과 약리성분 연구, 기관지 질환 효능, 장생도라지의 화학성분과 생리활성 및 건강기능식품 개발

연구 등이 있으며, 도라지에서 추출한 사포닌의 항비만효과와 HPLC를 이용하여 도라지의 사포닌 분석 등이 있다(1,2,5-10). 최근에는 증숙을 이용한 도라지의 가공품인 홍도라지 추출액의 제조 및 품질 특성 연구가 이루어지고 있다.

증숙은 한방에서 찌서 익히는 것을 말하며 홍삼 또는 흑삼을 만들 때에 주로 사용하는 방법으로, 현재 그 영역이 확대 적용되어 흑마늘, 흑더덕, 흑양파 등이 개발 및 시판되고 있다. 홍삼의 경우 증숙과정 중에 형성된 갈색 물질이 풍미, 색상개선 등의 효과뿐만 아니라 항산화 활성 및 기능성분으로서의 효과가 입증되었다(11). 그러나 현재 기능성 식품소재로 각광받고 있는 흑도라지의 품질 특성 및 생리활성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 증숙을 이용하여 제조된 흑도라지의 식품학적 가치를 평가하고 기능성 식품소재로 활용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 일반성분, 조사포닌 함량을 비롯한 화학적 특성과 색도, texture와 같은 물리적 특성을 생도라지와 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용된 도라지는 경상북도 영주에서 재배된 3년 근(길이 15-20 cm, 지름 1.5-2 cm, 중량 25-30 g)을 사용하였다. 흑도라지는 세척된 도라지를 항온기(MCJ-550P2A, Mama, Seoul, Korea)에서 60°C에서 15일간 증숙하였고, dry oven (KME-1203P3, Vision Scientific Co., Seoul, Korea)을 이용하여 30°C에서 3시간 건조하여 흑도라지를 제조하였다. 제조된 흑도라지와 생도라지는 -42°C deep freezer (MDF-415, Sanyo, Tokyo, Japan)에 보관하면서 일반성분 및 영양성분 분석에 사용하였다.

\*Corresponding author: Kyung-Young Yoon, Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea  
Tel: 82-53-810-2878  
Fax: 82-53-810-4768  
E-mail: yoonky2441@ynu.ac.kr  
Received April 10, 2013; revised May 14, 2013;  
accepted May 14, 2013

**일반성분 측정**

수분은 수분자동측정기(FD-720, Kett, Tokyo, Japan)를 이용하고, 조지방은 조지방 자동추출기(Soxtec 2050, Foss, Hoganas, Sweden)로 측정하고, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다. 조단백질은 Kjeldahl 법에 따라 Micro Kjeldahl 장치(Distillation Unit B-323, Buchi, Flawil, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 조섬유는 조섬유자동추출기(Fiber test F-6, Raypa, Barcelona, Spain)를 이용하여 측정하였다. 탄수화물은 시료 전체를 100%로 하고 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조지방 함량을 감한 것을 탄수화물 함량(%)으로 하였다.

**환원당 함량 측정**

환원당 함량은 dinitrosalicylic acid (DNS)법(12)에 따라 시험하였다. 시료 5 g을 10배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 다음 4°C 8,000 rpm에서 20분간 원심분리(Supra-21K, Hanil, Incheon, Korea)하여 얻어진 상층액을 Whatman No. 1 filter paper (Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 사용하였다. 각각의 시험관에 시료 1 mL와 DNS 시약 1 mL를 넣고, 끓는 물에서 10분 동안 증탕시켜 상온에서 충분히 냉각시킨 다음 증류수 3 mL를 넣어 550 nm에서 흡광도를 측정(U-2900, Hitachi, Tokyo, Japan)하였다. 이때 환원당 함량은 glucose (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 작성한 검량선으로부터 환산하였다.

