

## 한국산 삼주의 화학성분

강은미 · 심기환  
경상대학교 식품공학과

### Chemical Components of Korean *Atractylodes japonica* Koidz.

Eun-Mi Kang and Ki-Hwan Shim

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

#### Abstract

To study the availability of the Korean *Atractylodes japonica* Koidz. as ingredients for functional food, the properties of chemical components were investigated and the results were followed.

Among general components of Korean *A. japonica*, total sugars portions from fresh and dried samples took 31.3% and 46.8%, respectively. Mineral contents were K 4,038.9 ppm, P 1,698.5 ppm, Ca 731.8 ppm, Mg 477.1 ppm, Na 87.2 ppm, Fe 56.4 ppm, Zn 22.4 ppm and Mn 13.5 ppm in fresh sample, and K 8,738.9 ppm, P 3,511.6 ppm, Ca 966.1 ppm, Mg 912.8 ppm, Na 147.4 ppm, Fe 113.9 ppm, Zn 46.7 ppm and Mn 23.5 ppm in dried sample. Sucrose in Korean *A. japonica* was 0.88% in fresh sample and 3.44% in dried sample, and it was main component of sugar. The largest amount of organic acid in Korean *A. japonica* was tartaric acid, which was 3,849.0 mg% in fresh sample main and 5,305.5 mg% in dried sample.

The main amino acid of total amino acids in fresh and dried samples were arginine 291.3 mg% and proline 567.8 mg%, respectively. The main fatty acid of fresh and dried samples were behenic acid 4.0% and linoleic acid 17.99%, respectively. The most distinctive volatile flavor compound was furanodiene which took 17.91% in fresh and 40.69% in dried Korean *A. japonica*.

**Key words :** *Atractylodes japonica* Koidz., mineral, amino acid, fatty acid, volatile flavor compound

#### 서 론

삼주(*Atractylodes japonica* Koidz.)는 국화과(*Compositae*)에 속하는 다년생 초본식물로서 초장(草長)은 30~80 cm에 이르며 잎은 호생(互生)이나 단엽(單葉), 3~5

출엽(出葉)이 혼재하며, 난상형(卵狀形)으로서 끝이 뾰족하고 잎 둘레에 톱니모양의 거치(鋸齒)를 형성한다(1). 출아(出芽)는 4월 중순경에 이루어지며, 6월부터 형성되는 화서(花序)는 양성화(兩性花) 또는 단성화(單性花)로 백색 내지 연한 자색 꽃이 피기 시작한 후, 10월에 벼알 형태의 암갈색 종자를 형성한다. 지하부는 생장하는 가는 뿌리와 그 끝부분에 저장기관이 있는 근경(根莖)으로 구성되어 있다. 이러한 근경을 채취하여 건조한 것을 창출(蒼朮) 또는 백출

Corresponding author : Ki-Hwan Shim, Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea  
E-mail : khshim@nongae.gsnu.ac.kr

(白朮)이라 하며, 창출의 경우 *A. lancea*, *A. lancea* var. *chinensis*, *A. lancea* var. *simplicifolia*과 백출의 경우 *A. ovata*, *A. japonica*로 모두 5종이 이용되고 있다(2-4). 특히, 일본과 중국은 *A. ovata*와 *A. lancea*를 이용하고 있고, 우리 나라에서는 *A. japonica* 이외의 다른 삼주속 식물이 전혀 자생하고 있지 않아 백출만 이용하고 있다(5, 6).

삼주의 뿌리를 가공·건조한 백출에 함유되어 있는 성분은 지표물질로서 *atractylone*, 3- $\beta$ -hydroxyatractylon, *selina-4(14), 7(11)-dien-8-one*과 *terpene*류의 화합물이 다량으로 함유되어 있고, 또한 *hinesol*,  $\beta$ -*eudesmol* 등과 *serine*, *aspartic acid* 등 14종의 아미노산이 함유되어 있어 구황식물로 이용되기도 하였다(5-7). 백출은 이러한 기능성 성분으로 인하여 무독(無毒)하며, 건위(健胃), 청열(淸熱), 이뇨(利尿), 지한(止汗), 진통(鎮痛), 풍습(風濕), 악성종기(惡性腫氣) 등에 효능이 있는 것으로 알려져 왔다(8).

