

천마의 건조 조건에 따른 기능 성분과 항산화활성 및 관능적 특성의 효과

추한나^{1,3#}, 김정상¹, 김경옥², 정종길^{3*}

1 : 동신대학교 해부학교실, 2 : 동신대학교 한방신경정신병과학교실, 3 : 동신대학교 본초학교실

Effect of functional components, antioxidant activity and sensory characteristics of *Gastrodiae Rhizoma* by different drying condition

Han-Na Chu^{1,3#}, Jeong-Sang Kim¹, Kyeong-Ok Kim², Jong-Kil Jeong^{3*}

1 : Dept. of Anatomy, College of Oriental Medicine, Dongshin University

2 : Dept. of Neuropsychiatry, Colleague of Oriental Medicine, Dongshin university

3 : Dept. of Herbology, College of Oriental Medicine, Dongshin university

ABSTRACT

Objectives : This study aimed to investigate value differences among *Gastrodiae Rhizoma* samples(GM, GC, G1, G2 and G3) in various characteristics as well as to provide basic guideline for various processes such as steaming and drying of *Gastrodiae Rhizoma*.

Methods : *Gastrodiae Rhizoma* were steamed and dried at different temperature and times. They were divided into samples (GM; cultivated, steamed and dried in Muju, GC; cultivated and dried in China, G1; steamed and dried at 55°C for 60 hours, G2; steamed and dried at 55°C for 120 hours, G3; steamed and dried at 70°C for 120 hours) for experiment. They were extracted using water, freeze dried and powdered to analyze gastrodin content, antioxidant activity and sensory evaluation.

Results : Proximate composition and the amount of free sugars of *Gastrodiae Rhizoma* had a little bit differences. Phenolic and flavonoid content of samples were increased by increasing drying temperature and times. Gastrodin content had different values by drying method and G3 was the highest in comparison with others. Increasing drying times led to a increasing in radical and nitrate scavenging activity in samples. Regarding to sensory evaluation, G3 was selected as the best sample according to its highest hedonic score mean (6.11/7) among all samples for appearance, color, flavor, overall acceptability.

Conclusions : The results indicated that G3 sample was effective in views of antioxidant activity, gastrodin content and sensory characteristics. Moreover, *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in Korea were investigated with higher antioxidant activity, gastrodin content and sensory characteristics than those cultivated in China.

Key words : *Gastrodiae Rhizoma*, drying condition, gastrodin, antioxidant activity, sensory characteristics

서 론

천마(*Gastrodia elata* Blume)는 난초과(Orchidaceae)에 해당하는 식물로 잎과 잔뿌리가 없어 스스로 영양을 공급하지 못하고 참나무 뿌리가 부패된 곳에서 자란 뿔나뭇버섯 종균(*Armillaria mellea* Fr)으로부터 영양을 공급받아 다른 버섯

들과 공생하여 재배되는 반 기생 다년생 식물로서 알려져 있다. 약간 구부러지고 납작하게 늘린 원주형-방수형이며, 길이는 5-15 cm, 너비는 2-5 cm, 두께는 1-2 cm이다. 겉은 연한 황백색이나 황갈색이며 광택이 있고 자른 모양은 각질모양이고 약간 투명하며, 횡단면을 절단하고 현미경으로 볼 때 유세포내에서 옥살산칼슘침정을 볼 수 있다. 맛은 달고 냄새

*교신저자 : 정종길, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학 본초학교실

· Tel : 061-330-3523 · E-mail : jgj3523@naver.com

#제1저자 : 추한나, 전남 나주시 대호동 동신대학교 한의학관 208호 본초, 해부학 교실

· Tel : 010-7497-0531 · E-mail : chnkr16@naver.com

· 접수 : 2012년 10월 11일 · 수정 : 2012년 11월 3일 · 채택 : 2012년 11월 9일

가 있다. 한국, 일본 및 중국 등지에서 자생하며, 국내에서는 최근 무주 지역을 중심으로 재배되고 있다^{1,2)}.

