

## 건조방법에 따른 천마의 성분 분석

신창식<sup>†</sup> · 박채규\* · 이종원\* · 이재곤\* · 장진규\* · 김용규\*

경상대학교 식품공학과  
\*한국인삼연조연구원

### Analysis of the Components with Freeze Drying and Steam Drying of *Gastrodia elata* Blume

Chang-Sik Shin<sup>†</sup>, Chae-Kyu Park\*, Jong-Won Lee\*, Jae-Gon Lee\*,  
Chin-Kyu Jang\* and Yong-Kyoo Kim\*

Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea  
\*Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the differences in proximate composition, free sugars, organic acids, fatty acids, amino acids, mineral components, hunter color values and calory values between freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume. Crude fat and crude fiber decreased during manufacture of steam dried *Gastrodia elata* Blume. The contents of sugars in steam dried *Gastrodia elata* Blume decreased during manufacture than that of freeze dried *Gastrodia elata* Blume. The contents of malic acid, oxalic acid,  $\alpha$ -ketoglutaric acid, malonic acid and succinic acid in freeze dried were similar to those in steam dried *Gastrodia elata* Blume. Citric acid decreased in steam dried *Gastrodia elata* Blume. The contents of linoleic acid, palmitic acid and oleic acid in freeze dried were similar to those in steam dried *Gastrodia elata* Blume. The contents of free amino acids in steam dried *Gastrodia elata* Blume decreased during manufacture. The mineral component contents of the *Gastrodia elata* Blume were greater in the order of  $Mn < Na < Ca < Mg < P < K$ . Steam dried *Gastrodia elata* Blume showed higher Hunter parameter a, b and  $\Delta E$  value and lower L value than freeze dried one.

**Key words:** *Gastrodia elata* Blume, freeze dried, chemical components

#### 서 론

천마(*Gastrodia elata* Blume)는 뽕나무 버섯(*Armillaria mellea*)과 편리공생을 하는 난과 식물에 속하는 한약재로써 한국, 일본, 중국에서만 분포한다(1). 최근에는 인공 재배 기술의 발달로 농가에서 재배가 가능한 고소득의 한약재로서 본초학 문헌에 나타나 있는 효능은 고혈압, 신경성질환, 당뇨병 등의 성인병 뿐만 아니라 스트레스해소, 피로회복 등의 증상에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(2-4).

생약은 자연에서 채취한 그대로 이용하는데에는 생체의 보존에 따른 불편과 독성, 자극성 등의 부작용이 있어 간단한 가공 처리를 하는데, 가공방법에 따른 이화학적변화와 약리효능의 변화에 대한 연구는 여러 연구자들에 의하여 시도되어 왔으며 그 연구의 대부분은 근래에 이르러 수행되고 있다. 이러한 연구의 대표적인 생약은 백삼과 홍삼, 생강과 건강, 생지황, 전지황과 숙지황, 감초와 자갈

초 등의 가공방법에 따른 성분 변화와 활성 연구가 주로 대상이 되고 있다.

천마는 신농본초경, 본초강목, 약성론 등의 한방에서 상지상약으로 여겨지고 있는데(5), 일반적으로 동결건조 천마와 증자건조한 천마 그리고, 일반 한약재로 사용하는 찌서 건조시킨 천마 등으로 구별되며, 이에 관한 연구는 재배학적측면과 임상 약리효능학적 측면의 두 가지 방향으로 연구가 진행되고 있다.