따라서 본 연구자는 국내산 삼주를 유용식물자원 또는 식품소재로서의 이용방안을 모색하기 위하여 삼주를 채취하여 일반성분, 구성아미노산 및 향기성분 등 화학성분을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 사용한 삼주(*Atractylodes japonica* Koidz.)는 1998년 11월 경남 함양 약초시험장에서 재배한 것을 실험 재료로 사용하였다. 건삼주는 가로 5 mm, 세로 3~5 cm, 높이 5 mm 크기로 세절하여 60°C에서 7시간 열풍건조하여 냉동 보관하며 실험 재료로 사용하였다.

### 일반성분

수분은 105°C 건조 후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 환원당은 DNS법으로, 총당은 산가수분해한 후 환원당을 측정하였으며, 조섬유는 A.O.A.C법(9)으로, 조회분은 550°C 직접회

화법으로 측정하였다.

### 무기성분

무기성분 분석은 시료에 함유된 K, Na, Mg, Mn, Fe, Ca, Zn 및 P의 무기성분에 대하여 분석하였다. 즉, 각 시료 5 g에 분해용액(HClO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>O = 9 : 2 : 5) 60 ml를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 끓인 증류수 50 ml로 정용·여과(동양 여지 No. 6)하여 Atomic absorption spectrophotometer (HITACHI 170-30, Hitachi, TOKYO)로 분석하였다. 분석 조건은 gas(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) flows 2.0 l/min, air flows 10.0 l/min, wavelength는 K 766.5, Ca 422.7, Mg 285.2, Mn 279.5, Fe 248.3, Na 589.0 및 Zn 213.9 nm이었다. P은 시료 5 g에 분해용액 60 ml를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 끓인 증류수로 여과 후(동양 여지 No. 6) 여액 10 ml를 100 ml 삼각플라스크에 넣고 증류수 50 ml를 첨가한다. Nitric acid 5 ml, 0.25% ammonium monovanadate 5 ml와 5% ammonium molybdate 5 ml를 넣은 후 증류수로 정용한다. 항온기에서 15분 방치한 후 Spectrophotometer(Stasar3, Gilford, OBERLIN)를 사용하여 380 nm에서 측정하였다.

### 유리당

유리당 분석은 각 시료를 마쇄한 후 정평하여 최등(10)의 방법으로 유리당 획분을 얻은 다음 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과한 후 Sep-pak C<sub>18</sub>로 색소 및 단백질 성분을 제거한 다음 HPLC(Water 486, U.S.A)로 분석하였다.

### 유기산

유기산 분석은 각 시료를 60°C에서 일정하게 건조시킨 후 20 mesh로 분쇄한 다음 5 g을 평취하여 Court 등(11)의 방법에 준하여 GLC(Hewlett packard 5890 series, U.S.A)로 분석하였다.

### 구성아미노산

구성아미노산 분석은 시료를 일정량 정평하여 6

N hydrochloric acid를 가하고 진공밀봉하여 heating block (110±1℃)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 rotary vacuum evaporator를 이용하여 hydro-chloric acid를 제거하고 증류수로 2회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 ml로 용해한 후 0.2 μm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기를 이용하여 분석하였다. 분석 조건 중 column은 Ultrapac 11 cation exchange resin(11 μm ± 2 μm)를 사용하였고, flow rate와 buffer exchange는 ninhydrin 25 ml/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column temp.와 reaction temp.은 각각 46℃와 88℃로 하였고, analysis time은 44 min. 이었다.

지방산

조지방 추출은 분쇄된 시료를 원통여지(Whatman cat No. 2800260)에 넣고 ethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출법으로 약 16시간 추출한 다음 추출물을 감압농축시켜 중량법으로 함량을 측정하였다. 지방산 분석은 상기와 같이 추출한 조지방질 약 200 mg을 취하여 Metcalf 등(12)의 방법에 준하여 GLC(Hewlett packard GC 5890, U.S.A)로 분석하였다.