천마의 성분은 대부분이 페놀성 화합물인데 gastrodin과 *p*-hydroxybenzylalcohol, parishin, *p*(*p*-hydroxybenzyloxymethyl) phenol glucose, vanillyl alcohol, triterpene 및 circiumaldehyde 등의 비페놀성 화합물 등의 물질들이 존재하고 있다^{3,4)}.

천마의 성분들은 경련을 멈추고 간양을 내리고 풍습을 없애며, 진정작용 및 지상부(천마썩, 적전, 정풍초) 부분은 경련, 부스럼 등의 치료에 효과적이다²⁾. 천마는 주로 한약재로 이용되는데 본초학 자료에서 살펴보면 당뇨병, 신경성 질환, 고혈압 및 항혈전과 항산화 작용에 효과적이며^{1,2)}, 최근에는 γ -aminobutyric acid(GABA)성 신경전달 조절작용, 국소 뇌혈류량 증가 및 혈압 저하, 중성지방과 콜레스테롤 저하, 신경세포 보호 등의 효과를 나타내는 연구들이 활발히 진행중이다^{4,5)}.

생(fresh)천마는 맛이 매우 쓰고 이질적인 냄새와 짧은 저장기간의 단점이 있어 대부분의 연구에서 원료를 증자하고 건조, 추출 및 분말로 제조하여 사용되었다. 반응표면분석법을 이용한 천마의 열수 추출조건 설정⁶⁾, 천마 유효성분의 에탄올 추출조건 최적화⁷⁾, 건조방법의 차이에 따른 천마의 품질 및 성분 변화⁸⁾, 증포 천마 추출물 및 천마 발효물의 항산화활성 및 성분변화⁹⁾, 건조방법에 따른 천마의 성분 분석¹⁰⁾, 천마 분말의 화학적 성분¹¹⁾, 천마 추출물의 항산화 및 항암 활성¹²⁾, 발효천마분말의 품질특성과 기호도 조사¹³⁾, 천마의 불쾌취 향기 성분 감소를 위한 전처리 방법¹⁴⁾ 등의 다양한 생리적 활성 및 가공 방법이 연구되었다. 또한 천마를 즙, 농축액, 환 등으로 가공하여 판매되고 있으며, 천마 농축액 첨가량에 따른 젤리의 품질 특성¹⁵⁾, 천마를 주재료로 한 다식의 제조 및 관능적 특성¹⁶⁾, 천마 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 품질 특성¹⁷⁾, 천마추출액 농축 비율을 달리하여 제조한 천마음료의 품질특성¹⁸⁾ 등의 천마를 이용한 제품 개발 연구가 실시되었다.

따라서 본 연구에서는 기능성 천연식품의 소재로써 천마의 항산화활성과 기능성분 함량 및 관능적 특성을 조사하여 천마의 원료 표준화의 가능성을 확인하였다. 특히 국내(무주) 재배 천마와 수입되어 유통 중인 중국 재배 천마와의 특성을 비교하여 그 결과를 확인하였다.

재료 및 방법

1. 재료

무주 농가 천마(GM)는 무주 클러스터 사업단으로부터 제공받았고, 이 시료는 농가에서 90–100°C의 온도에서 20분간 증숙한 후 열풍건조기로 60–70°C에서 48시간 건조하였으며, 중국산 천마(GC)는 시중에서 구입(동우당제약, 중국 호북산)하였다. 천마는 전라북도 무주군 무주안성천마작목반에서 수확한 가공용 1 등급을 시료로 사용하였다. 겉보기에 이상이 없고 크기가 일정한 천마를 선별하여 증류수로 세척한 후 1~1.5 cm의 크기로 잘라서 사용하였다. 전처리한 천마를 증숙용 냄비에 서로 겹치지 않게 나란히 배열하여 90–100°C 정도에서 20분을 천마가 완전히 익을 때까지 증숙하였다. 건조 조건은 55°C의 온도에서 60시간(G1), 120시간(G2)과 7

0°C의 온도에서 120시간(G3)의 세가지 조건으로 열풍건조기로 건조하였다. 건조가 완료된 천마를 LDPE bag에 각각 담아 냉장 보관하였다.