재배학적인 연구는 천마와 뽕나무버섯과의 공생관계에 대한 연구가 주류를 이루고 있으며(6,7), 임상학적 효능은 이미 본초문헌에 널리 기재되어 한국과 중국 등의 동양권에서 약리 효능에 대한 과학적인 연구 활동이 이루어지고 있으나(8,9), 아직까지 성분분석이나 특성, 정확한 약리효능에 대한 연구활동은 상당히 미비한 실정이다. 종전의 연구 자료들에 의하면 천마에는 vanillyl alcohol, vanillic acid, phenolic compounds, glucosides와 주요성분인 gastrodine 등의 성분들이 분리된다고 보고하였으나(10-

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

12), 현재까지 어떤 성분들이 약리적 효능을 지니는가에 대해서는 정확한 분석이 이루어지지 못하고 있어 신비성을 더해주고 있으나 K, Ca 등의 풍부한 무기물과의 결합에 의한 효과라고 추정되고 있다(13).

한편, 천마의 성분분석에 관한 연구로서 1920년 麻生(14)의 회분분석에 관한 연구 등 식품학적인 측면에서 몇몇 연구자들에 의해서 성분, 차류, 음료, 엑기스 등으로 연구하였으나 매우 단편적이고 체계적으로 연구되지 못하였다(15-18).

본 연구에서는 동결건조한 천마와 증자건조한 천마의 이화학적 성분 관계를 규명하여 천마의 학문적 기초자료로 활용하고자 연구를 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용한 동결건조 천마는 충북 진천군 정남영 천마(가든)농장에서 재배된 것을 1997년 1월에 구입하여 증류수로 깨끗이 세척한 후 칼로 slice하여 동결건조한 후 분쇄하여 20mesh 체를 통과하는 분말을 분석용 시료로 제조하였으며, 증자건조 천마는 천마를 증류수로 세척한 후 autoclave에 넣고 100°C에서 20분간 증자, 건조 및 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

#### 일반성분

일반성분 분석법에 준하였다. 즉, 수분은 AOAC법(19)에 준하여 105°C 상압가열건조법, 조지방은 soxhlet법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 회분은 건식회화법, 조섬유는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 분해법으로 분석하였고, 총당과 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(20)으로 각각 측정하였다. 또한, bomb-calorimeter를 사용하여 calorie를 측정하였다.

#### 유리당

유리당은 Ando 등(21)의 방법으로 분리하여 정량하였다. 즉, 시료 약 10g을 취하여 환류냉각관을 부착한 다음 80°C의 수욕상에서 80% methanol로 3회 추출하여 감압 농축한 후 증류수 10ml에 녹여 0.45µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(model 600, Waters associates, USA)를 이용하여 분석하였다. Lichrosorb NH<sub>2</sub> column(5µm, 25×0.4cm I.D.)을 사용하였고, acetonitrile/distilled water (84:16) 용매로서 유속은 1.0ml/min, R.I. detector(KI-410, Waters, USA)로 분석하였다.

#### 유기산

시료 약 5g을 취하여 Court와 Hendel(22)의 방법에 준하여 12% 황산/메탄올 방법으로 methyl ester화시킨 다음

클로로포름으로 추출·분획하여 sodium sulfate로 탈수시킨 후 40°C에서 감압·농축시켜 GLC(5890 series, Hewlett Packard, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Supelco wax 10 column(60m×0.32mm i.d.)을 사용하였고, oven 온도와 detector의 FID의 온도는 각각 100°C와 240°C로 하였다. Carrier gas는 N<sub>2</sub>를 사용하였으며, 유량은 1.0cc/min(split ratio=30:1)로 하여 분석하였다.

#### 지방산 조성

지방산 분석은 시료 10g을 원통여지(Whatman Cat No. 2800260)에 넣고 diethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출법으로 약 10시간 정도 연속 추출하여 조지방을 얻고 이를 Metcalf 등(23)의 방법에 준하여 지방산 methyl ester를 조제한 후 GLC(5890 Series II, Hewlett Packard, USA)로 분석하였다. 0.5N NaOH-MeOH를 가하여 80°C에서 환류시키면서 가수분해 시킨 후, 14% BF<sub>3</sub>-methanol 및 n-heptane을 가하여 끓이고 식힌 후 증류수와 NaCl 포화용액을 가한 다음 petroleum ether로 추출한 후 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수, 여과한 용액 1µl를 GLC에 주입하였으며, GLC에 의해 분리된 각 지방산의 methyl ester를 peak 면적의 비율로 계산하여 각 지방산의 조성비를 구하였다. GLC 분석 조건은 Supelco wax 10(60m×0.25mm i.d.) fused silica capillary column을 사용하였고, column 온도는 150°C에서 5분간 유지한 후 200°C까지 4°C/min로 승온하였다. Injection 및 detector 온도는 250°C로 하였고, N<sub>2</sub> 유량은 0.6cc/min(split ratio=80:1)로 하여 분석하였다.