향기성분

향기성분은 Maarse 등(13)의 방법에 따라 Likens와 Nikerson(14)의 연속증류장치법(SDE)으로 추출하여 GC 및 GC-MS로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

생삼주와 건삼주의 화학성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 총당은 생삼주의 경우 31.3%와 건삼주의 경우 46.8%로 가장 높게 나타났고, 조단백질은 생삼주의 경우 12.4%와 건삼주의 경우 21.8%로 나타났다. 황 등(15)은 건조한 백출의 일반성분을 분석한 결과 조단백질이 0.01%, 조지방 7.4%, 회분 5.4%이고, 찡출은 조단백질이 4.4%, 조지방 2.8%, 회

분 6.5%이었다고 보고하였는데 이는 지역적 특성과 건조의 차이에 따른 것으로 사료된다. Chung과 Ji(16)이 보고한 건조 천마의 일반 성분으로 수분 11.8%, 회분 3.2%, 조단백질 7.6% 및 조지방 0.5%로 보고하였다.

Table 1. Contents of general components in Korean *A. japonica*

(Unit : w/w%)						
Sample	Moisture	Total sugar	Crude protein	Crude fat	Ash	Crude fiber
Fresh	43.0	31.3(2.6) <sup>1)</sup>	12.4	1.3	1.6	4.0
Dried	9.2	46.8(5.4)	21.8	4.2	4.3	12.7

<sup>1)</sup> Reducing sugar.

무기성분

생삼주와 건삼주에 함유되어 있는 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 결핍시 세포의 기능 저하로 알려진 K은 생삼주의 경우 4,038.9 ppm과 건삼주의 경우 8,738.9 ppm으로 가장 높게 나타났고, 뼈와 치아 형성 및 체내 대사과정을 조절하는 Ca은 생삼주의 경우 731.8 ppm과 건삼주의 경우 966.1 ppm으로 나타났는데 이는 황 등(15)이 백출의 무기성분을 분석한 결과 K이 1,091.7 mg%, Ca 1,158.3 mg%라고 보고한 것보다 높게 나타났다. 박 등(17)은 더덕 중 K이 209~321 ppm, Ca 31~49.6 ppm, Mg 25.1~47.9 ppm으로 보고하였고, 이 등(18)은 도라지 뿌리 중 K이 1,740 ppm, Ca 1,020 ppm보다도 높게 나타났다.

Table 2. Contents of minerals in Korean *A. japonica* (Unit : ppm)

Sample	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Na	Zn	P
Fresh	4,038.9	731.8	477.1	13.5	56.4	87.2	22.4	1,698.5
Dried	8,738.9	966.1	912.8	23.5	113.9	147.4	46.7	3,511.6

유리당

생삼주와 건삼주에 함유되어 있는 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 즉, sucrose가 생삼주의 경우 0.88%와 건삼주의 경우 3.44%로 가장 높게 나타났으며, fructose는 생삼주의 경우 0.74%, 건삼주의 경우 1.22%로 나타났다.

이 등(19)의 건조 인삼 중 유리당 분석에서 maltose 가 60.94%, sucrose 36.18%, glucose 2.15%, fructose 0.73%와 비교하면 낮게 나타났으며, 신 등(20)이 수분 함량 6.01%인 천마의 유리당을 조사한 결과 sucrose가 6.99%, fructose 4.88%, glucose 3.26%의 보고와도 차이가 있었다.

Table 3. Contents of free sugars in Korean *A. japonica* (Unit : %)

Sample	Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose	Xylose
Fresh	0.88	0.03	0.74	0.17	ND <sup>1)</sup>	0.03
Dried	3.44	0.08	1.22	0.62	0.04	0.07

<sup>1)</sup> Not detected.

#### 유기산

생삼주와 건삼주에 함유되어 있는 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 즉, tartaric acid가 생삼주의 경우 3,848.99 mg%와 건삼주의 경우 5,305.46 mg%로 가장 높게 나타났으며, oxalic acid 생삼주의 경우 3,072.22 mg%와 건삼주의 경우 4,841.85 mg%로 나타났다.

Table 4. Contents of organic acids in Korean *A. japonica* (Unit : mg%)

Organic acids	Fresh	Dried
Pyruvic acid	ND <sup>1)</sup>	21.1
Oxalic acid	3,072.2	4,841.9
Malonic acid	81.3	191.7
Fumaric acid	13.0	36.3
Succinic acid	66.8	123.3
Tartaric acid	3,849.0	5,305.5
Malic acid	211.7	1,871.4
$\alpha$ -Ketoglutaric acid	144.7	57.5
Citric acid	89.1	135.3

<sup>1)</sup> Not detected.

오 등(21)은 당귀의 물 추출물에서 유기산 조성 중 lactic acid가 243.9 mg%, oxalic acid 115.8 mg%, succinic acid 2.1 mg%, malic acid 536.1 mg%, citric acid 50.7 mg%로 나타났고, 50% ethanol 추출물에서 lactic acid가 23.2 mg%, oxalic acid 20.1 mg%, succinic acid 4.3 mg%, malic acid 331.9 mg%, citric acid 57.7

mg%의 보고보다 높게 나타났으며, 신 등(20)은 천마의 유기산 함량을 분석한 결과 citric acid가 10.18%, malic acid 1.61%로 나타났다고 보고하였다.

#### 구성아미노산

생삼주와 건삼주의 구성아미노산 함량을 분석한 결과 총 17종의 아미노산이 동정되었는데 그 결과는 Table 5와 같다. 즉, 생삼주의 경우 arginine이 291.3 mg%로 가장 높게 나타났으며, proline 197.6 mg%로 나타났다. 건삼주의 경우 proline이 569.8 mg%로 가장 높게 나타났으며, arginine 344.6 mg%로 나타났다.

황 등(22)의 건조한 백출의 아미노산 함량을 분석한 결과, aspartic acid가 576.9 mg%, alanine 386.2 mg%, glutamic acid 345.9 mg% 순으로 보고하였고, 김 (23)은 아생 더덕의 아미노산 조성에서 arginine 함량이 15.6 mg/g로 가장 높은 경향을 나타났다고 보고하였으며, 김(24)은 인삼에 arginine이 2,551.0 mg% 보고하였다.

Table 5. Contents of total amino acids in Korean *A. japonica* (Unit : mg%)

Components	Fresh	Dried
Aspartic acid	113.9	248.0
Threonine	65.8	112.5
Serine	65.8	100.9
Glutamic acid	119.7	219.5
Proline	197.6	569.8
Glycine	59.9	99.6
Alanine	68.5	119.4
Cystine	14.2	37.9
Valine	66.6	109.6
Methionine	12.7	44.7
Isoleucine	63.3	112.2
Leucine	83.1	139.4
Tyrosine	40.3	72.2
Phenylalanine	88.2	145.0
Histidine	48.0	97.7
Lysine	94.3	146.5
Arginine	291.3	344.6
Total A.A.	1493.2	2719.5
Total E.A.A. <sup>1)</sup>	522.09	907.6

<sup>1)</sup> E. A. A. : essential amino acid (Thr + Val + Met + Ile + Leu + Phe + His + Lys).

Table 6. Fatty acid compositions in Korean *A. japonica* (Unit : %)

No.	Components	Fresh	Dried
1	Myristoleic acid	3.96	0.05
2	Pentadecylic acid	ND <sup>1)</sup>	0.45
3	Palmitic acid	2.87	0.65
4	Palmitoleic acid	ND	2.53
5	Stearic acid	0.91	1.85
6	Oleic acid	ND	2.00
7	Linoleic acid	1.72	17.99
8	Linolenic acid	0.34	2.36
9	Arachidic acid	0.33	1.23
10	Arachidonic acid	0.93	0.07
11	Behenic acid	4.00	8.10
12	Lignoceric acid	1.48	0.85
13	Others	83.46	61.87

<sup>1)</sup> Not detected.