2. 천마 추출액 및 분말 제조

무주재배, 중국산 및 건조된 천마를 일정 크기로 파쇄하여, 무게 당 15배의 증류수로 희석하여 95°C 이상의 온도로 20 시간동안 water bath(KSB-55, SUNIL DEVELOPED ENG, CO., LTD. KOREA)에서 추출하였다. 추출액을 멸균 거즈로 박(粕)과 분리하여 여과한 뒤 감압 농축기(R-124, BUCHI LABORTECHNIK AG, SWITZERLAND)로 농축하였다. 농축액을 일정 크기의 용기에 담아 저온항온수조에서 냉각시킨 후 동결건조기(FD8508, ILSHIN LAB, CO., LTD. KOREA)로 건조하였다. 건조가 완료되면 분말로 뿜아서 냉동 보관하였다.

3. 일반 성분 및 유리당 함량

각각의 천마 분말을 증류수에 희석한 뒤 한국시험분석연구원에 일반성분 및 유리당 분석을 의뢰하였다. 일반 성분은 식품공전의 일반시험법에 따라 실시되었고, 유리당 함량은 HPLC 분석기기(Waters HPLC 717, USA)로 분석하였다.

4. gastrodin 함량

천마 시료 중 유효성분을 확인하기 위하여 HPLC (High Performance Liquid Chromatography, Dionex, Germany)를 이용하여 정량 분석을 하였다. (재)전주생물소재연구소에서 제공받은 gastrodin 표준품을 분석하여 검량곡선을 그리고 함량 계산 시에 사용하였다. 각 천마 시료 중 1 g씩을 취하여 초순수 20 mL에 희석 추출하여 원심분리를 한 후 상등액을 검액으로 사용하였다. 이 중 5 μ L씩 컬럼 (SHISHEIDO CAPCELL PAK C18 UG120, 4.6 mmI.D \times 250 mm size)에 주입하여 분석을 실시하였다.

5. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis법¹⁹⁾에 따라 각 추출액에 증류수로 10배 희석한 시료 1 mL에 Folin & Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., USA) 및 10% Na₂NO₃(Duksan Pure Chemicals, Korea) 용액을 각 1mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정한다. 표준곡선은 caffeic acid(Sigma-Aldrich Co., USA)를 표준물질로 하여 0~100 μ g/mL의 범위로 시료의 총 페놀 함량을 산출하였다.

6. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드는 추출액 0.5 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1M potassium acetate 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 혼합하여 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 quercetin(Sigma-Aldrich Co., USA)을 표준물질로 하여 0~100 μ g/mL의 범위로 시료의 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

7. 전자 공여능 측정

전자 공여능은 Blois의 방법²⁰⁾을 이용하여 DPPH 용액 200 μM을 methanol에 녹인 다음 이용액을 900 μl와 시료 100 μl를 첨가하여 실온에서 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8. 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능 측정은 Kato 등의 방법²¹⁾에 따라 1 mM NaNO₂ 1 mL에 시료를 각 1 mL씩 더해주고 0.1N HCl를 가하여 pH 2.5로 조절하고 0.2M 구연산 완충액을 가하여 총 부피를 10 mL로 하였다. 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응시킨 후 반응용액 1 mL에 2% 초산용액 3 mL와 Griess 시약 (30% acetic acid에 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1로 용해한다) 0.4 mL를 가한 후 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 가하였다.

9. 관능검사

연구실에서 훈련받은 10명의 관능 검사원들을 선발하였고, 검사원들은 남자 6명, 여자 4명으로 구성하였다. 각 시료에 대하여 외관, 색, 향, 맛, 총 기호도 등의 항목에 대하여 시료들을 평가한 후 매우 좋다(7), 보통으로 좋다(6), 보통이다(5), 그저 그렇다(4), 보통 나쁘다(3), 나쁘다(2), 매우 나쁘다(1)의 7단계로 표시하여 관능검사를 실시하였다.

10. 통계처리

실험에 대한 결과를 IBM SPSS Statistics 19를 이용하여 실험군의 평균±표준편차로 표시하였고, 평균치의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 범위에서 Duncan's multiple range test에 의하여 통계처리를 실시하였다.