#### 유리아미노산

시료 전처리하는 시료 약 10g에 75% ethanol 50ml를 첨가하여 homogenize한 다음 원심분리(3,000×g, 20min)하고 그 상정액을 rotary vacuum evaporator로 ethanol을 제거한 후 상기의 방법을 2회 반복하고, 증류수 25ml로 정용하여 SSA(5-sulfosalicylic acid) 50mg/ml을 첨가한 다음 membrane filter(0.22µm)로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 유리아미노산을 아미노산 자동분석기(LKB-4150, Pharmacia Biochrom, USA)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. Ultrapace II cation exchange resin column(11±2µm, 220mm)을 사용하였고, 0.2N Na-citrate buffer 용액(pH 3.20, 4.25, 10.0)의 유속은 40ml/hr, ninhydrin 용액의 유속은 25ml/hr, column 온도는 46°C, 반응 온도는 88°C로 하였고, analysis time은 44min으로 하였다.

#### 무기성분

일정량의 시료를 건식분해법으로 540°C 10시간 회화시킨 다음 10% 염산 용액으로 용해하여 여지(Whatman No. 41)로 여과한 후 원자흡광분광광도계(Varian Spectra A.

**Table 1. Contents of chemical components in the freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume** (Unit: %)

General composition	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Crude fiber	N-Free extract	Total sugar	Reducing sugar	Carorie <sup>1)</sup>
Freeze dried	3.05	5.47	1.51	3.06	3.01	86.91	64.28	9.15	392.05
Steam dried	6.01	5.56	0.61	3.30	2.64	84.53	64.11	9.07	381.99

<sup>1)</sup>Unit are Kcal/100g.

A-30, DS-15 Data stantion, USA)로 분석하였는데, 이때 사용한 각 무기원소의 표준용액은 Sigma사의 표준품을 사용하였다.

### 색도

동결건조 천마와 증자건조 천마를 비교하기 위하여 분쇄한 시료 약 10g을 색차계(D-25L-9, Hunter Associate Lab. Inc., USA)를 이용하여 L, a, b 값 및 전반적인 색차(ΔE)를 측정하였다. 백색도 L값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값은 -70(청색)에서 70(황색)까지였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분과 조지방은 약간의 차이를 나타내었으나 조단백질, 회분, 그리고 조섬유의 함량은 거의 비슷하였으며, 총당은 동결건조 천마가 64.28%, 증자건조 천마가 64.11%이었고, 환원당은 9.15%, 9.07%로 역시 거의 유사하였다. 한편, 열량을 bomb calorimeter로 측정한 결과, 392.05 및 381.99Kcal/100g로 나타났다.

천마의 주성분은 단백질과 탄수화물로서 Chung과 Ji (17)는 건조 천마의 일반성분으로 수분 11.8%, 회분 3.2%, 조단백질 7.6%, 조지방 0.5% 및 조섬유 3.9%로 보고하였는데, 이 결과는 본 실험치와는 약간의 차이가 있었다.

### 유리당의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 유리당 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 2와 같다. 주요 유리당은 sucrose, fructose, glucose이며, 유리당의 전체 함량은 증자건조 천마가 동결건조 천마에 비해 다소 적었다. 이는 천마를 증자 후 건조하면 각 유리당의 함량이 동결건조한 천마에 비해 감소된 것은 열처리와 건조에 의한 amino-carbonyl reaction 때문이라고 보여진다. Kim(24)은 생육단계별로 지하괴경의 유리당 함량을 분석하였을 때 평균 glucose 2.61%, sucrose 1.25%, fructose 1.02% 순이라고 보고하였다.