**유리당, 유기산 및 아미노산 함량 측정**

유리당, 유기산 및 유리아미노산 함량을 측정하기 위하여 시료 5 g을 10배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 후 4°C 8,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 얻어진 상층액을 Whatman No. 1 filter paper (Whatman)로 여과하여 상등액을 50 mL로 정용하였다. 일정량을 0.45 membrane filter (Milipore, Billerica, MA, USA)로 여과하고 희석하여 분석용 시료로 사용하였다. 유리당과 유기산은 HPLC (Waters 1525, Waters Co., Miliford, MA, USA)로 분석하였으며, 유리아미노산은 amino acid analyzer (L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

구성아미노산의 분석은 시료 1 g을 test tube에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 후 밀봉하여, 110°C에서 24시간 가수분해 시켰다. 이 상등액을 50°C에서 회전 진공 농축기로 감압 농축하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 후, 구연산나트륨 완충용액(pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 정용하였다. 일정량을 0.45 µm syringe filter (Milipore)로 여과한 것을 아미노산 자동 분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech, Little Chalfont, UK) 분석하였다.

**무기질 함량**

무기질 함량은 습식분해법(Wet Digestion Method)으로 분석하였다. 시료 1 g에 65%의 HNO<sub>3</sub> 6 mL와 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1 mL를 teflon bottle에 담은 후 이를 전처리 시험용액으로 하였으며, microwave digestion system (Ethos-1600, Milestone, Sorisole, Italy)을 이용하여 최고 600 W로 총 20분간 산분해를 실시하였다. 전처리 과정을 거친 시료용액은 0.45 µm membrane filter (Milipore)로 여과하여 Inductively coupled plasma spectrometer (ICP-IRIS, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

**조사포닌 함량 측정**

조사포닌의 함량은 Park 등(13)의 방법에 준하여 측정하였다. 도라지의 조사포닌 함량은 시료 5 g에 80% methanol 50 mL를 가하여 70°C 수조상에서 30분간 추출한 다음 추출물을 여과(What-

man No. 2)하였다. 이러한 추출과정을 2회 반복 실시하여 추출액을 합하고 55°C에서 감압 농축한 다음 잔여물을 증류수 50 mL로 정용하였다. 이것을 분액 깔대기에 옮기고 에테르 50 mL로 씻은 다음 물 층을 물포화 부탄올 50 mL로 3회 추출한 후, 물포화 부탄올층을 미리 항량으로 한 농축플라스크에 회수하여 감압 농축한 후 105°C에서 20분간 건조하였다. 다시 데시케이터에서 30분간 식혀 무게를 측정한 후 다음 식에 의해 조사포닌 함량을 구하였다.

$$*조사포닌(mg\%) = \frac{\text{건조 후 수기의 무게}(mg) - \text{수기의 무게}(mg)}{\text{시료}(g)} \times 100$$

**색도 측정**

각 시험구의 색도는 색차계(Model CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 hunter값(L=명도, a=적색도, b=황색도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준 백색관의 L, a 및 b값은 각각 97.51, -0.16 및 1.75이었으며, 도라지의 표면을 각각 20회 반복 측정하였다.

**Texture 측정**

Texture는 도라지 중에서 평균적인 외관을 나타내는 것을 선정하여 texture analyzer (QTS-25, Brootfield, Harlow, UK)를 사용하여, hardness와 chewiness에 대해 각각 10회 반복 측정하였다. 이때 사용된 adaptor는 원뿔형으로 윗지름이 20 mm였고, test type은 TPA, deformation은 50%를 설정하였으며, test speed는 50 mm/min이었다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 및 환원당 함량**

도라지의 수분함량을 측정한 결과, 생도라지와 흑도라지의 수분함량은 각각 78.07, 73.96%로 생도라지의 수분함량이 흑도라지의 수분함량에 비해 높게 나타났다. 흑도라지와 생도라지의 일반성분을 건물량 기준으로 비교하기 위해서 수분함량을 배제한 값으로 환산하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 생도라지의 조회분, 조지방, 조단백, 탄수화물 및 조섬유의 함량은 각각 1.62, 1.45, 3.47, 79.9, 13.56%로 측정되었으며, 흑도라지 각각의 함량은 1.67, 1.50, 3.17, 82.4, 11.25%로 나타났다. 조회분, 조지방 및 조단백질의 함량은 생도라지와 흑도라지의 함량이 유사하여 큰 변화는 보이지 않았다. 반면 흑도라지의 조섬유의 함량은 생도라지에 비해 감소하였으며, 반면 탄수화물의 양은 증가하였다. 이는 도라지 세포벽 성분이 증숙 과정 중 세포벽 분해효소에 의해 분해되어 조섬유의 함량은 감소하고 탄수화물의 함량은 증가한 것으로 판단된다.