결 과

1. 일반성분

Table 1에 무주농가, 중국산 및 건조 천마의 일반성분을 조사한 결과를 나타내었다. 건조 천마 시료(G1, G2, G3)에서 수분과 조단백질 함량이 낮은 값을 나타냈고, 반면에 조회분과 조지방은 무주농가(GM)와 중국산(GC) 천마보다 높은 값을 나타내었다.

Table 1. Proximate composition of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Moisture	90.91±0.04	91.16±0.01	76.56±0.14	75.91±0.04	84.84±0.03
Crude ash	0.72±0.03	0.51±0.02	2.81±0.05	2.00±0.01	2.81±0.05
Crude fat	0.06±0.01	0.06±0.01	0.25±0.01	0.36±0.04	0.27±0.04
Crude protein	1.03±0.00	1.08±0.01	0.63±0.01	0.43±0.00	0.52±0.00

GM : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
 GC : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
 G1 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at

55°C for 60 hours.
 G2 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
 G3 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.

2. 유리당 함량

유리당 함량을 각 시료별로 조사한 결과는 Table 2에 나타내었고, 함량의 큰 차이는 보이지 않았다. Fructose, glucose, sucrose는 본 실험에서 검출되었지만 lactose와 maltose는 검출되지 않았다. 이와 비슷한 선행연구와 비교하였을 때, 세가지 종류의 당만 주요 검출되었다고 보고되었다⁴⁾.

Table 2. The amount of free sugars of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Fructose	1.57	1.56	3.63	3.92	1.32
Glucose	0.96	1.31	2.92	2.82	0.62
Sucrose	1.75	0.58	3.32	3.17	2.91
Lactose	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Maltose	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

GM : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
 GC : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
 G1 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
 G2 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
 G3 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.

3. gastrodin 함량

시료들은 HPLC를 이용하여 gastrodin 함량 분석되었으며, 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 우선적으로 농도를 달리하여 standard curve를 작성하고, 시료와 비교하여 gastrodin의 함량을 확인하였다. (재)전주생물소재연구소에서 먼저 분석한 결과와 동일하게 천마의 gastrodin의 retention time은 16 min으로 확인되었으며, 이를 근거로 peak의 결과를 확인하였다. G3의 시료에서 13.42±0.44의 gastrodin의 가장 높은 함량을 보여줬으며, 반면 중국산 시료에서는 9.21±1.08의 가장 낮은 함량을 보여주었다. 다른 시료들의 gastrodin 함량은 비슷한 수치를 나타내었다.

Table 3. Gastrodin content of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Gastrodin content(mg/g)	11.93±0.50 ^b	9.21±1.08 ^c	11.67±0.75 ^b	11.75±0.49 ^b	13.42±0.44 ^a

GM : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
 GC : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
 G1 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
 G2 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
 G3 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.
^{a-c}: Values in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

4. 총 페놀과 플라보노이드 함량

천마의 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량에 대한 결과는 Table 4에 나타내었다. 페놀과 플라보노이드 함량은 G3 시료에서 가장 높게 나타났는데 이는 온도와 시간이 증가함에 따라 페놀 함량도 증가하는 경향을 볼 수 있었다.

Table 4. Phenolic and flavonoid content of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Phenolic content(%)	13.94±0.13 ^{NS}	8.89±0.04	11.40±0.10	11.80±0.09	17.45±0.13
Flavonoid content(%)	6.33±0.08 ^{NS}	2.25±0.01	2.54±0.03	4.60±0.06	8.85±0.07

- GM : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
- GC : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
- G1 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
- G2 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
- G3 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.
- ^{NS} : Not significant at p<0.05.

5. 전자 공여능과 아질산염 소거능

무주 농가, 중국산 및 건조 천마에 대한 전자 공여능과 아질산염 소거능을 조사한 결과는 Table 5에 나타내었다. 45.18±5.53%로 G3 시료에서 가장 높은 전자 소거능을 보여주었고, G2의 전자 공여능도 높은 활성을 보여준 것으로 보아 건조 시간시료들의 항산화 활성에 영향을 준 것으로 사료된다. 아질산염 소거능은 GC의 시료보다 G3 시료에서 28.23±9.32%의 높은 아질산염 소거능을 나타내었다. 건조 온도와 시간이 증가함에 따라 시료의 값에 영향을 주었으며 시료들 간의 차이가 있었다.