### 유기산의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 유기산 함량을 GLC로 분석한 결과는 Table 3과 같다. 주요 유기산으로 citric acid와 malic acid였는데, 동결건조 천마는 95.09%, 증자

건조 천마는 94.93%를 차지하였다. 그러나, 동결건조 천마와 증자건조 천마의 malic acid, oxalic acid, α-ketoglutaric acid, malonic acid 및 succinic acid의 함량은 거의 비슷하였으나, 동결건조 천마의 citric acid가 14.75%로서 증자건조 천마의 10.18%보다 함량이 높았다. 이는 증자건조 천마를 100°C에서 열처리할 때 citric acid가 감소되는 것으로 추정된다.

### 지방산 조성의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 지방산 조성을 GLC로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 동결건조 천마는 saturated fatty acids(SFA)가 31.06%, 이중결합이 1개인 monounsaturated fatty acids(MFA)가 7.23%, 이중결합이 2개 이상인 polyunsaturated fatty acids(PUFA)가 61.71%였으며, 증자건조 천마는 SFA가 26.30%, MFA 8.34%, PUFA 65.36%로 나타났다. 동결건조 천마는 증자건조 천마에 비해 SFA와 MFA의 성분이 조금 많았지만 PUFA 성분들은 적은 경향이였다. 동결건조 천마에서 가장 많이 함유되어 있는 성분은 linoleic acid 58.21%이며, 그 다음은 palmitic acid 24.40%이고, lauric acid가 0.19%로 가장 적었다. 증자건조 천마에서도 linoleic acid가 60.42

**Table 2. The amount of free sugars in the freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume** (Unit: %)

Free sugars	Freeze dried	Steam dried
Rhamnose	0.18	0.14
Xylose	0.02	0.01
Fructose	5.09	4.88
Glucose	4.67	3.26
Sucrose	7.01	6.99
Maltose	0.32	0.31
Total	17.29	15.59

**Table 3. The amount of organic acids in the freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume** (Unit: %)

Organic acids	Freeze dried	Steam dried
Oxalic acid	0.52	0.32
Malonic acid	0.07	0.01
Succinic acid	0.05	0.07
Malic acid	1.51	1.61
α-Ketoglutaric acid	0.20	0.23
Citric acid	14.75	10.18
Total	17.10	12.42

Table 4. Composition of fatty acids in the freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume (Unit: %)

Organic acids	Freeze dried	Steam dried
Lauric acid	0.19	0.18
Myristic acid	0.55	0.59
Palmitic acid	24.40	19.44
Palmitoleic acid	Tr <sup>1)</sup>	1.73
Stearic acid	2.35	2.34
Oleic acid	5.67	4.88
Linoleic acid	58.21	60.42
Linolenic acid	3.50	4.94
Arachidic acid	0.50	0.62
Eicosenoic acid	0.57	0.34
Behenic acid	1.85	1.94
Docosenoic acid	0.20	0.58
Lignoceric acid	1.22	1.19
Tetracosenoic acid	0.79	0.81
Total	100	100
Saturated fatty acid(SFA)	31.06	26.30
Monounsaturated fatty acid(MFA)	7.23	8.34
Polyunsaturated fatty acid(PUFA)	61.71	65.36

<sup>1)</sup>Trace

%로 가장 많았고, 그 다음은 palmitic acid 19.44%로 나타났다. 이는 linoleic acid 67.09%, palmitic acid 8.26%, oleic acid 7.53% 및 linolenic acid 5.66%인 수삼의 지방산 조성(25,26)과 거의 비슷하였다.