### 지방산

생삼주와 건삼주에 함유된 지방산 조성을 GC로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 즉, 생삼주의 경우 behenic acid가 4.0%로 가장 높게 나타났으며, myristoleic acid 3.96%로 나타났다. 건삼주의 경우 linoleic acid가 17.99%로 가장 높게 나타났으며, behenic acid 8.10%로 나타났는데, 이는 Ko(25)와 Shin(26)의 수삼 중 지방산 조성에서 linoleic acid가 67.09%, palmitic acid 8.26%, oleic acid 7.53% 및 linolenic acid 5.66% 라고 보고와 정 등(27)은 도라지 뿌리 중의 지질 구성분에서 palmitic acid가 39.3%, linoleic acid 2.7% 함유되어 있다는 보고와 차이가 있었다.

### 향기성분

생삼주와 건삼주를 GC 및 GC-MS로 분리·동정한 결과는 Fig. 1 및 Table 7과 같다. 즉, furanodiene이 생삼주의 경우 17.91%와 건삼주의 경우 40.69%로 가장 높게 나타났으며, (5.  $\alpha$ .)-D-norandrostan이 생삼주와 건삼주에서 각각 12.72%와 15.48%로 나타났다.

이 등(28)이 냉이 뿌리의 향기성분을 분석한 결과 총 24개의 휘발성 향기성분이 확인되었는데 관능기 별로 확인된 성분들의 총 peak area %는 hydrocarbons 8.41%, aldehydes 0.27%, ketones 2.45%, alcohols 7.0%, esters 0.51%, acids 0.54% 및 기타 6.0%이었으며, 가

장 많이 함유된 성분은 tetracosane 6.75%의 보고와 다른 양상을 보였다.

Table 7. Volatile flavor compounds in Korean *A. japonica*

Peak No.	Compounds <sup>1)</sup>	Peak Area(%)	
		Fresh	Dried
1	$\delta$ -3-Carene	2.76	1.62
2	Sabinene	0.43	0.46
3	Ocimene	0.51	0.29
4	trans-syn-trans-Tricyclo 7.3.0.0(2,6) dodecane	0.93	0.17
5	$\gamma$ -Gurjunene	0.06	0.37
6	$\alpha$ -Guziene	1.85	1.19
7	1H-Cyclopropa a naphthalene, 1A,2,3,3A,4,5,6,7B-octahydro-1,1,3A,7-tetram	2.11	1.48
8	1H-Cyclopropa a naphthalene, 1A,2,3,5,6,7,7A,7B-octahydro-1,1,7,7A-tetram	2.24	1.64
9	$\alpha$ -Guziene	2.55	1.88
10	trans-Caryophyllene	4.22	4.24
11	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)	3.14	4.41
12	$\alpha$ -Humulene	1.57	1.63
13	2-Cyclohexylidene-cyclohexanone	0.98	ND <sup>2)</sup>
14	$\beta$ -Selinene	4.57	3.77
15	Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8A-octahydro-1,8A-dimethyl-7-(1-methylethenyl)	12.44	10.24
16	Spiro 4,5 dec-7-ene	3.48	6.09
17	Furanodiene	17.91	40.69
18	Elemol	0.89	1.04
19	(5. $\alpha$ .)-D-Norandrostan-16-one	12.72	15.48
20	Aromadendrene	2.49	0.72
21	(-)-Spathulenol	1.24	1.40
22	Phenol, 2-(1,2-dimethyl-2-cyclopenten-1-yl)-acetate	2.70	0.38
23	Isolatolactonoid butenolide A	4.60	0.23
24	Sandaracopimar-7,15-dien-6-one	12.42	0.54
25	9-Octadecenoic acid(Z)-, methyl ester	0.71	0.02
26	Octadecenoic acid, methyl ester	0.48	0.02

<sup>1)</sup> Compounds isolated from water extract by SDE method.

<sup>2)</sup> Not detected.

## 요 약

한국산 삼주로 식품의 가공·저장 및 영양학적 및 기호적 가치를 결정하는 중요한 인자인 화학성분을 분석한 결과 일반성분 중 총당은 생삼주에서 31.3%,

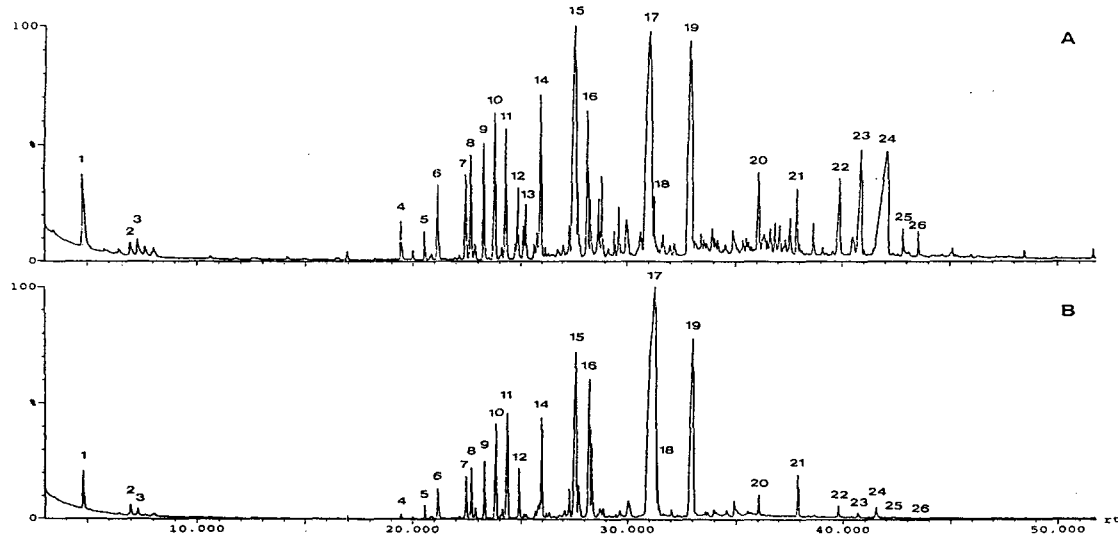


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile flavor compounds from fresh(A) and dried(B) Korean *A. japonica*.

건삼주에서 46.8% 함유되어 있었다. 무기성분은 생삼주의 경우 K이 4,038.9 ppm, P 1,698.5 ppm, Ca 731.8 ppm, Mg 477.1 ppm, Na 87.2 ppm, Fe 56.4 ppm, Zn 22.4 ppm 및 Mn 13.5 ppm 이었고, 건삼주의 경우 K이 8,738.9 ppm, P 3,511.6 ppm, Ca 966.1 ppm, Mg 912.8 ppm, Na 147.4 ppm, Fe 113.9 ppm, Zn 46.7 ppm and Mn 23.5 ppm 이었다. 유리당은 sucrose가 생삼주에 0.88%, 건삼주에 3.44%로 다른 당에 비해 높게 나타났다. 유기산은 tartaric acid가 생삼주에 3,849.0 mg%, 건삼주에 5,305.5 mg%로 가장 높게 함유되어 있었다.

구성 아미노산 중 생삼주에 arginine이 291.3 mg%, 건삼주에는 proline이 569.8 mg%로 가장 높게 나타났다. 지방산 조성은 생삼주에 behenic acid가 4.0%로 높게 나타났고, 건삼주에 linoleic acid가 17.99%로 높게 나타났다. 가장 많이 함유되어 있는 향기성분은 furanodiene로 생삼주에 17.91%와 건삼주에 40.69% 이었다.

### 참고문헌

1. 이창복 (1993) 大韓植物圖鑑. 향문사, 766
2. Gotoh, K., Izumi, H., Nuno, M., Katsuki, S., Isoda, S., Kohda, H., and M. Satake (1988) Studies on Atractylodes plants in Japan. Shoyakugaku Zasshi, **42**, 51-57
3. Kawanishi, F., Takahashi, T., Omukai, T., Zhang, B.G., Li, Z.L., and Xiao, P.G. (1994) Comparison of the outer morphologies, growth and the components in the rhizomes of Atractylodes plants cultivated in Kyoto and Beijing. Natural Medicines, **48**, 1-10
4. Takahashi, S. and Maruyama, S. (1961) Pharmacognostical studies on the Chinese crude drug "Zhu". I. Shoyakugaku Zasshi. 239-257
5. 樓之茶 등 (1996) 常用中國材品種整理和質量研究 北方編 第3編. 북경의과대학출판사, 779-807
6. 보건복지부 (1992) 大韓藥田(第6改訂). 한국메디컬인텍스사, 1002-1003
7. 임동술, 유승조, 지형준 (1988) 한국산 蒼朮의 성분 연구. 韓國生藥學會誌, **19**, 228-232
8. 동의보감국역위원회 (1992) 國譯增補東醫寶鑑. 남산당, 1180
9. A.O.A.C (1990) Association of Official Analytical Chemists. 15th ed, 18-20
10. 최진호, 장진규, 박길동, 김명환, 오성기 (1981) 고속액체크로마토그래피에 의한 인삼 및 인삼제

- 품종의 유리당의 정량. 한국식품과학회지, 13, 107-113
11. Court, W.A. and Handel, J.G. (1978) Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue cured taboco by gas-liquid chromatography. *J. chromatogr. Sci.*, 16, 314-318
  12. Metcalf, L.D., Schmits, A.A. and Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 38, 514-515
  13. Maarse, H. and Kepner, R.E. (1970) Changes in composition of volatile terpens in douglas fir during maturation. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 1095
  14. Likens, S.T. and Nikerson, G.B. (1964) Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proc. Am. Soc. Brew. Chem.*, 5, 13-17
  15. 황진봉, 양미옥, 신현경 (1997) 약초 중의 일반성분 및 무기질 함량 조사. 한국식품과학회지, 29, 671-679
  16. Chung, H.S. and Ji, G.E. (1996) Composition and functionality of Chonma. *J. Food Sci. Technol.*, 28, 53-57
  17. 박부덕, 박용곤, 최광수 (1985) 더덕(沙蔘)의 년건별 화학성분에 관한 연구(1報) 일반성분, 무기질 및 단백질 분획. 한국영양식량학회지, 14, 274-279
  18. 이월형, 이만정 (1974) 도라지의 Ca, Mg, K, Na, P와 이들의 水浸과 Boiling에 따른 변화. 한국영양식량학회지, 3, 35-41
  19. 이부용, 김은정, 박동준, 홍석인, 전향숙 (1996) 가공방법에 따른 몇가지 백삼 제품의 사포닌 및 유리당 조성 변화. 한국식품과학회지, 28, 922-927
  20. 신창식, 박채규, 이종원, 이재근, 장진규, 김용규 (1999) 건조방법에 따른 천마의 성분 분석. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 1058-1063
  21. 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효 (1990) 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 탄닌의 조성. 한국식품과학회지, 22, 76-81
  22. 황진봉, 양미옥, 신현경 (1998) 약초 중의 아미노산 함량 조사. 한국식품과학회지, 30, 35-41
  23. 김혜자 (1985) 자연산과 재배 더덕의 일반성분 및 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 17, 22-25
  24. 김동연 (1973) 홍삼의 갈변에 관한 연구. 한국농화학회지, 16, 60-77
  25. Ko, S.R. (1994) Comparative study on chemical components and biological activities of Panax species. M. S. Thesis. Chonbuk National University, Chonbuk, Korea
  26. Shin, Y.S. and Lee, M.W. (1980) Studies on the lipid components of Panax species. *J. Food Sci. Technol.*, 12, 185-192
  27. 정옥희, 이만정, 한재숙 (1975) 도라지 뿌리 중의 지질 구성 성분에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 4, 35-44
  28. 이미순, 최향숙 (1996) 냉이의 식용부위별 휘발성 향기성분. 한국식품과학회지, 28, 822-826

---

(접수 2000년 12월 23일)