Table 5. Radical and nitrate scavenging activity of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Radical scavenging activity (%)	33.98±8.08 ^b	23.45±5.19 ^c	24.66±3.46 ^c	42.02±6.28 ^a	45.18±5.53 ^a
Nitrate scavenging activity (%)	25.19±6.57 ^a	15.54±10.51 ^b	22.47±6.90 ^{ab}	26.04±8.15 ^a	28.23±9.32 ^a

- GM : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
- GC : Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
- G1 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
- G2 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
- G3 : Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.
- ^{a-c} : Values in the same row are significantly different (p<0.05).

6. 관능평가

Fig. 1과 Table 6에 다섯 가지 시료에 대한 관능평가를

실시하고 결과를 나타내었다. 외관에 대한 평가는 색이 진하고 황색이 선명 할수록 높은 수치를 보여주어 G3의 시료가 6.00±0.87의 점수를 얻었다. 색과 향도 G3가 가장 높은 점수를 나타내었으며, 점수가 낮은 중국산 천마의 경우 무향으로 검사원들로부터 낮은 점수를 얻었다. 맛은 G2에서 G3보다 향은 약하지만 거부감 없는 맛으로써 6.00±0.71로 가장 높은 점수를 나타냈다. 총 기호도에서는 외관, 색, 향에서 가장 높은 점수를 얻은 G3의 시료가 6.11±0.60로써 관능평가 결과를 보여주었다.

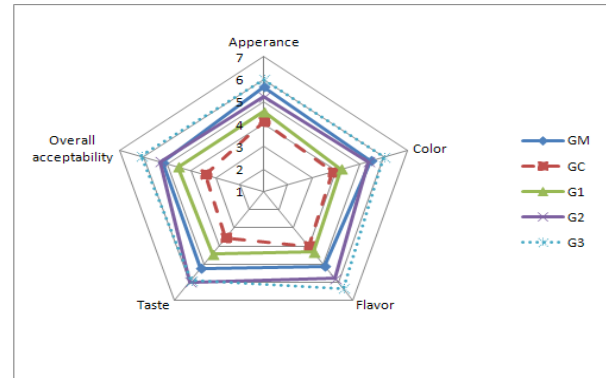


Fig. 1. Sensory evaluation of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts

- GM: Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
- GC: Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
- G1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
- G2: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
- G3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.

Table 6. Sensory evaluation of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GM	GC	G1	G2	G3
Appearance	5.16±0.71 ^{ab}	4.11±0.78 ^d	4.56±0.73 ^{cd}	5.22±0.67 ^{bc}	6.00±0.87 ^a
Color	5.44±0.73 ^{ab}	3.89±0.78 ^c	4.22±0.44 ^e	5.33±0.50 ^b	6.00±0.71 ^a
Flavor	5.11±0.78 ^b	4.00±0.71 ^c	4.33±0.50 ^e	5.78±0.67 ^a	6.33±0.50 ^a
Taste	5.22±0.44 ^b	3.56±0.73 ^d	4.44±0.73 ^e	6.00±0.71 ^a	5.89±0.60 ^a
Overall Acceptability	5.22±0.67 ^b	3.44±0.73 ^d	4.56±0.53 ^e	5.33±1.00 ^b	6.11±0.60 ^a

- GM: Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated, steamed and dried in Muju.
- GC: Water extract of *Gastrodiae Rhizoma* cultivated in China.
- G1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 60 hours.
- G2: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 55°C for 120 hours.
- G3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* at 70°C for 120 hours.
- ^{a-d} : Values in the same row are significantly different (p<0.05).