유리아미노산의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 아미노산 함량을 아미노산 자동분석기로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 총 아미노산에 대한 필수아미노산 함량 비교에서 동결건조 천마는 272.6mg%, 증자건조 천마는 41.8mg%로 나타났다. 동결건조 천마에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 hydroxyproline이고, 그 다음은 phosphoserine, glutamic acid 순으로 함유하고 있었으며, phosphoserine 이 가장 적게 함유되어 있었다. 증자건조 천마에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 urea이고, 그 다음은 aspartic acid, serine 순이었다. 천마를 증숙하는 과정에서 대부분 아미노산의 함량이 감소하였는데, 증자건조 천마는 동결건조 천마에 비해 아미노산의 함량이 평균 15.3% 정도 감소되었다. 이는 증자건조 과정 중에 maillard reaction 반응이 촉진됨에 따라 hydroxyproline과 같은 아미노산류가 갈색화반응에 소모되어 감소됨으로써 함량이 감소된 것으로 추정된다.

무기성분의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 무기성분 함량을 원자흡광분광포도계로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 무기성분은 K이 동결건조 천마 1,095.43mg%, 증자건조 천마 855.19mg%로 가장 높게 나타났고, 그 다음은 P, Mg

Table 5. Contents of free amino acids in freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume (Unit: mg%)

Amino acids	Freeze dried	Steam dried
Phosphoserine	Tr <sup>1)</sup>	3.4
Phosphoethanolamine	44.7	Tr
Urea	9.7	8.2
Aspartic acid	17.9	7.8
Hydroxyproline	65.8	Tr
Threonine	3.3	1.4
Serine	13.5	6.6
Asparagine	13.8	0.3
Glutamic acid	38.2	0.3
Sarcosine	2.0	Tr
Proline	4.2	Tr
Glycine	9.0	3.8
Alanine	15.6	4.3
Valine	5.1	Tr
Cystine	5.1	Tr
Isoleucine	2.9	Tr
Leucine	2.9	Tr
Tyrosine	4.2	0.4
β-Alanine	2.0	0.3
Phenylalanine	4.1	Tr
Ornithine	3.1	1.1
Lysine	3.1	2.4
Histidine	2.4	1.5
Total	272.6	41.8
Total E.A.A. <sup>2)</sup>	23.8	5.3

<sup>1)</sup>Trace amount(<0.1%)

<sup>2)</sup>Essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+Lys+His)

Table 6. Contents of mineral components in the freeze dried and steam dried *Gastrodia elata* Blume (Unit: mg%)

Elements	Contents	
	Freeze dried	Steam dried
Mn	3.50	2.61
Fe	1.40	1.73
Zn	1.67	1.48
Cu	4.30 <sup>1)</sup>	3.49 <sup>1)</sup>
Cd	0.04 <sup>1)</sup>	0.03 <sup>1)</sup>
Pb	0.55 <sup>1)</sup>	0.27 <sup>1)</sup>
Co	0.67 <sup>1)</sup>	0.60 <sup>1)</sup>
Cr	4.12 <sup>1)</sup>	ND <sup>2)</sup>
P	89.46	84.82
Al	5.20	4.32
Ca	73.61	57.01
K	1,095.43	855.19
Na	4.78	4.33
Mg	80.52	63.12
As	0.53	1.13

<sup>1)</sup>ppm

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

및 Ca 순이었다. Chung과 Ji(17)는 증자건조 천마에서 K, P, Ca, Na, Mg 및 Fe 순으로 함유되어 있다고 하였으나, K, P, Ca, Mg, Na 및 Fe 순으로 함량이 높다고 한 것과

Table 7. Hunter color values in *Gastrodia elata* Blume

Treatment condition	Hunter color values			
	L	a	b	$\Delta E^{1)}$
Freeze dried	98.26	-0.31	+ 4.83	5.12
Steam dried	64.18	+9.71	+27.66	46.27

<sup>1)</sup>Overall color difference.

본 실험결과는 Kim 등(15)이 동결건조 천마에서 보고한 거의 유사하게 나타났으며, Al 등 기타 무기성분들은 소량 함유되어 있었다.

### 색도의 변화

동결건조 천마와 증자건조 천마의 색도를 색차계로 조사한 결과는 Table 7과 같다. 동결건조 천마는 증자건조 천마에 비해 L값이 높았으나 a, b값은 낮게 나타났다. 이것은 증자건조 천마를 증숙할 때 L값이 감소되고, a, b값이 증가되어 전반적인 색차( $\Delta E$ )의 변화로서 갈색화 반응이 많이 진행되었음을 알 수 있다. 이는 건조시 나타나는 현상으로 Kwon 등(27)의 결과와 일치하였다.

### 요 약

최근에 난과 식물에 속하는 천마의 농가재배가 성공함에 따라 천마를 이용한 음용차의 개발 등이 추진되고 있다. 따라서 본 연구에서는 동결건조 천마와 증자건조 천마의 화학성분을 분석하여 천마의 학문적 기초자료로 이용하기 위하여 일반성분, 총당, 환원당, 유리당, 유기산, 지방산, 총아미노산, 무기성분 및 색도의 변화를 분석하였다. 수분과 조지방은 약간의 차이를 나타내었으나 조단백질, 회분, 그리고 조섬유 함량은 거의 비슷하였으며, 총당은 동결건조 천마가 64.28%, 증자건조 천마가 64.11%, 그리고 환원당은 9.15%, 9.07%로 거의 유사하였다. 또한 열량을 분석한 결과 392.05 및 381.99 kcal/100g을 나타내었다. 주요 유리당은 sucrose, fructose, glucose로서 93% 정도를 차지하였으며, 증자건조 천마가 동결건조 천마에 비해 비교적 함량이 적었다. 주요 유기산으로 citric acid와 malic acid였는데, 동결건조 천마는 95.09%, 증자건조 천마는 94.93%를 차지하였다. 그러나, 기타 유기산의 함량은 거의 비슷하였으나, 동결건조 천마의 citric acid가 14.75%로서 증자건조 천마의 10.18%보다 함량이 높았다. 지방산으로 동결건조 천마에서 가장 많이 함유되어 있는 성분은 linoleic acid 58.21%이며, 그 다음은 palmitic acid 24.40%이고, lauric acid가 0.19%로 가장 적었다. 증자건조 천마에서도 linoleic acid가 60.42%로 가장 많았고, 그 다음은 palmitic acid 19.44%로 나타났다. 동결건조 천마에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 hydroxyproline 이고, 그 다음은 phoshoethanolamine, glutamic acid 순으로 함유하고 있었으나, 증자건조 천마는 urea가 가장 많

이 함유되어 있었고, 그 다음은 aspartic acid, serine 순이었다. 무기성분은 K이 동결건조 천마 1,095.43mg%, 증자건조 천마 855.19mg%로 가장 높게 나타났고, 그 다음은 P, Mg 및 Ca 순이었다. 색도를 조사한 결과 동결건조 천마는 증자건조 천마에 비해 L값이 높았으나 a, b값은 낮게 나타났다.

### 문 헌

1. 申佶求: 申氏本草學名論. 壽文社, 韓國, pp.288-290(1980)
2. 許俊: 東醫寶鑑. 南山堂, 國民委員會 編著, 韓國, p.367(1991)
3. 刈末, 木材: 和漢藥用植物. 南江堂, 日本, pp.361-362(1961)
4. 劉星楷: 中藥志. 上海中醫學院, 中國, p.88(1958)
5. 中藥大辭典. 小學館, 日本, p.1870(1985)
6. Donnelly, D. M. X., Coveney, D. J. and Fukuda, N.: New sesquiterpene aryl esters from *Armillaria mellea*. *J. Nature Products*, **49**, 111-116(1986)
7. Donnelly, D. M. X., Quigley, P. F., Coveney, D. J. and Polonsky, J.: Two new sesquiterpene esters from *Armillaria mellea*. *Phytochemistry*, **26**, 3075-3077
8. Kim, K. H.: Studies on sterols *Gastrodia elata* Blume. *J. Chungang Univ.*, **19**, 215-225(1974)
9. Kim, I. Y.: Studies on the pharmacosubstances of *Gastrodia elata* Blume(1). *J. Chungang Univ.*, **14**, 449-452(1969)
10. Taguchi, H., Yosioka, I., Yamasaki, K. and Kim, I. H.: Studies on the constituents of *Gastrodia elata* Blume. *Chem. Pharm. Bull.*, **29**, 55-62(1981)
11. Shaz, W. S.: HPLC determination of *Gastrodia* and 4-hydroxybenzyl alcohol in *Gastrodia elata*. *Yaown Fenxi Zashi*, **5**, 218-221(1985)
12. Liu, J. and Mori, A.: Antioxidant and pro-oxidant activities of *p*-hydroxybenzyl alcohol and vanillin effects on free radicals, brain peroxidation and degradation of benzoate, eoxynribose, amino acids and DNA. *Neuropharmacology*, **32**, 659-669(1993)
13. Wu, H. Q., Xie, L., Jin, X. N. and Ge, Q.: The effect of vanillin on the fully amygdala-kindled seizures in the rat. *Yao-Hsueh-Hsueh-Yao*, **24**, 482(1989)
14. 麻生慶次良: 天麻の灰分 分析. 東京大學 農學部 學術報告, **4**, 387(1920)
15. Kim, J. K., Cha, W. S., Park, J. H., Oh, S. L., Cheon, S. H. and Chung, S. K.: Studies on the mineral component and antioxidative activity of *Gastrodia elata* Blume. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, **4**, 317-321(1997)
16. Zhou, J., Yang, Y. and Yang, T.: The chemistry of *Gastrodia elata* Bl. *Acta Chim. Sin.*, **37**, 183-189(1979)
17. Chung, H. S. and Ji, G. E.: Composition and functionality of Chonma. *J. Food Sci. Technol.*, **28**, 53-57(1996)
18. Lee, J. W. and Kim, Y. K.: Volatile flavor constituents in the Rhizoma of *Gastrodia elata*. *J. Agri. Chem. Biotechnol.*, **40**, 455-458(1997)
19. AOAC: *Official methods of analysis*. 14th ed., Washington, D.C., p.876(1980)
20. Colowick, S. P. and Kaplan, N. O.: *Methods in enzymology*. Academic Press Inc., New Yoaga, Vol. 1, p.149(1995)
21. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S.: Chemical studies on the oriental plant drugs(XXV). Comparative studies

- on the saponins and sapogenin of ginseng and related crude drugs. *Soyakugaku Zasshi*, **25**, 28(1971)
22. Court, W. A. and Hendel, J. G. : Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue cured tobacco by gas chromatography. *J. Chromatogr. Sci.*, **16**, 314-318 (1978)
23. Metcalf, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipid for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514-515(1966)
24. Kim, Y. K. : Characteristics of *Armillaria mellea* rhizomorph and its effects on the growth of *Gastrodia elata*. M. S. Thesis, Chonbuk National University, Chonbuk, Korea(1995)
25. Ko, S. R. : Comparative study on chemical components and biological activities of *Panax species*. M. S. Thesis, Chonbuk National University, Chonbuk, Korea(1994)
26. Shin, Y. S. and Lee, M. W. : Studies on the lipid components of *Panax species*. *J. Food Sci. Technol.*, **12**, 185-192(1980)
27. Kwon, J. H., Lee, G. D., Lee, S. J., Chung, S. K. and Choi, J. U. : Changes in chemical components and physical properties with freeze drying and hot air-drying of *Dioscorea batatas*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 908-913(1998)

(1999년 5월 28일 접수)