환원당 함량은 생도라지 1.89%, 흑도라지 12.34%로 흑도라지가 생도라지에 비해 6배 이상 높은 함량을 나타내었다. 이는 증숙과정 중 도라지에 존재하는 탄수화물 분해효소가 활성화되어 도라지에 함유된 다당류가 분해되어 증가한 것으로 판단된다.

**유리당 함량**

흑도라지의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 생도라지는 glucose, fructose, sucrose가 검출된 반면 흑도라지는 glucose와 fructose만이 검출되었다. 각 유리당의 함량을 살펴보면, 생도라지에서는 sucrose가 779.4 mg%로 가장 많았으며, glucose 370.0 mg%, fructose 415.5 mg%로 나타났다. 반면 흑도라지는 sucrose가 검출되지 않았으며, glucose와 fructose의 함량이 각각

**Table 1. Chemical compositions of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(% dry weight)

Components	Raw	Black
Crude ash	1.62±0.23	1.67±0.75
Crude lipid	1.45±0.27	1.50±0.04
Crude protein	3.47±0.96	3.17±0.09
Carbohydrate	79.9±1.23	82.4±3.87
Fiber	13.56±0.43	11.26±0.86
Reducing sugar	1.89±0.01	12.34±0.03

Mean±SD (n=3)

**Table 2. Free sugar contents of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(mg% dry weight)

Free sugars	Raw	Black
Glucose	370.0±27.7	1,543.3±48.5
Fructose	415.5±24.5	4,176.3±34.3
Sucrose	779.4±31.1	ND

Mean±SD (n=3)

1,543.3 mg%와 4,176.3 mg%로 생도라지에 비해 매우 높은 함량을 나타내었다. Jeong과 Shim(14)은 도라지의 잎과 줄리의 유리당 함량을 분석한 결과, glucose, fructose 및 sucrose가 검출되었다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 본 연구에서 흑도라지에서 sucrose가 검출되지 않은 것은 sucrose가 단당류인 fructose와 glucose로 분해되었기 때문으로 판단된다. 또한 흑도라지의 유리당 함량이 생도라지에 비해 매우 높은 것은 흑도라지 제조과정 중 도라지에 함유되어 있던 다당류가 효소의 작용에 의해 저분자화 되어 단당류 및 올리고당이 생성되었기 때문으로 판단된다. Hwang 등(15)은 열처리 온도에 따른 더덕과 도라지의 유리당 함량을 분석한 결과, 고온 처리 시 sucrose가 검출되지 않았다고 보고해 본 연구 결과와 같았다.

### 유기산 함량

도라지의 유기산 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 생도라지에서는 oxalic acid, malic acid, acetic acid 및 succinic acid 4종의 유기산이 검출되었으며, 흑도라지에서는 lactic acid와 citric acid 2종이 더 검출되었다. 그 함량을 살펴보면, 생도라지의 oxalic acid, malic acid, acetic acid 및 succinic acid의 함량은 각각 76.7, 131.8, 55.3 및 1.52 mg%로 나타났다. 흑도라지의 경우 oxalic acid, malic acid, acetic acid 및 succinic acid의 함량은 277.9, 669.7, 399.0 및 248.2 mg%로 크게 증가하였다. 또한 생도라지에 검출되지 않았던 lactic acid와 citric acid의 함량은 2,010.7 mg%와 475.3 mg%로 증속에 의해 그 함량이 크게 증가하였음을 알 수 있었다. 이는 지속적인 열처리로 인하여 sucrose가 단당류인 fructose로 분해되고 분해된 fructose가 열분해로 인하여 HMF, furfural 및 5-methyl furfural 등과 유기산으로 분해되어(16), 흑도라지의 유기산 함량이 증가한 것으로 판단된다. 또한 증숙 과정 중의 일부 발효에 의해 생성된 lactic acid와 acetic acid의 증가로 유기산 함량이 높은 것으로 생각된다(17). Woo 등(18)의 연구에서도 당용액의 처리 온도와 시간이 증가할수록 대조군에서는 검출되지 않았던 유기산 함량이 증가하는 것으로 보고되었다.