고찰

천마는 약효가 매우 뛰어나 한방에서 치료 약재로써 다양하게 이용되는데, 반신불수, 사지마비, 당뇨병, 뇌혈관질환, 중풍, 두통, 고혈압 등에 효과가 있다²²⁾. 이러한 효능을 지닌

천마는 한국, 일본 및 중국 등지에서 자생하며, 국내에서는 최근 무주 지역을 중심으로 재배되고 있다. 전라북도농업기술원 자료에 따르면 전북지역 1,845톤의 생산량 중에서 1,132톤으로 61%가 생산되고 있으며, 무주 지역의 천마 재배가 전라북도의 90% 이상을 차지하고 있다고 보고되었다. 하지만 천마는 죽은 나무뿌리에서 버섯과 공생하여 자라는 생육조건과 재배의 열악한 환경 때문에 국내 유통량과 소비량의 조절이 어려워 대부분이 중국산에 의존하고 있다. 국내 유통 중인 수입 천마는 재배에서 건조 및 포장까지의 가공과정에 대한 안전성과 명확한 자료가 없기 때문에 소비자들이 천마를 구매하여 복용할 때 성분과 효능을 객관적으로 판단하기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 국내(무주)산 천마의 적합한 재료 선정의 목적으로 원료 표준화에 연구가 필요하다고 판단되어 연구를 진행하였고, 또한 다양한 방법으로 처리한 천마의 기능성을 분석하고 결과를 확인하였다.

천마에는 페놀성 물질인 gastrodin을 포함한 4-hydroxybenzyl alcohol, vanillyl alcohol, 4-hydroxybenzaldehyde, vanillin 등이 함유되어 있으며, 이 중 gastrodin이 동량의 분석 결과 높은 함량을 나타냈다고 보고되었다²³⁾. Table 3에서 살펴 보면 천마의 건조 조건의 변화에 따라 gastrodin 함량이 증가·감소의 변화를 나타내므로, 천마의 건조 온도와 시간을 증가시켜 건조하면 기능 성분이 증가됨을 확인할 수 있었다. 열풍 건조시 다른 건조 방법과 비교하였을 때 천마의 gastrodin의 함량이 증가하였다고 보고되었고⁸⁾, gastrodin은 쥐의 혈액뇌관문을 쉽게 통해 4-hydroxybenzyl alcohol로 분해되고²⁴⁾, 동물실험에서 기억력 강화와 회복효과를 보였다고 보고되었다²⁵⁾.

페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 한 종류로서, 플라보노이드, 탄닌 등의 다양한 물질로 분류하고 최근에는 다양한 약재와 식물을 대상으로 항산화 활성 및 기능적 특성에 대한 연구가 진행되어 왔다. 이러한 화합물들은 구조적인 특징과 관련성이 높으며, 금속킬레이트제, 환원제, 활성산소의 소거제, 사슬절단 항산화제(chain breaking antioxidants) 등으로서의 역할이 수행되어 왔다²⁶⁾. Flavonoid의 구조는 C6-C3-C6이며, C3의 bridge의 산화정도에 따라 flavones, flavonols, anthocyanidins, catechins 및 flavanones 등으로 구성되었고, 각 탄소의 R기에 결합하는 당의 종류에 따라서 flavonoid의 명칭이 결정된다²⁷⁾. 또한 이는 항산화 활성을 측정하는데 중요한 척도이며 발암물질을 생성을 방지하고 당뇨병, 고혈압, 알레르기, 위궤양, 심장질환에 탁월한 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 실험 결과를 살펴 보면 건조온도와 시간이 증가할수록 항산화 활성이 높음을 나타냈고(Table 4, 5), 농가에서 증숙하여 건조한 천마 시료(GM)도 높은 항산화 활성을 나타냈는데, 이로 보아 건조 시간보다는 건조 온도에 더 영향을 받는 것으로 간주되어 진다.

전자공여능 측정법인 DPPH radical법²⁰⁾은 DPPH의 환원 정도를 기준으로 측정물질의 항산화력과 환원력을 분석하게 된다. DPPH는 hydrazyl의 질소원자의 불안정 상태로 있어 수소원자를 쉽게 받아들이는 성질 때문에 항산화성 물질과 반응하고 수소원자를 받아들여 원래의 정색성을 잃게 되는 성질을 이용하여 전자공여능의 정도를 측정할 수 있다²⁸⁾. Free radical에 전자를 공여하여 인체 내에서 free radical에 의하여 노화 감소 척도로 사용되며, 식품 내에서는 지방질의 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있다.

아질산염은 섭취하였을 때 동물이나 인체 위장에서 amine류와 반응하여 화학적 발암성 물질인 nitrosamine를 생성하게 되는데 이러한 소거능을 알아보기 위한 측정 방법으로서 사용되어진다²¹⁾. 소량의 nitrosamine으로도 암이 발생할 가능성이 크며, 그 자체가 지닌 독성 때문에 일정 농도가 생성되면 혈액 내의 hemoglobin이 산화되는 현상으로 methemoglobinemia의 중독 현상을 일으킬 수 있는 methemoglobin이 생성된다는 보고가 있다²⁹⁾. 다양한 phenol성 물질이 nitrosamine의 생성을 억제하는 저해제로 이용되고 있으며, 이와 관련된 많은 연구가 이뤄지고 있다. 천마의 전자공여능과 아질산염 소거능을 Table 5와 같은 결과가 확인되었다. 건조시간이 증가함에 따라 높은 항산화 활성을 보이는 결과를 미루어 보아 천마의 건조 방법에 따라 다양한 성분 함량의 차이가 있다는 선행 연구의 결과와 흡사했다³⁰⁾.

본 연구를 종합한 결과 생천마를 증숙 후 건조방법에 따라, 즉 건조온도와 시간을 증가하여 건조한 G1, G2, G3의 결과는 온도가 높을수록 시간이 오래될수록 기능성 성분 함량, 항산화 활성, 관능적 기호도가 증가함을 나타내었다. GM은 무주 농가에서 일반적으로 사용되는 건조 온도와 시간으로 건조하였고 세가지 샘플(G1, G2, G3)과 비교하였을 때 큰 차이는 나타내지 않았으나, 본 연구실에서 건조한 G3보다는 gastrodin, 항산화 활성, 관능적 기호도에서 약간 낮은 값을 나타내었다. 국내 무주 지역의 천마(GM, G1, G2, G3)와 중국에서 재배하고 건조하여 판매중인 천마(GC)를 비교해보면 다양한 성분 함량에서 확연한 차이를 나타내었으며, 특히 관능적 기호도에서 낮은 점수를 나타냄으로 보아 건조조건에 따라 천마의 기능 성분과 항산화활성 및 관능적 특성의 효과를 확인할 수 있었다. 이를 통하여 천마의 가공식품 개발, 저장 방법, 전처리 표준화 및 효능과 이용성의 확대의 가능성을 확인시켜 준 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

결론

무주 농가(GM), 중국산(GC), 건조(G1, G2, G3) 천마의 일반성분, 기능 성분(gastrodin) 및 항산화 활성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 천마 시료들의 일반성분과 유리당 함량에서 큰 변화나 차이를 나타내지 않았다.
2. Gastrodin 함량을 분석한 결과, 각 시료 중 G3인 건조 온도와 시간을 증가하여 건조된 천마에서 가장 높은 함량을 보여주었다.
3. 총 페놀, 플라보노이드 함량의 조사에서, G3에서 GM 등의 순서로 높은 항산화 활성을 확인하였으나 통계적으로 유의적 차이를 나타내지는 않았다.
4. 전자 공여능과 아질산염 소거능은 건조 시간이 증가함에 따라 G3에서 G2의 순서로 높은 활성을 보여주었으며, 시료들간의 유의적인 차이를 나타내었다.
5. 관능평가 결과, 외관, 색, 향 및 맛에서 높은 점수를 보여

준 G3의 시료가 가장 좋은 평가 결과를 얻었다.

감사의 글

본 논문은 무주천마클러스터사업단의 일반연구지원사업으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Kim H, Park JH, Lee JH, Kim MK, Kim DG, Lim JP, Hong SH, An JY. Bonchosaengyakhak, Seoul : Shinilbooks, 2012 : 371-2.
- Cha JH. Shilyongdongeeyakhak, Seoul : Ilwolbooks, 1990 : 487-8.
- Lee KY. Quality characteristics of traditional soybean sauce(kanjang) added *Gastrodia elata* Blume. Dept. of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University graduate school, 2011.
- Kim JD. The functional components and antioxidant activity of the *Gastrodiae Rhizoma* water extracts by steaming and drying. Dept. of Food Biotechnology, Joongbu University graduate school, 2011.
- Lee JM, Kim SH. Monitoring on steaming conditions of Chunma(*Gastrodia elata* blume), Keumkunonchong 9th, 2002 : 13-21.
- Kim SH, Kim IH, Kang BH, Lee SH, Kim JH, Lee JM. Hot-water extraction condition *Gastrodia elata* Blume by response surface methodology. Korean J Food Preserv, 2006 ; 13 : 131-7.
- Kim SH, Kim IH, Kang BH, Lee SH, Lee JM. Opimization of ethanol extraction condition for effective components from *Gastrodia elata* Blume. Korean J Food Preserv, 2006 ; 13 : 506-12.
- Choi SR, Kim CS, You DH, Kim JY, Kim YG, Ahn YS, Kim JM, Kim YS, Seo KW. Changes of components and quality in *Gastrodiae Rhizoma* by different dry methods. Korean J Med Crop Sci, 2011 ; 19 : 354-61.
- Kim DS. Studies on antioxidant activity and component change of the steaming-drying and fermentation extract of *Gastrodia elata*, Dept. of Oriental Medicine Resources, Joongbu University graduate school, 2012.
- Shin CS, Park CK, Lee JW, Lee JG, Jang CK, Kim YK. Analysis if the components with freeze drying and steam drying of *Gastrodia elata* Blume. J Korean Soc Food Sci Nutr, 1999 ; 28 : 1058-63.
- Kim HJ, Chung SK, Moon KD. Chemical components of *Gastrodia elata* Blume powder. Korean J Postharvest Sci Technol, 2000 ; 7 : 278-84.
- Heo JC, Park JY, An SM, Lee JM, Yun CY, Shin HM, Kwon TK, Lee SH. Anti-oxidant and anti-tumor activities of crude extracts by *Gastrodia elata* Blume. Korean J Food Preserv, 2006 ; 13 : 83-7.
- Kim JM, Moon YS, Yoon KY, Suh SG. Quality properties and preference of fermented *Gastrodia elata* Blume. Korean J Hort Sci Technol, 2010 ; 28 : 507-14.
- Kim HJ, Kwak IS, Lee BS, Lee HC, Lee EM, Lim JY, Yun YS, Chung BW. Methods of pretreatment for decrease of discomfortable odor of *Gastrodia elata* Blume. J Engineering Res, 2004 ; 35 : 135-40.
- Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, L S, Kim GY. Quality characteristics of chunma (*Gastrodia elata* Blume) jelly with added *Gastrodia elata* Blume concentrate. Korean J Food Cookery Sci, 2011 ; 27 : 545-56.
- Jung IC, Na HY, Lee YH, Park SH. Study on the *Gastrodiae rhizoma* as applications in yacksun(medicated diets) for preventing of cerebral cardiovascular disease (2). Development and sensory characteristics of *Dasik* made from *Gastrodiae rhizoma*. J East Asian Soc Dietary Life, 2007 ; 1 : 250-7.
- Kang CS. Qualitative characteristics of sponge cakes with addition of *Gastrodiae rhizoma* powder. Korean J Culinary Res, 2007 ; 13 : 211-9.
- Lee SW, Moon HK, Moon JN, Yoon WJ, Kim GY. Quality characteristics of Chun ma (*Gastrodiae rhizoma*) beverage prepared using concentrated extracts. Korean J Food Preserv, 2010 ; 17 : 58-65.
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagent. J Biol Chem, 1912 ; 12 : 239-49.
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 1958 ; 26 : 1199-200.
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric Biol Chem, 1987 ; 51 : 1333-8.
- Lee JA. Preparation and quality characteristics of instant soluble *Gastrodiae Rhizoma* rice gruel using response surface methodology. