

## 재배방법에 따른 더덕의 성분 및 색도

정미숙

덕성여자대학교 교양학부  
(1999년 11월 8일 접수)

### Compositions & Color of *Codonopsis lanceolata* Affected by Cultivation Methods

Mi-Sook Chung

Department of General Education, Duksung Women's University  
(Received November 8, 1999)

#### Abstract

Amino acids, minerals and color of *Codonopsis lanceolata* that is one of Korean indigenous culinary herbs were analyzed. Arginine, glutamine, alanine and proline were the major total amino acids in wild, organic cultivated and cultivated *Codonopsis lanceolata*. The content of arginine was the highest free amino acid in wild, organic cultivated and cultivated *Codonopsis lanceolata*. The contents of arginine and K were the highest in organic cultivated *Codonopsis lanceolata* that was obtained by rice straw and fallen leaves application. Wild *Codonopsis lanceolata* was containing 3 ~5 times Ca than organic cultivated and cultivated one. The contents of Pb and Cd were lower than "countermeasure values for foodstuffs contamination". Values of a, b and  $\Delta E$  were significantly high in wild *Codonopsis lanceolata* than cultivated one.

#### I. 서론

독특한 향미를 지니고 있는 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로 백삼, 사삼(沙蔘)이라고도 하며, 더덕의 뿌리에 흰즙이 많기 때문에 양유(洋乳)라고도 부른다. 더덕은 뿌리가 굵고 잔뿌리가 적으며 표면이 붉은 복사삼과, 잔뿌리가 많고 길며 가는 형태의 연한 흑갈색인 백사삼으로 나눌 수 있다. 우리 나라, 일본 및 중국에 더덕이 분포되어 있으며, 우리 나라에는 전국 각지에서 생산되고 있으나, 강원도와 경북의 고산지대가 주요 산지이다. 더덕은 덩굴성 식물이며 방추형의 뿌리는 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔다<sup>1-3)</sup>.

야생식용식물의 섭취 비율이 높은 우리 나라에서는 예로부터 더덕을 누름적, 구이, 생채, 장아찌 등으로 식용해왔다. 더덕은 강장, 해열, 거담, 해독, 배농 등의 약리작용이 탁월하여 한방에서 질병 치료의 목적으로 사

용해 오고 있다<sup>3)</sup>.

더덕의 휘발성 향기 성분 분석은 비교적 많이 연구되고 있다<sup>4-9)</sup>. 이<sup>9)</sup>의 재배방법에 따른 더덕의 휘발성 향기 성분 분석에 따르면, 자생더덕에서 28가지의 성분이 확인되었으며 유기재배더덕에서는 18개, 일반재배더덕에서는 19가지의 성분이 확인되었다. 이러한 향기 성분 가운데 alcohol류가 자생, 유기재배 및 일반재배더덕에서 각각 38.42%, 35.07% 및 46.08%를 차지하였고, 자생 및 유기재배더덕에 가장 많이 함유된 성분은 trans-2-hexenol로 25.44%, 19.16%로 각각 나타났다. 일반재배더덕에는 hexanol이 26.48%로 가장 많이 함유되어 있었다. 또한 20대 여자 대학원생을 대상으로 한 관능검사에 의하면 자생더덕이 강한 쓴맛과 아린맛을 가지며 조직감이 질긴 반면, 일반재배더덕은 단맛이 강하고 연하였다고 한다. 더덕의 고유한 향기는 자연산이 가장 강하였고 전반적인 선호도는 일반재배가 가장

높았으며 유기재배 그리고 자생더덕 순서로 선호도가 낮아졌다.

더덕의 에탄올추출물은 인삼보다 현저하게 강한 항산화효과를 보였으며<sup>10</sup> 더덕첨가 식이를 흰쥐에게 공급하였을 때 혈당 농도가 다소 낮아졌고<sup>11)</sup>, 더덕 물추출물은 고지방식으로 인한 혈청과 간의 중성지질 및 총콜레스테롤의 축적을 효과적으로 억제하였다<sup>12)</sup>. 또한 이 등<sup>13)</sup>에 의하면 더덕의 수용성 추출물은 면역계 세포에 직간접적으로 작용하여 생체의 세포성 면역반응을 항진시켰다고 하며, 더덕의 70%-MeOH추출물이 helper T세포를 증가시켰다고 서 등<sup>14)</sup>이 보고하였다.

식생활 수준의 향상으로 국민의 천연식품소체에 대한 관심이 증가되고 있으며 식품 선택시 풍미와 질감이 중요한 결정 요인이 되고 있다. 더덕은 향미가 독특할 뿐만 아니라 씹는 질감이 우수하여, 식욕을 촉진시키는 건강식품으로 수요가 증가되고 있는 추세이다. 현재 더덕을 가공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있는데 곽 등<sup>15)</sup>은 더덕을 정과, 분말차 및 설당 절임차로 개발하기 위한 연구를 수행하였고, 더덕을 주스로 가공하였을 때는 당도 10~11% 이상, 총산은 0.20~0.35% 사이가 좋으며 원료의 75배 정도가 아린 맛이 없어 제품화에 바람직하다고 이 등<sup>16)</sup>이 보고하였다.

최근에는 더덕 가운데 직경 2cm 이상, 길이 10cm 정도의 크기이면서 속이 알차고 변색되지 않은 건전한 더덕의 껍질을 벗겨 살균한 후 4~8%의 소금물에 절여 통조림으로 가공하여 식용의 목적으로 수출하고 있다. 이러한 더덕의 규격을 맞추기 위하여 자생더덕을 채취하기보다는 재배하는 것이 바람직하다. 더덕의 재배 면적은 1995년을 기준으로 할 때 511ha이며, 생산량은 2677M/T이다<sup>3)</sup>. 이와 같은 양은 국내에서 식용 및 약용으로의 이용과 수출물량으로 증가된 수요를 충족시키기 부족하므로, 질 좋은 더덕의 효율적인 재배가 요구되고 있다.

이상과 같이 더덕의 연구가 수행되었으나 자생, 유기재배 및 일반재배 더덕 성분의 비교는 이루어지지 않았다. 재배더덕의 성분과 자생더덕의 성분이 유사하면 더덕의 재배를 활성화시킬 수 있는 좋은 기초 자료로 활용될 수 있으므로 본 연구에서는 재배방법에 따른 더덕의 성분을 분석하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

실험에 사용된 자생, 유기재배 및 일반재배의 3연근

의 3종류 더덕은 1997년 10월에 채취하였으며, 평균 크기는 16cm×1.5cm이었다. 자생 더덕은 강원도 홍천군 내면 광원리 방태산에서 채집하였으며, 일반재배더덕은 평창군 진부면의 시장에서 구입하였다. 유기재배더덕은 횡성군 청일면의 농가에서 목탄가루, 톱밥, 계분, 깻묵, 벚짖 그리고 활엽수 등을 발효시켜 시비한 것을 구입하였다. 각 더덕은 105°C dry oven에서 상압 가열 건조시켜 향량이 될 때까지 수분을 제거한 후 아미노산과 무기질 분석에 이용하였으며, 색도 분석은 신선한 시료를 사용하였다.

### 2. 유리 및 총 아미노산 분석

아미노산은 건조시료에 HCl을 첨가하여 110°C에서 24시간 동안 가수분해한 후 Pico-Tag방법에 따라 Waters HPLC system을 사용하여 분석하였다. 시료에 함유된 HCl을 제거하기 위하여 건조시킨 후 Ethanol/DW/Triethylamine(2/2/1)용액으로 재 건조한 다음, Ethanol/DW/Triethylamine/Phenylisothiocyanate(7/1/1/1)로 phenylthiocarbonyl 유도체를 만들어 아미노산을 분석하였다. 시료에 함유된 cysteine을 분석하기 위하여 formic acid/hydrogen peroxide(19/1)로 cysteine residues를 cysteic acid로 산화시켰다. Tryptophan 함량을 측정하기 위하여 시료에 4M methanesulfonic acid를 넣고 직접 분해하였다. PITH-derivatized 유리아미노산(PTH-derivatives)을 30cm Pico-tag free amino acid column에 주입하여 254nm에서 측정하였다.

### 3. 무기질 분석

테프론 용기에 건조된 더덕 약 2g과 HNO<sub>3</sub> 5ml를 넣은 후 뚜껑을 닫고 상온에서 overnight 한 후 뚜껑을 열고 저온의 hot plate에서 용액이 약 1ml가 되도록 가열하였다. 이 용액에 HNO<sub>3</sub> 5ml와 HClO<sub>4</sub> 0.5ml를 첨가하여 뚜껑을 닫고 hot plate에서 가열하면서 overnight, 냉각, 건조시킨 후 다시 HNO<sub>3</sub> 3ml와 HClO<sub>4</sub> 0.5ml를 넣고 가열하여 건조시켰다. 여기에 1% HNO<sub>3</sub>를 첨가하여, Ca, Mg, Mn, Fe, Na, K, P, Cu 및 Se는 유도결합 플라즈마 방출 분광기(Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometer, ICP-AES)로 측정하였고 Cd 와 Pb는 ICP-MS로 분석하였다. 무기질의 분석 조건은 <Table 1>과 같다.

### 4. 색도 측정

껍질을 벗긴 신선한 더덕을 횡단면으로 잘라 얇은

**<Table 1>** Operating conditions of ICP-AES and ICP-MS for mineral analysis

	ICP-AES	ICP-MS
Model	ICPS-1000III (Shimazu, Japan)	PQ3(Fisons, UK)
Forward power	1200W	1340W
R.F.frequency	27.12MHz	27.12MHz
Coolant gas	12L/min	13L/min
Carrier gas	1.0L/min	0.8L/min

박편으로 만든 후 Color Difference Meter(Minolta CM-508i, Japan)를 사용하여 명암도(L), 색도(a, b)를 측정하였다. 색체계의 조명광원은 표준광 D<sub>65</sub>를 사용하였다. 각 더덕의 색도는 1회 측정시 3번 측정된 값을 평균하여 나타내도록 기기를 조작하였으며, 이를 4회 반복 실험한 후 3가지 시료간의 색도 차이의 유무를 확인하였다.

### 5. 통계분석

SAS package를 이용하여 F-test로 유의차를 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 총 및 유리 아미노산 함량

재배방법을 달리한 3가지 더덕의 총 아미노산 함량을 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 총 아미노산 가운데 arginine함량이 가장 높았으며 glutamine이 두 번째를 차지하였고 alanine 및 proline의 순서로 나타났다. 이러한 이유는 식물체 내에서는 glutamic acid로부터 arginine 및 proline이 합성되며, 질소 저장형태인 aspartic acid와 glutamic이 식물체에 비교적 많이 함유되어 있기 때문으로 여겨진다<sup>17)</sup>. 유기재배더덕에 함유된 arginine은 15.48mg으로 자생더덕의 5.67mg보다 약 3배 많았으며, 일반재배더덕은 9.79mg으로 나타났다. Glutamine은 자생, 유기재배 및 일반재배더덕에 각각 1.82mg, 3.60mg 및 3.02mg 함유되었다. 총 아미노산 함량에서 필수 아미노산이 차지하는 비율은 자생더덕 20.85%, 유기재배 15.52% 및 일반재배더덕 16.94%로 나타났다.

유리 아미노산 분석 결과(Table 3)에 따르면 자생더

**<Table 2>** Compositions of total amino acids of *Codonopsis lanceolata* affected by cultivation methods

(Unit: mg/g, dry matter)

Amino acids	Cultivation methods		
	Wild	Organic	Cultivated
Aspartic acid	0.83	1.56	1.12
Glutamine	1.82	3.60	3.02
Serine	0.52	0.64	0.60
Glycine	0.42	0.55	0.37
Histidine	0.21	0.73	0.42
Arginine	5.67	15.48	9.79
Threonine	0.45	0.74	0.60
Alanine	0.88	1.39	1.19
Proline	0.53	1.58	0.74
Tyrosine	0.04	0.09	0.03
Valine	0.34	0.47	0.35
Methionine	0.01	0.02	0.02
Cystine	0.02	0.01	0.03
Isoleucine	0.26	0.30	0.24
Leucine	0.35	0.43	0.32
Phenylalanine	0.69	0.51	1.05
Tryptophan	0.26	0.69	0.07
Lysine	0.27	0.70	0.40
Cysteine	0.05	0.08	0.13
Total	13.62	29.57	20.49

덕에 함유된 주요 아미노산은 arginine, aspartic acid, alanine의 순서로 그 함량이 감소하였고, 유기재배더덕은 arginine, glutamine, proline순으로, 일반재배는 arginine, proline, alanine순으로 함량이 감소되었다. 유리 아미노산 함량에서 필수아미노산이 차지하는 비율은 자생더덕 7.26%, 유기재배더덕 5.24% 및 일반재배더덕 11.36%로 일반재배더덕에 필수아미노산 함량이 많았다. 유리 아미노산에서도 가장 많이 함유된 아미노산은 arginine이었으며 유기재배더덕에서 32.6mg을 차지하여 자생더덕의 6.43mg과 일반재배의 6.40mg보다 약 5배 많았다. 이러한 결과는 이 등<sup>7)</sup>의 유리아미노산 가운데 arginine 함량이 가장 높았고 자생지 토양보다는 재배지 토양에서 재배된 더덕에 더 많았다는 보고와 자연산과 재배더덕에서 유리아미노산 중 arginine 함량이 가장 많았다는 김<sup>18)</sup>의 분석 그리고 경작더덕과 야생더덕에서 arginine이 가장 많은 함량을 보였다는 이<sup>19)</sup>보고와 일치한다. 또한 이 등<sup>20)</sup>은 더덕의 유리 아미노산에서 arginine 함량이 가장 높았으며 활엽수 퇴비 시용구에서 18.99mg으로 가장 높은 함량을 보였다고 보고하였는데 이는 본 실험에서도 활엽수가 포함된

<Table 3> Compositions of free amino acids of *Codonopsis lanceolata* affected by cultivation methods

(Unit: mg/g, dry matter)

Amino acids	Cultivation methods		
	Wild	Organic	Cultivated
Aspartic acid	0.24	0.57	0.37
Glutamine	0.11	1.82	0.17
Serine	0.16	0.51	0.29
Glycine	0.14	0.53	0.15
Histidine	0.05	0.55	0.14
Arginine	6.43	32.6	6.40
Alanine	0.24	0.71	0.38
Proline	0.20	1.24	0.44
Tyrosine	0.01	0.15	0.04
Valine	0.09	0.11	0.07
Methionine	0.01	0.03	0.02
Cystine	0.01	0.02	0.03
Isoleucine	0.02	0.05	0.04
Leucine	0.04	0.11	0.05
Phenylalanine	0.18	0.08	0.33
Tryptophan	0.16	0.82	0.36
Lysine	0.04	0.36	0.05
Total	8.13	40.26	9.33

퇴비를 유기재배에 사용하였으며, 유기재배더덕에서 arginine 함량이 가장 높게 나타난 결과와 일치한다. 식물조직에는 histidine, tryptophan, cysteine 및 methionine 등이 쉽게 검출될수 없을 정도로 소량 들어 있다<sup>17)</sup>고 알려진 바와 같이 본 실험에서도 이러한 아미노산의 함량은 소량 확인되었다.

## 2. 무기질 함량

자생더덕, 유기재배 및 일반재배더덕의 무기질 함량을 <Table 4>에 나타내었다. 자생더덕에서는 Ca함량이 높았는데, Ca의 함량은 자생더덕에 3,988 $\mu$ g함유되어 일반재배의 803 $\mu$ g보다 5배 정도, 유기재배더덕의 1,040 $\mu$ g보다 약 4배 많았다. 김<sup>18)</sup>의 보고에서도 밭더덕보다 산더덕에 Ca함량이 매우 높게 제시되어 있다. 그러나 이 등<sup>7)</sup>의 연구에서는 Ca의 함량이 자생지에 비하여 재배지 토양에서 재배된 야생 및 재배더덕에서 높게 나타났는데 그 이유로 칼슘이 함유된 비료를 사용하였기 때문으로 추정하였다.

유기재배더덕에는 K, Mg, P, Zn의 함량이 다른 더덕보다 높았다. 특히 K는 유기재배더덕에 1.03%, 일반재배더덕에 0.83% 및 자생더덕에 0.69% 함유되었는데

<Table 4> Mineral compositions of *Codonopsis lanceolata* affected by cultivation methods

(Unit: dry matter)

Amino acids	Cultivation methods		
	Wild	Organic	Cultivated
K(%)	0.69	1.03	0.83
Mg(%)	0.18	0.20	0.14
P(%)	0.15	0.58	0.33
Ca( $\mu$ g/g)	3,988	1,040	803
Na( $\mu$ g/g)	51.1	13.7	27.4
Zn( $\mu$ g/g)	21.5	29.8	13.3
Fe( $\mu$ g/g)	28.1	26.0	38.1
Mn( $\mu$ g/g)	14.9	6.7	15.4
Cu( $\mu$ g/g)	4.5	5.0	5.3
Pb( $\mu$ g/g)	0.11	0.34	0.48
Cd( $\mu$ g/g)	n.d.	0.12	0.41
Se( $\mu$ g/g)	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. : non-detectable

이는 유기질 퇴비로부터 유기재배더덕이 다량의 K를 흡수하였기 때문으로 여겨진다. 다른 연구에서도 K와 Mg 함량은 전반적으로 밭짚 퇴비와 침엽수 이끼 퇴비 시용구에서 높게 보고되었으며<sup>20)</sup>, K, Ca, Mg은 유기물을 많이 시용할수록 그 함량이 증가된다는 결과<sup>8)</sup>도 제시되어 있다. 이 등<sup>7)</sup>에 따르면 K의 함량은 자생지에서 재배된 야생더덕은 1.30ppm, 재배더덕은 1.41ppm이었으나, 재배지의 야생더덕 14.39ppm, 재배더덕 10.90ppm으로 나타나 재배지 토양에서 재배된 야생 및 재배더덕의 K 함량이 자생지에서 재배된 것 보다 평균 10배 이상 높게 나타났으며, 이는 더덕이 재배지 토양에 시비한 칼륨질 비료를 많이 흡수하였기 때문으로 추측하였다.

무기질 가운데 Fe, Mn 및 Cu는 일반재배더덕에 가장 많았는데, 이들 무기질은 다른 보고<sup>7, 8)</sup>에서도 일정한 경향을 나타내지 않고 있었다.

건조된 더덕의 중금속 함량은 Pb의 경우 자생더덕이 0.11 $\mu$ g으로 가장 낮았고, 유기재배더덕은 이보다 약 3배(0.34 $\mu$ g), 일반재배더덕은 약 4배(0.48 $\mu$ g) 정도 많았다. 식품의 납 오염 기준<sup>21)</sup>인 2.0ppm에 비하면 본 결과에서 나타난 수준은 비교적 안전하다. 정 등<sup>22)</sup>은 노지 채소 및 서류의 생체 중 납 함량을 0.042~0.104mg/kg으로 보고한 바 있다. 카드뮴은 자생더덕에서는 검출되지 않았으나 유기재배 및 일반재배더덕에서는 0.12 $\mu$ g, 0.41 $\mu$ g이 각각 함유되어 있었다. 그러나 유기재배 및 일반재배더덕의 수분 함량이 각각 24.57%, 23.68%이었으므로 위의 함량은 안전한 수준으로 볼 수

<Table 5> Color of *Codonopsis lanceolata* affected by cultivation method

Cultivation method	Hunter value <sup>1)</sup>			
	L	a	b	ΔE
Wild	84.47±0.29 <sup>a</sup>	0.71±0.37 <sup>a</sup>	22.80±1.69 <sup>a</sup>	25.72±1.58 <sup>a</sup>
Organic	84.84±0.37 <sup>a</sup>	-0.28±0.19 <sup>b</sup>	21.27±0.37 <sup>ab</sup>	24.13±0.30 <sup>ab</sup>
Cultivated	84.74±1.29 <sup>a</sup>	-1.32±0.36 <sup>c</sup>	20.06±1.43 <sup>b</sup>	23.15±1.38 <sup>b</sup>

1) L is ranged from 0(black) to 100(white), a is from +a(red) to -a(green) and b is from +b(yellow) to -b(blue).

Different superscript within a column indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

있다. 이러한 결과로 미루어 보아 토양에 비료 시비량이 증가될수록 납과 카드뮴 함량이 많다고 여겨진다. Se은 3가지 더덕 모두에서 검출되지 않았다.

### 3. 색도 측정

껍질 벗긴 더덕의 색도 측정 결과(Table 5), 3가지 더덕의 명암도를 나타내는 L값은 차이가 없었으나 a 값은 자생더덕이 가장 컸고, 유기재배 및 일반재배더덕의 순으로 감소되었다. 또한 b값은 자생더덕이 일반재배더덕 보다 유의적으로 높았다. 따라서 껍질 벗긴 더덕의 고유한 색은 자생더덕이 가장 진하였고, 일반재배더덕이 가장 흐렸으며 유기재배더덕은 중간 정도로 판단할 수 있다. 이러한 결과는 더덕의 색에 대한 관능검사 결과 자생 및 유기재배더덕의 ivory 정도가 일반재배더덕 보다 유의적으로 높게 나타난 이<sup>9)</sup>의 보고와 일치한다. 또한 이<sup>9)</sup>에 따르면 더덕의 색이 진할수록 더덕의 고유한 향이 강하다고 하였다.

## IV. 요약

재배방법을 달리한 3가지 더덕의 성분을 분석하였다. 총 아미노산 가운데 arginine함량이 가장 높았으며 glutamine이 두 번째를 차지하였고 alanine 및 proline의 순서로 나타났다. 유기재배더덕에 함유된 arginine은 15.48mg으로 자생더덕의 5.67mg보다 약 3배 많았으며, 일반재배더덕은 9.79mg으로 나타났다. 유리 아미노산에서도 가장 많이 함유된 아미노산은 arginine이었으며 유기재배더덕에서 32.6mg을 차지하여 자생더덕의 6.43mg과 일반재배의 6.40mg보다 약 5배 많았다. 따라서 활엽수와 벗짚이 포함된 퇴비를 사용한 유기재배더덕에 arginine 함량이 가장 높게 나타났다.

무기질 가운데 K 함량이 가장 많았으며, 특히 유기재배더덕에는 1.03%, 일반재배 0.83% 및 자생더덕에 0.69%로 나타났는데 이는 무기질 퇴비로부터 더덕이

다량의 K을 흡수하였기 때문으로 여겨진다. Ca의 함량은 자생더덕에 3,988μg함유되어 일반재배의 803μg보다 5배 정도, 유기재배더덕의 1,040μg보다 약 4배 많았다. 중금속 중 Pb이 자생더덕에 0.11μg으로 가장 낮았고, 유기재배더덕은 이보다 약 3배, 일반재배더덕은 약 4배 정도 많았으나 식품에서 이러한 수준은 안전하다. 카드뮴은 자생더덕에서는 검출되지 않았으나 유기재배 및 일반재배더덕에서는 0.12μg, 0.41μg이 각각 함유되어 있으며 안전한 수준으로 볼 수 있다. Se은 3가지 더덕 모두에서 검출되지 않았다.

껍질 벗긴 더덕의 색도 측정결과, 더덕의 고유한 색은 자생더덕이 가장 진하였고, 일반재배더덕이 가장 흐렸으며 유기재배더덕은 중간 정도로 판단할 수 있다.

### ■ 참고문헌

- 1) 김태정. 한국의 자원식물. 서울대학교출판부. p.46-53. 1996
- 2) 이창복. 대한식물도감. 향문사. p.724. 1985
- 3) 임응규, 박석근, 류종원, 사동민, 이미순, 임규옥. 자원식물학. 도서출판서일. p.46-53. 1996
- 4) 김정환, 김경례, 김재정, 오창환. 전처리 방법에 따른 더덕의 휘발성 향기성분 비교 분석. 한국식품과학회지 24(2):171-176. 1992
- 5) 박준영, 김영희, 김근수, 곽재진. 더덕뿌리 중의 휘발성 향기성분. 한국농화학회지. 32(4):338-343. 1989
- 6) 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길웅. 야생 및 재배더덕의 재배장소에 따른 생육 및 향기성분. 한국작물학회지. 40(5):587-593. 1995
- 7) 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길웅. 재배장소에 따른 더덕의 일반성분과 향기성분의 조성변화. 한국자원식물학회지. 9(3):230-238. 1996
- 8) 이승필, 김상국, 남명숙, 최부술, 이상철. 차광과 유기물 시용이 더덕의 생육 및 향기성분에 미치는 영향. 한국작물학회지. 41(4):496-504. 1996

- 9) 이수경, 재배방법을 달리한 더덕의 휘발성 향기성분 분석 및 관능적 평가 연구. 덕성여자대학교 석사학위논문. 1999
- 10) 맹영선, 박혜경. 더덕 에탄올 추출물의 항산화 효과. 한국식품과학회지. 23(3):311-316. 1991
- 11) 김소영, 김한수, 서인숙, 이호신, 김희숙, 정승용. 도라지 및 더덕 첨가식이 가 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향. 한국영양식량학회지. 22(5):517-523. 1993
- 12) 한은경, 성인숙, 문혜경, 조수열. 더덕 불추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 체내지질 수준에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 27(5):940-944. 1998
- 13) 이용진, 김종면, 정영미. 더덕 추출물이 세포성 반응에 미치는 영향. 한국수의공중보건학회지. 19(3):273-279. 1995
- 14) 서정숙, 은재순. 더덕으로부터 면역세포 활성 성분의 분리. 한국영양학회지. 31(6):1076-1081. 1998
- 15) 락준수, 김창수, 송영은, 김주. 숙근 약초 생산기술 및 가공 이용 연구:더덕 부가가치 향상을 위한 제품개발. 시험연구보고서 1997 전라북도농촌진흥원. p.902-908. 1998
- 16) 이상양, 송정춘, 박남규, 허한순, 안은모, 성낙술. 생약재를 이용한 음청류 개발. 시험연구보고서 1997 품질이용편 농촌진흥청작물시험장. p.150-161. 1998
- 17) 우원식. 천연물화학연구법. 민음사. p.231-237. 1984
- 18) 김혜자. 자연산과 재배더덕의 일반성분 및 아미노산 조성. 한국식품과학회지. 17(1): 22-24. 1985
- 19) 이석건. 건조된 야생더덕과 경작더덕의 화학성분. 한국농화학회지 27(4):225-230. 1984
- 20) 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 여수갑. 유기물 종류에 따른 더덕근의 일반성분과 정유성분의 변화. 한국약용작물학회지. 6(1):1-27. 1998
- 21) 이서래. 식품의 안전성 연구. 이화여자대학교출판부. p.163. 1993
- 22) 정복구, 김호중, 정기열, 정병간, 김원일. 우리나라 밭 토양 및 작물의 중금속 함량. 한국토양비료학회지. 31(3):225-232. 1998