### 아미노산 함량

도라지에 함유된 유리아미노산의 함량을 분석한 결과는 Table

**Table 3. Organic acid contents of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(mg% dry weight)

Organic acids	Raw	Black
Oxalic acid	76.7±2.2	277.9±15.6
Malic acid	131.8±1.9	669.7±42.2
Lactic acid	ND	2010.7±77.8
Acetic acid	55.3±3.4	399.0±34.2
Citric acid	ND	475.3±28.5
Succinic acid	1.5±0.2	248.2±3.0

Mean±SD (n=3)

ND, Not detected

4와 같다. 필수 아미노산 조성을 보면, 두 시료군 모두 threonine의 함량이 가장 높았으며, lysine이 가장 낮은 함량을 보였다. 총 필수아미노산 함량은 생도라지와 흑도라지 각각 49.84 mg%와 32.48 mg%로 생도라지의 필수아미노산의 함량이 높게 나타났다. 비필수아미노산에 있어서는 생도라지와 흑도라지 모두 arginine의 함량이 각각 186.48, 164.74 mg%로 가장 높게 나타났다. 또한 흑도라지가 생도라지에 비해 glycine과 cystine을 제외한 나머지 유리 아미노산에서 모두 낮은 값을 나타내었다. 유리아미노산의 총 함량은 생도라지 375.74 mg%, 흑도라지 300.96 mg%로, 흑도라지의 아미노산 함량이 생도라지 함량에 비해 다소 낮은 값을 나타내었다. 이는 증숙 과정 중에 amino-carbonyl 반응에 의한 갈변반응으로 인해 유리아미노산의 손실이 일어난 것으로 판단된다(19).

생도라지와 흑도라지의 총 구성아미노산 함량은 각각 3,397.6 mg%와 2,669.9 mg%로 유리아미노산과 같은 경향으로 생도라지의 총 함량이 더 높았다(Table 5). 생도라지의 주요 구성 아미노산은 glutamic acid와 arginine이었으며, 흑도라지의 주요 구성 아미노산은 glutamic acid와 aspartic acid로 나타났다. 이러한 결과는 대표적인 근채류인 연근의 주요 구성 아미노산이 aspartic acid이며, 우영의 대표적인 아미노산이 arginine이라고 보고한 Han과 Koo(20)의 연구결과와 유사하였다. 각 구성아미노산의 함량을 살펴보면 감칠맛의 주성분인 glutamic acid가 두 시료 모두에서 가장 높게 측정되었는데, 그 함량은 생도라지가 1,072.4 mg%, 흑도라지가 1,090.7 mg%로 증숙 전후 큰 차이는 없었다. 하지만 생도라지의 많은 양을 차지하고 있는 arginine과 lysine의 경우, 함량은 흑도라지와 많은 차이를 나타내었다. 즉, arginine은 생도라지 616.6 mg%, 흑도라지 136.2 mg%이었으며, lysine의 함량은 생도라지 141.7 mg%, 흑도라지 31.2 mg%로 생도라지에 비해 흑도라지의 함량이 매우 감소된 것을 알 수 있었다. 이는 대표적인 염기성 아미노산인 arginine과 lysine이 증숙과정 중 amino-carbonyl 반응에 있어서 다른 아미노산에 비해 먼저 갈변반응에 참여하여 그 함량이 크게 감소한 것으로 판단된다(19). 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 생도라지와 흑도라지 각각 25.6%, 26.3%로 나타나 흑도라지의 비율이 생도라지에 비해 우수한 것으로 나타났다.

### 무기질 함량

생도라지와 흑도라지의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 두 시료 모두 칼륨이 가장 많이 함유되어 있었으며, 또한 칼슘, 마그네슘의 함량이 높게 나타났다. 칼륨 함량의 경우 생도라지 1,180.75 mg%, 흑도라지 990.02 mg%이었다. 칼륨은 세포 내액의 주된 양이온으로 나트륨과 함께 체액의 삼투압과 수분 균형을 조절하며, 나트륨, 수소 이온과 함께 산과 염기 균형에 관여한다. 이러한 칼륨의 섭취는 고혈압의 예방과 치료에 효과적이

**Table 4. Free amino acids contents of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(mg% dry weight)

Amino acids	Raw	Black	
Essential amino acid	Threonine	13.03±0.17	8.84±6.55
	Valine	9.19±0.74	7.22±1.12
	Methionine	5.08±0.02	3.89±3.56
	Isoleucine	5.94±0.22	4.98±1.86
	Leucine	7.29±0.23	3.12±0.65
	Phenylalanine	5.20±0.11	3.07±0.46
	Lysine	4.11±0.08	1.36±0.22
	Tryptophan	ND	ND
Total essential amino acid	49.84±1.86	32.48±1.99	
Nonessential amino acid	Aspartic acid	28.18±0.17	37.00±6.17
	Serine	23.11±0.25	13.08±3.84
	Glutamic acid	36.63±0.36	9.63±1.96
	Glycine	2.48±0.04	18.01±9.42
	Alanine	27.60±0.75	16.47±3.39
	Cystine	1.22±1.72	1.39±0.06
	Tyrosine	4.02±0.31	3.08±0.83
	Histidine	8.73±0.05	0.62±0.87
	Arginine	186.48±0.26	164.74±21.69
	Proline	7.451±0.02	4.46±0.29
Total nonessential amino acid	225.90±1.23	268.48±102.25	
Total amino acid	375.74±2.12	300.96±98.32	

ND, Not detected

**Table 5. Contents of total amino acids of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(mg%)

Amino Acids	Raw	Black
L-Aspartic Acid	366.0±10.1	297.8±7.5
L-Serine	148.5±7.2	120.4±6.6
L-Glutamic Acid	1,072.4±33.4	1,090.7±31.9
L-Proline	ND <sup>1)</sup>	ND
Glycine	98.6±5.5	116.3±5.0
L-Alanine	173.4±7.7	178.1±4.2
L-Cystine	ND	ND
L-Valine	139.2±2.5	143.3±1.2
L-Methionine	50.6±0.2	41.7±0.6
L-Isoleucine	104.8±0.5	110.7±2.2
L-Leucine	141.1±7.6	140.3±3.3
L-Tyrosine	51.8±36.9	28.5±0.3
L-Phenylalanine	104.2±10.3	98.0±1.7
L-Histidine	70.8±1.4	37.6±0.4
L-Lysine	141.7±1.6	31.2±0.6
L-Arginine	616.6±17.5	136.2±2.7
L-Threonine	117.9±6.1	99.3±2.4
TAA <sup>2)</sup>	3,397.6±32.7	2,669.9±69.2
EAA <sup>3)</sup>	870.3±11.7	702.0±11.5
EAA/TAA(% <sup>4)</sup>	25.6	26.3

<sup>1)</sup>ND, Not detected

<sup>2)</sup>TAA, total amino acid

<sup>3)</sup>EAA, essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys)

<sup>4)</sup>EAA/TAA, essential amino acid/total amino acid

다. 생도라지와 흑도라지의 칼슘의 함량은 각각 78.57 mg%와 78.07 mg%로 측정되어 두 시료간의 차이는 없었으며, 마그네슘의 함량은 생도라지와 흑도라지 각각 70.54, 53.17 mg%로 생도라지의 함량이 흑도라지에 비해 높게 나타났다. 또한 구리를 제외한 대부분의 무기질의 함량이 흑도라지에 비해 생도라지에 다소 많은 함량을 나타내었는데, 이는 흑도라지 제조 시 미량의 무기질이 수분과 함께 용출되어 손실된 것으로 판단된다.

**조사포닌 함량**

도라지에는 인삼에서와 같이 사포닌이 함유되어 있는데 이를 platycoside라 칭하며 거담작용 및 여러 약리효과가 검증되었다. 생도라지와 흑도라지의 조사포닌 함량은 각각 57.0 mg%와 107.92 mg%로 증숙에 의해 그 함량이 2배 가까이 증가하였음을 알 수 있었다(Fig. 1). 이는 증숙에 의해 세포벽과 분자구조의 파괴에 따라 조직이 연화되어 saponin의 추출 효율이 증가하여 사포닌의 함량이 크게 증가한 것으로 판단된다. 도라지 사포닌은 triterpene계 사포닌으로 17종의 사포닌이 존재한다. 이러한 사포닌은 동물 실험에서 진해, 거담작용, 중추신경 억제작용, 혈압 및 혈당강화작용, 콜레스테롤 개선작용, 항산화 및 항암 효과 등이 있는 것으로 알려져 있다(21). 이로써 흑도라지의 높은 사포닌 추출 효율 증가로 흑도라지는 생도라지에 비해 높은 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

**색도 및 texture**

생도라지와 흑도라지의 색도를 측정된 결과(Table 7), 명도를 나타내는 L 값은 생도라지가 58.61로 흑도라지 26.11보다 높은 값을 나타내어, 증숙과정 중 갈변으로 인하여 흑도라지 표면의 밝기가 어두워졌음을 알 수 있었다. 적색도를 나타내는 a값과 황

**Table 6. Mineral contents of Doraji (*Platycodon grandiflorum*)**  
(mg% dry weight)

Minerals	Raw	Black
Ca	78.57±1.23	78.07±0.99
Co	0.03±0.01	0.03±0.00
Cu	0.10±0.01	0.11±0.01
Fe	7.10±0.81	6.98±0.23
K	1,180.75±41.78	990.02±28.67
Mg	70.54±1.94	53.17±0.38
Mn	5.98±0.03	5.2±0.17
Na	29.86±0.31	25.71±0.91
Zn	1.15±0.01	1.35±0.01

Mean±SD (n=3)

색도를 나타내는 b값은 모두 생도라지에서 각각 8.80, 23.30으로 흑도라지 2.61, 4.30에 비해 높은 값을 나타냈다. 따라서 생도라지가 흑도라지가 되는 과정 중에 밝기와 적색도, 황색도 모두 감소하는 것을 알 수 있었다. 가열 온도에 따른 수삼의 갈변반응에 따른 색도를 측정된 결과(22), 증삼 온도가 높은 수록, 시간이 증가할수록 a 값과 b값은 증가하였고, L 값은 감소하였다. 또한 흑마늘의 경우 생마늘에 비해 L 값과 b 값은 크게 감소하였으나 a 값은 높게 측정되어(23), 본 연구의 결과와는 다소 다른 경향을 나타내었다. 이상과 같이 각 연구에 따른 색도변화 차이는 시료 고유의 색상이 다르고 각각의 증숙 방법이 다르기 때문으로 판단된다.

도라지의 hardness와 chewiness를 측정된 결과(Table 7), 두 가지 항목 모두 흑도라지가 생도라지에 비해 매우 낮은 값을 나타냈다. 견고성을 나타내는 hardness의 경우 생도라지가 1571.89 g

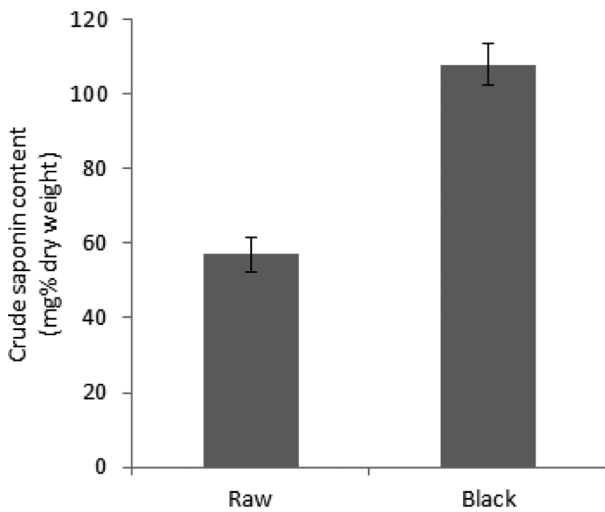


Fig. 1. Crude saponin content of raw and black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*).

Table 7. Physical properties of *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*)

Properties		Raw	Black
Hunter color values	L	58.61±3.60	26.11±2.94
	a	8.80±0.84	2.61±0.93
	b	23.30±2.39	4.30±1.62
Texture	Hardness (g)	1,571.89±322.45	154.00±44.21
	Chewiness (g·mm)	2,995.22±655.21	164.69±91.67

L, lightness; a, red; b, yellow  
Mean±SD (n=20)

으로 흑도라지의 154.00 g보다 약 10배가량 높았다. 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우, 두 시료군 사이의 가장 많은 차이가 났으며 그 값은 생도라지가 2995.22 g·mm, 흑도라지가 164.69 g·mm로 생도라지가 흑도라지의 약 20배의 값을 나타냈다. 이와 같이, 생도라지를 증숙함에 따라 도라지의 조직이 물러지고, 약해짐을 알 수 있었다. 따라서 흑도라지를 기능성 식품소재로 이용 시 도라지 내에 함유된 유용성분의 추출이 용이할 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구는 다양한 생리활성을 지닌 도라지의 활용성을 증가 및 다양화시키기 위해 증숙을 통하여 흑도라지를 제조하고 품질특성을 측정하였다. 일반성분 중 수분함량은 흑도라지가 73.96%로 도라지에 비해 함량이 낮았으며, 조지방, 조지방 및 조단백질의 함량은 생도라지와 흑도라지의 함량이 유사하여 큰 변화는 보이지 않았다. 반면 흑도라지의 조섬유 함량은 생도라지에 비해 감소하였으며, 반면 탄수화물의 양은 증가하였다. 또한 유리당 및 유기산은 흑도라지가 생도라지에 비해 매우 높은 함량을 나타내었다. 유리아미노산 함량은 생도라지와 흑도라지 모두 arginine이 대부분을 차지하였고, 구성아미노산은 glutamic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며, 유리 및 구성 아미노산의 총 함량은 생도라지에 비해 흑도라지의 함량이 낮게 측정되었다. 도라지의 주요 무기질은 칼륨, 칼슘 및 마그네슘으로 나타났으며, 구리를 제외한 대부분의 무기질은 생도라지가 흑도라지에 비해 다소 많은 함량을 나타내었으나 그 차이는 크지 않았다. 조사포닌의 함량은

흑도라지가 생도라지에 비해 약 2배 높은 함량을 나타내었으며, 흑도라지의 L, a 및 b 값은 생도라지에 비해 낮게 측정되어 증숙에 의한 갈변이 많이 진행됨을 알 수 있었다. Texture를 측정 한 결과, hardness, chewiness 모두 흑도라지가 낮은 값을 나타냈다. 이상과 같이 흑도라지는 생도라지에 비해 영양성은 다소 감소하였지만 높은 사포닌 함량 및 유용성분 추출 용이성으로 기능성 식품소재로의 활용이 증가될 수 있을 것으로 판단된다.

## References

1. Chung JH, Shin PG, Ryu JC, Jang DS, Cho SH. Chemical compositions of *Platycodon grandiflorus* (jacquin) A. De Candolle. *Agr. Chem. Biotechnol.* 40: 148-151 (1997)
2. Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. Chemical compositions and physiological activities of *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 717-720 (2001)
3. Akiyama T, Tanaka O, Shibata S. Chemical studies on the oriental plant drugs. XXX. Sapogenins of the roots of *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle. (1) Isolation of the sapogenins and the stereochemistry of polygalacic acid. *Chem. Pharm. Bull.* 20: 1945-1951 (1972)
4. Park UY, Chang DS, Cho HR. Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 91-96 (1992)
5. Kim HK, Choi JS, Yoo DS, Choi YH, Yon GH, Hong KS, Lee BH, Kim HJ, Kim EJ, Park BK, Jeong YC, Kim YS, Ryu SY. HPLC Analysis of Saponin in *Platycodi Radix*. *Kor. J. Pharmacogn.* 38: 192-196 (2007)
6. Han LK, Zheng YN, Xu BJ, Okuda H, Kimura Y. Saponins from *Platycodi Radix* ameliorate high fat diet-induced obesity in mice. *J. Nutr.* 132: 2241-2245 (2002)
7. Lee JY, Hwang WI, Lim ST. Antioxidant and anticancer activities of organic extracts from *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle roots. *J. Ethnopharmacol.* 93: 409-415 (2004)
8. Choi JS, Yoo DS, Choi YH, Yon GH, Hong KS, Lee BH, Kim HJ, Kim HK, Kim EJ, Roh SH, Jeong YC, Kim YS, Ryu SY. Variation of saponin content in the decoctions of *Platycodi Radix*. *Kor. J. Pharmacogn.* 38: 128-132 (2007)
9. Chung MG, Sohn EH. Anti-tumor Activity of saponin fraction of *Platycodon grandiflorum* through immunomodulatory effects associated with NO production in RAW 264.7 cells. *Korean J. Plant Res.* 24: 557-563 (2011)
10. Kim CH, Jung BY, Jung SK, Lee CH, Lee HS, Kim BH, Kim SK. Evaluation of antioxidant activity of *Platycodon grandiflorum*. *J. Environ. Toxicol.* 25: 85-94 (2010)
11. Lee JW, Lee SK, Do JH, Sung HS, Shim KH. Browning reaction of fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) as affected by heating temperature. *Korean J. Ginseng Sci.* 19: 249-253 (1995)
12. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428 (1959)
13. Park SJ, Seong DH, Park DS, Kim SS, Gou JG, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. Chemical compositions of fermented *Codonopsis lanceolata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 396-400 (2009)
14. Jeong CH, Shim KH. Chemical composition and antioxidative activities of *Platycodon grandiflorum* leaves and stems. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 511-515 (2006)
15. Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. Chemical composition and antioxidant activity of deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and doraji (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 798-803 (2011)
16. Aida TM, Tajima K, Watanabe M, Saito Y, Kuroda K, Nonaka T, Hattori H, Smith Jr RL, Arai K. Reaction of D-fructose in water at temperature up to 400 and pressures up to 100 MPa. *J. Super-crit. Fluid.* 42: 110-119 (2007)
17. Kim KM, Kim YN, Choi BK, Oh DH. Physicochemical and microbiological changes of the fermented dandelion (*Taraxacum officinale*) extracts with raw sugar. *Korean J. Food Preserv.* 19: 131-137 (2012)

18. Woo KS, Hwang IG, Kim HY, Jang KI, Lee J, Kang TS, Jeong HS. Thermal degradation characteristics and antioxidant activity of fructose solutions with heating temperature and time. *J. Med. Food* 14: 167-172 (2011)
19. van Boekel MA. Formation of flavour compounds in the maillard reaction. *Biotechnol. Adv.* 24: 230-233 (2006)
20. Han SJ, Koo SJ. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock -Free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents-. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9: 82-87 (1993)
21. Jang JR, Hwang SY, Lim SY. Inhibitory effect of extracts of *Platycodon grandiflorum* (the balloon flower) on oxidation and nitric oxide production. *Korean J. Food Preserv.* 18: 65-71 (2011)
22. Lee IS, Choi MC, Moon HY. Effect of *Platycodon grandiflorum* A. DC extract on the bronchus diseases bacteria. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 15: 162-166 (2000)
23. Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH. Physico-chemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 465-471 (2008)