

## 더덕의 지방산 및 아미노산 조성

맹 영 선 · 박 혜 경

한림대학교 한국영양연구소

### Fatty Acid and Amino Acid Compositions of Dōdōk (*Codonopsis lanceolata*)

Young Sun Maeng and Hye Kyung Park

Korea Nutrition Institute, Hallym University

#### Abstract

In the present study, proximate compositions, fatty acid and amino acid compositions of wild and cultivated Dōdōk (*Codonopsis lanceolata* B. et H.) were analyzed.

The contents of crude ash and crude protein were higher in the cultivated Dōdōk than in the wild Dōdōk.

The main fatty acids in the total lipid, free lipid and bound lipid of wild and cultivated Dōdōk were linoleic acid, palmitic acid and followed by linolenic acid. In the case of wild Dōdōk, numerous unknown peaks were appeared significantly.

The amino acids analyzed in wild and cultivated Dōdōk were lysine, histidine, arginine, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine and phenylalanine. Arginine was the predominant amino acid in both wild and cultivated Dōdōk.

#### I. 서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata* traut (Beneth et Hook))은 沙蔘이라고도 하며, 한국, 중국, 일본의 산간지방에서 자생한다. 더덕은 초롱꽃과 (*Campanulaceae*)에 속하는 다년생초본이며, 초롱꽃과 중 뿌리를 먹을 수 있는 것은 도라지, 잔대, 더덕 등이 있다<sup>1~2)</sup>. 옛부터 더덕은 중요한 전통식품으로서 애용되어 왔으며, 한방에서는 강장제, 진해거담제 등으로서 인삼대용 생약으로 사용되고 있다<sup>3~5)</sup>.

더덕성분에 대해서는 주로 생약재의 측면에서 보고되고 있으며<sup>5~11)</sup>, 식품학적 측면으로는 李<sup>12)</sup>의 더덕의 유리당, 지방산 및 아미노산 조성에 대한 연구와 金<sup>13)</sup>의 일반성분 및 아미노산 조성에 대한 연구 및 박동<sup>14,15)</sup>의 더덕의 연근별 화학성분에 관한 연구 등이 보고되어 있다.

최근, 산더덕과 함께 인공재배한 재배더덕의 출하가 많아짐으로써 더덕의 기호식품으로서의 이용도는 증대되고 있는 실정이므로, 더덕의 가공방법이나 조리방법에 따른 성분변화에 대한 체계적인 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 더덕의 체계적 연구의 첫단계로서 산더덕(야생더덕)과 재배더덕(경작더덕)의 지방산 조성과 아미노산 조성을 비교 분석하였으므로 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료

재배더덕은 춘천, 원주 및 화천에서 구입하였으며, 산더덕은 재배더덕과 크기가 비슷한 것을 홍천, 인제 및 강촌에서 구입하여 사용하였다.

구입한 더덕은 깨끗이 세척한 후, 물기를 제거하고 표피를 벗긴 후 세척하여 동결건조하였다. 건조된 더덕은 미쇄하여 유리병에 넣고 밀봉한 후 냉장고(4°C)에 보존하면서 시료로 사용하였다.

### 1. 일반성분의 분석

더덕의 일반성분은 AOAC法<sup>16)</sup>에 따라 분석하였다.

Table 1. The operating conditions of the gas chromatograph for analysis of fatty acid composition

Instrument	: Hitachi model 163
Detector	: Flame Ionization Detector
Column	: 3% GP on chromosorb WAW, 3mm x 2m
Injection temp.	: 240°C
Column temp.	: initial temp. 160 °C final temp. 220 °C temp. program 1 °C/min.
Detector temp.	: 240 °C
Carrier gas flow rate	: N <sub>2</sub> , 39ml/min.

### 2. 지방질의 추출 및 정제

더덕의 유리지방질은 분말화된 시료를 Soxhlet 추출법으로 연속 추출하여 ethyl ether에 추출되는 성분이 더 없을 때까지 총 24시간정도 추출하였다. 결합지방질은 ethyl ether에 쉽게 추출되지 않고 친수성 용매에 의해서만 추출되는 성분으로 Schoch法<sup>17)</sup>을 사용하여 전분질이 많은 감자와 고구마로부터의 결합지방질 추출법<sup>18)</sup>을 참조하여 유리지방질이 추출된 잔사를 85% methanol로 가온 추출하였다. 각 시료로부터 추출된 유리지방질과 결합지방질들은 Folch法<sup>19)</sup>에 의하여 정제 분리하여 중량법으로 그 함량을 계산하였다. 총지방질

Table 2. Operating conditions of the Biotronic-LC 5000 for amino acid analysis

Separation column	
Dimension	: 3.2 X 400mm
Type of resin	: BTC-2710
Bed height	: 210mm
Prewash column	
Dimension	: 6 X 85mm
Type of resin	: BTC-F
Bed height	: 24mm
Temperature	
Gradient	: 25s/°C
Column temp.	: 44 °C, 58 °C, 61 °C, 70°C
Pump	
Buffer flow	: 18ml/h
Reagent flow	: 9.9ml/h
Buffer	
	pH 3.5, 3.72, 4.3, 5.2, 10.6

Table 3. Proximate compositions of dried Dödök

(unit : %)

Compositions	Wild Dodok (n=12)		Cultivated Dodok (n=12)	
	Range	Mean	Range	Mean
Moisture	2.47 – 3.45	3.02	4.32 – 7.43	5.62
Crude ash	2.18 – 2.47	2.34	3.05 – 5.23	4.29
Crude fat	1.51 – 2.82	2.37	1.79 – 2.86	2.17
Crude protein	7.37 – 8.82	8.00	10.38 – 16.00	13.33
Crude fiber	19.03 – 27.35	23.19	7.98 – 14.90	11.44
Non-fibrous carbohydrate	57.36 – 64.99	61.18	53.58 – 69.17	61.38

은 Folch들의 방법<sup>19)</sup>에 의하여 chloroform-methanol로 추출하였다.

### 3. 지방산의 분석

정제한 유리지방질, 결합지방질 및 총지방질을 Metcalf 등의 방법<sup>20)</sup>으로  $\text{BF}_3\text{-methanol}$ 을 사용하여 methyl ester화시킨 다음 GC로 분석하였다. 사용된 GC의 분석조건은 Table 1과 같았다.

### 4. 아미노산의 분석

더덕시료 100 mg을 시험관에 취한 다음 6 N HCl 10 ml를 가하여 질소 gas를 7분간 충전하여 밀봉한 후 110°C에서 22시간 가수분해하였다. 분해액을 여과하고, 여액을 증발농축기로 1 ml까지 농축시킨 후 pH 2.2 sodium citrate 완충액을 사용하여 100 ml로 만든 것을 시료로 하여 LC로 아미노산 조성을 분석하였다. 사용된 LC의 분석조건은 Table 2와 같았다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

본 실험에서 사용한 산더덕과 재배더덕의 일반성분은 Table 3과 같았다.

즉, 조회분, 조단백, 조섬유의 함량은 산더덕과 재배더덕 간에 차이가 분명하였으나, 조지방질과 총당의 함량은 유의차를 나타내지 않았다.

한편, 이<sup>12)</sup>는 재배더덕은 산더덕에 비하여 ether가용성 추출물(조지방)과 조단백함량이 다소 적었으나 특징적인 차이는 보이지 않았다고 보고하였다. 김<sup>13)</sup>은 전물 기준으로 비교하여 산더덕이 재배더덕에 비하여 조단백은 1.08배, 조지방은 1.30배, 조섬유는 1.24배, 조회분은 1.27배 높은 값을 보였다고 보고하였다.

본 실험에서는 이들의 보고와는 달리 재배더덕이 산더덕보다 조회분은 1.83배, 조단백은 1.67배 높았으며, 산더덕은 재배더덕에 비하여 조지방이 1.09배, 조섬유가 2.03배 높은 값을 나타내었다. 이와같은 결과는朴들<sup>14)</sup>의 결과와 일치하며, 박들은 재배더덕에서 조단백과 조회분의 함량이 높은 것은 재배토양성분이나 비료에 관계한다고 보고하였다. 또한 박들<sup>14)</sup>은 야생의 환경에서 생육된 것은 섬유소함량이 높아지는 경향이 있다고 하였다. 종래에는 밭에서 경작되던 재배더덕이 최근 산

Table 4. The percent contents of the total, free and bound lipids in wild and cultivated Dōdōk  
(unit : %)

	Crude lipids	Purified lipids
<b>Wild Dōdōk</b>		
Free lipids	2.70 ± 0.10	1.73 ± 0.02
Bound lipids	15.32 ± 0.12	0.31 ± 0.08
Total lipids	—	1.94 ± 0.47
<b>Cultivated Dōdōk</b>		
Free lipids	2.20 ± 0.50	1.19 ± 0.17
Bound lipids	13.29 ± 1.70	0.35 ± 0.12
Total lipids	—	1.58 ± 0.11

에서 재배되는 경향이 있기 때문에, 조섬유 함량을 제외하고는 재배더덕의 일반성분은 산더덕과 유사하게 변화되는 것으로 생각되었다.

### 2. 지방산 조성

더덕에서 추출한 총지방질, 유리지방질 및 결합지방질의 함량은 Table 4와 같았다. 산더덕과 재배더덕의 조유리지방질 함량은 각각 2.70% 및 2.20%이었으며, 정제 유리지방질 함량은 각각 1.73% 및 1.19%이었다. 결합지방질 함량은 조지방질의 경우 유리당을 비롯한 극성물질의 추출로 그 수치가 매우 높았지만, 정제 후 산더덕과 재배더덕의 결합지방질 함량은 각각 0.31% 및 0.35%이었다. 한편, 산더덕과 재배더덕의 총지방질 함량은 각각 1.94% 및 1.58%이었다.

더덕 총지방질의 지방산조성은 Table 5와 같았다.

朴등<sup>15)</sup>은 재배더덕 total lipid의 P/S ratio는 2.92이며, linoleic acid가 가장 많이 함유되어 있고, 다음으로 linolenic acid, palmitic acid 순이었다고 보고하였다.

그러나 본 실험에서는 총지방질 성분의 지방산조성에 있어서 재배더덕과 산더덕의 경우 모두 linoleic acid 함량이 각각 32.92%, 27.60%로 가장 높았고, 다음으로 palmitic acid(각각 24.73%, 15.87%), linolenic acid(각각 7.73%, 7.27%)순이었으며, 이들 지방산들이 더덕의 주요 지방산으로서 각각 총지방산의 76.61%와 62.00%를 차지하고 있었다. 그 밖의 지방산으로서 lignoceric acid가 재배더덕에 3.35%, 산더덕에 17.00% 함유되어 있었으며, oleic acid가 각각 3.48%,

Table 5. Fatty acid compositions in total lipids of Dōdōk

Fatty acids	Wild Dōdōk (n=3)		Cultivated Dōdōk (n=3)	
	Range (%)	Mean (%)	Range (%)	Mean (%)
C <sub>8:0</sub>	—	—	0.30	0.30
C <sub>12:0</sub>	0.05 — 0.13	0.09	0.58	0.58
C <sub>14:0</sub>	0.19 — 0.35	0.28	0.19 — 0.88	0.42
C <sub>16:0</sub>	14.56 — 16.87	15.87	17.50 — 37.03	24.73
C <sub>16:1</sub>	0.45 — 0.53	0.49	0.09 — 0.47	0.34
C <sub>16:4</sub>	1.73 — 1.90	1.83	0.99	0.99
C <sub>17:0</sub>	0.11 — 0.24	0.16	—	—
C <sub>17:1</sub>	0.11 — 0.29	0.20	—	—
C <sub>18:0</sub>	1.05 — 2.82	1.89	1.27 — 7.88	3.56
C <sub>18:1</sub>	3.22 — 3.69	3.53	2.54 — 4.92	3.48
C <sub>18:2</sub>	19.59 — 39.01	27.60	11.54 — 44.85	32.92
C <sub>18:3</sub>	5.47 — 10.50	7.27	3.47 — 10.23	7.73
C <sub>20:0</sub>	0.19 — 0.41	0.31	0.44 — 2.80	1.25
C <sub>20:1</sub>	0.05 — 0.45	0.25	0.12 — 0.17	0.15
C <sub>20:2</sub>	0.07 — 0.42	0.25	0.11 — 0.60	0.36
C <sub>22:0</sub>	0.11 — 0.30	0.23	0.12 — 1.87	0.71
C <sub>22:1</sub>	1.05 — 2.17	1.54	0.96 — 4.87	2.65
C <sub>22:2</sub>	1.89 — 2.14	2.02	0.44	0.44
C <sub>24:0</sub>	11.98 — 19.51	17.00	3.13 — 3.57	3.35
C <sub>24:1</sub>	0.04 — 1.55	1.01	1.21 — 1.55	1.38
T.S.F.A. <sup>1)</sup>	35.83		34.90	
M.U.F.A. <sup>2)</sup>	7.02		8.00	
P.U.F.A. <sup>3)</sup>	38.97		42.44	

1) T.U.F.A. : Total saturated fatty acid

2) M.U.F.A. : Mono-unsaturated fatty acid

3) P.U.F.A. : Poly-unsaturated fatty acid

3.53%, stearic acid가 각각 3.56%, 1.89% 함유되어 있었고, 상당수의 unknown peak가 나타났다. 뿐만 아니라 산더덕의 경우 arachidonic acid 위치에서 매우 큰 peak가 나타났으나, 이것을 arachidonic acid로 확인할 수 없었으므로 unknown peak로 취급하였다. 이 peak는 회수하여 다시 연구해야 할 과제로 여겨진다. 또한 nervonic acid보다 retention time이 늦은 peak도 나타났으며, 이 물질들에 대해서도 보다 더 연구해야 하리라고 본다.

한편, 더덕 유리지방질의 지방산 조성은 Table 6과 같았다. 유리지방질의 지방산은 총지방질의 지방산 조성과 거의 유사하였다. 즉 재배더덕과 산더덕의 linoleic acid 함량은 각각 27.20%, 24.43%, palmitic acid는

각각 21.72%, 14.21%, linoleic acid는 각각 8.90%, 7.84% 이었으며, lignoceric acid가 각각 3.13%, 14.75%이었다.

季<sup>12)</sup>는 재배더덕 ether 추출물의 linoleic acid 함량이 산더덕의 거의 2배에 달하였지만, palmitic acid와 linoleic acid 함량의 차이는 그다지 크지 않았다고 보고하였다.

더덕결합지방질의 지방산조성은 Table 7과 같았다. 재배더덕과 산더덕의 결합지방질에서도 역시 linoleic acid 함량이 가장 높았으며(각각 22.99% 및 21.47%), palmitic acid가 각각 15.47%, 14.07%, linolenic acid가 각각 4.34%, 4.36%를 차지하였다. 또한 총지방질과 유리지방질에 비해 상당히 많은 unknown peak

Table 6. Fatty acid compositions in free lipids of Dodok

Fatty acids	Wild Dodok (n=5)		Cultivated Dodok (n=5)	
	Range (%)	Mean (%)	Range (%)	Mean (%)
C <sub>12:0</sub>	0.07 - 0.08	0.08	0.06 - 0.47	0.22
C <sub>14:0</sub>	0.27 - 0.35	0.31	0.36 - 0.75	0.51
C <sub>16:0</sub>	11.71 - 16.83	14.21	14.69 - 31.15	21.72
C <sub>16:1</sub>	0.41 - 0.71	0.58	0.08 - 1.19	0.58
C <sub>16:4</sub>	0.46 - 1.94	1.13	0.33 - 2.61	1.44
C <sub>17:0</sub>	0.06 - 0.19	0.11	1.22 - 1.76	1.49
C <sub>17:1</sub>	0.47 - 1.66	1.20	1.11 - 4.48	2.80
C <sub>18:0</sub>	1.22 - 4.86	3.08	1.39 - 8.30	4.01
C <sub>18:1</sub>	2.57 - 5.21	3.57	2.31 - 15.80	6.90
C <sub>18:2</sub>	11.11 - 35.03	24.43	8.42 - 44.96	27.20
C <sub>18:3</sub>	3.34 - 12.34	7.84	2.90 - 14.44	8.90
C <sub>20:0</sub>	0.45 - 0.62	0.54	0.53 - 1.53	0.91
C <sub>20:1</sub>	0.16	0.16	0.65 - 1.11	0.88
C <sub>20:2</sub>	0.07 - 1.16	0.64	0.08 - 2.44	1.04
C <sub>22:0</sub>	0.40 - 0.47	0.44	0.15 - 2.71	1.63
C <sub>22:1</sub>	1.46 - 1.77	1.62	1.20 - 1.75	1.56
C <sub>22:2</sub>	1.10	1.10	0.86	0.86
C <sub>24:0</sub>	13.05 - 16.45	14.75	0.95 - 6.00	3.13
C <sub>24:1</sub>	0.23 - 1.73	0.98	0.85 - 1.92	1.54
T.S.F.A. <sup>1)</sup>		33.52		33.62
M.U.F.A. <sup>2)</sup>		8.11		14.26
P.U.F.A. <sup>3)</sup>		35.14		39.44

1) T.U.F.A. : Total saturated fatty acid

2) M.U.F.A. : Mono-unsaturated fatty acid

3) P.U.F.A. : Poly-unsaturated fatty acid

가 나타났다.

### 3. 아미노산 조성

LC로 분석된 더덕의 아미노산 조성은 Table 8과 같았다.

본 실험에 사용한 더덕의 총아미노산 양은 시료 100 mg당 전량기준으로 산더덕이 6.07 mg, 재배더덕이 8.42 mg이었다. 질소 gram당 아미노산 함량의 순위는 산더덕의 경우 Arg>Glu>Lys>Asp>Phe 이었으며, 재배더덕의 순위는 Arg>Glu>Asp>Lys>His의 순서였다.

한편, 김<sup>13)</sup>은 총 아미노산량이 산더덕은 4.03 mg, 재배더덕은 3.67 mg이며, 질소 gram당 아미노산 함량 순위는 산더덕은 Arg>Glu>Ala>Asp>Cys>Leu, 재

배더덕은 Arg>Glu>Asp>Leu>Lys>Val의 순서였다고 보고하였다. 또한, 김<sup>13)</sup>은 정량된 총 아미노산의 양이 조단백질량보다 낮은 것은 정량되지 못한 아미노산들 (methionine, cystine and tryptophan)과 미지의 ninhydrin 양성물질, 암모니아등과 다량의 전분질의 영향일 것이라고 보고하였다.

한편, 이<sup>12)</sup>는 arginine 함량이 재배더덕에서 2.18 mg/100 mg, 산더덕에서 2.98 mg/100 mg으로 가장 높은 함량으로 나타났으며, phenylalanine의 경우 재배더덕에서 0.20 mg/100 mg으로 야생더덕의 0.1 mg/100 mg에 비하여 약 2배 높게 나타났다고 하였다.

본 실험에서도 역시 arginine이 재배더덕에서 2.76 mg/100 mg, 산더덕에서 2.78 mg/100 mg으로 가장 많았다. 그러나 이<sup>12)</sup>의 보고와는 달리 phenylalanine의

Table 7. Fatty acid compositions in bound lipids of Dödök

Fatty acids	Wild Dödök (n=3)		Cultivated Dödök (n=3)	
	Range (%)	Mean (%)	Range (%)	Mean (%)
C <sub>8:0</sub>	—	—	0.30	0.30
C <sub>12:0</sub>	0.31 — 0.81	0.44	0.34 — 3.46	1.58
C <sub>14:0</sub>	0.10 — 0.21	0.16	0.11 — 4.06	1.46
C <sub>16:0</sub>	7.34 — 17.79	14.07	11.62 — 20.38	15.47
C <sub>16:1</sub>	0.17 — 0.37	0.31	0.19 — 1.12	0.64
C <sub>16:4</sub>	0.92 — 1.63	1.36	1.07 — 1.81	1.44
C <sub>17:0</sub>	0.71	0.71	0.12 — 1.00	0.56
C <sub>17:1</sub>	—	—	0.85 — 0.89	0.87
C <sub>18:0</sub>	0.71 — 1.63	1.18	0.86 — 1.48	1.24
C <sub>18:1</sub>	1.50 — 3.30	2.53	1.22 — 2.12	1.71
C <sub>18:2</sub>	12.57 — 34.61	21.47	10.65 — 36.54	22.99
C <sub>18:3</sub>	2.20 — 6.20	4.36	2.36 — 5.35	4.34
C <sub>20:0</sub>	0.24 — 1.61	0.75	0.38 — 0.58	0.51
C <sub>20:1</sub>	—	—	0.07 — 0.43	0.25
C <sub>20:2</sub>	0.12 — 1.55	0.93	0.06 — 1.57	0.74
C <sub>22:0</sub>	0.14 — 2.69	1.16	0.21 — 1.10	0.60
C <sub>22:1</sub>	0.93 — 2.06	1.53	0.20 — 1.58	0.85
C <sub>22:2</sub>	0.79 — 1.57	1.25	0.22 — 0.33	0.29
C <sub>24:0</sub>	1.12 — 3.47	2.14	0.67 — 1.05	0.90
C <sub>24:1</sub>	0.88 — 1.49	1.23	0.71 — 1.40	0.96
T.S.F.A. <sup>1)</sup>	20.61		22.62	
M.U.F.A. <sup>2)</sup>	5.60		5.28	
P.U.F.A. <sup>3)</sup>	29.37		29.80	

1) T.U.F.A. : Total saturated fatty acid

2) M.U.F.A. : Mono-unsaturated fatty acid

3) P.U.F.A. : Poly-unsaturated fatty acid

함량은 각각 0.21 mg, 0.26 mg으로 큰 차이가 없었으며, 반면에 재배더덕의 경우 aspartic acid, serine, glutamic acid, alanine 등의 함량이 산더덕에 비하여 현저히 높았다.

## 요약

본 연구에서는 산더덕과 재배더덕의 일반성분, 지방산 및 아미노산 조성을 비교분석하였다.

재배더덕은 산더덕보다 조회분은 1.83배, 조단백은 1.67배 높았으며, 산더덕은 재배더덕에 비하여 조지방이 1.09배, 조섬유가 2.03배 높은 값을 나타내었다. 지질성분의 지방산조성은 총지방질, 유리지방질, 결합지

방질에서 함량의 차이는 있지만, linoleic acid, palmitic acid, linolenic acid가 주요 지방산으로 60% 이상을 차지하였다. 아미노산양은 시료 100 mg당 전량기준으로 산더덕이 6.07 mg, 재배더덕이 8.42 mg이었으며, 질소 gram당 아미노산 함량순위는 산더덕의 경우 Arg>Glu>Lys>Asp>Phe이었으며, 재배더덕의 경우는 Arg>Glu>Asp>Lys>His의 순이었다.

**사의 :** 본 연구는 1988년도 한림대학교 연구비지원에 의해 수행된 연구의 일부로서, 이 자리를 빌어 연구비지원에 감사를 드리는 바이다.

Table 8. Amino acid compositions of Dōdōk

Amino acid	Wild Dōdōk			Cultivated Dōdōk		
	mg/100mg dry matter	% of total	mg/g N	mg/100mg dry matter	% of total	mg/g N
Lysine	0.31	5.11	242.19	0.49	5.82	229.75
Histidine	0.49	8.07	382.81	0.41	4.87	192.24
Arginine	2.78	45.80	2171.88	2.76	32.78	1294.08
Aspartic acid	0.28	4.61	218.75	0.66	7.84	309.45
Threonine	0.15	2.47	117.19	0.25	2.97	117.22
Serine	0.16	2.64	125.00	0.27	3.21	126.59
Glutamic acid	0.53	8.73	414.06	2.01	23.87	942.43
Proline	0.07	1.15	54.69	0.09	1.07	42.20
Glycine	0.17	2.80	132.81	0.18	2.14	84.40
Alanine	0.19	3.13	148.44	0.29	3.45	135.97
Valine	0.16	2.64	125.00	0.21	2.49	98.46
Methionine	0.07	1.15	54.69	0.07	0.83	32.82
Isoleucine	0.12	1.98	93.75	0.15	1.78	70.33
Leucine	0.17	2.80	132.81	0.21	2.49	98.46
Tyrosine	0.16	2.64	125.00	0.16	1.90	75.02
Phenylalanine	0.26	4.28	203.13	0.21	2.49	98.46
Total	6.07	100.00	4742.20	8.42	100.00	3947.88

## 참 고 문 현

- 1) 정대현, 한국식물도감, 초본부, 교육사, 서울 : 643, 1972
- 2) 임기홍, 약용생리학 각론 : 281, 1966
- 3) 이상인, 본초학, 수서원, 서울 : 129, 1981
- 4) 이시진, 본초강목, 고문사, 서울 : 412, 1978
- 5) 김종현, 정명현, 더덕의 생약학적 연구, 생약학회지, 6(1):43, 1975
- 6) 양한석, 사삼의 생약학적 연구-형태 및 스테롤성분에 대하여, 부산대학교 논문집, 제 19집 : 196, 1975
- 7) Han, B.H., Kang, S.S. and Woo, W.S., Triterpenoids from *Codonopsis lanceolata*, J. Pharm. Soc. Korea, 20:79, 1976
- 8) 정진섭, 나태선, 사삼의 terpenoid 성분에 관한 연구, 생약학회지, 8(2):49, 1977
- 9) 이용화, 사삼성분분석에 관한 연구-사삼 중 Ehrlich's Reagent 양성물질에 대하여(제 1보), 춘천교육대학 논문집, 제 4집 : 149, 1967
- 10) 이용화, 사삼성분분석에 관한 연구-사삼 중 Ehrlich's Reagent 양성물에 대하여(제 2보), 춘천교육대학논

문집, 제10집 : 193, 1971

- 11) 이진하, 한국산 더덕 종의 glycoside에 관하여, 강원 대학교 식자연논문집, 제 1집 : 37, 1974
- 12) 이석건, 견조된 야생더덕과 경작더덕의 화학성분, 한국농화학회지, 27(4):225, 1984
- 13) 김혜자, 자연산과 재배더덕의 일반성분 및 아미노산 조성, 한국식품과학회지, 17(1):22, 1985
- 14) 박부덕, 박용곤, 최광수, 더덕의 연근별 화학성분에 관한 연구, 제 1 보, 일반성분, 무기질 및 단백질 분석, 한국영양식량학회지, 14(3):174, 1985
- 15) 박부덕, 박용곤, 최광수, 더덕의 연근별 화학성분에 관한 연구, 제 2 보, 지질분획의 분리, 한국영양식량학회지, 14(3):280, 1985
- 16) A.O.A.C., Official Methods of Analysis 13th ed., Ass. of Off. Anal. Chem., Washington D.C.: 211, 1980
- 17) Schoch, T.J., Non-carbohydrate substances in the cereal starches, J. Am. Chem. Soc., 64:2954, 1942
- 18) 이상영, 신효선, 감자의 지방질 성분에 관한 연구, 제 1 보, 유리 및 결합지질 중의 지방질 조성에 관하여, 한국식품과학회지, 11(4):291, 1971
- 19) Folch, J., Lees, M. and Sloane, S.G.H., A simple method for the isolation and purification of total

- lipids from animal tissues, J. Biol. Chem., 226:497,  
1957
- preparation of fatty acid esters from lipids for gas  
chromatographic analysis, Anal, Chem., 38:514, 1966
- 20) Metcalf, L.D., Schmilz, A.A. and Palka, J.R., Rapid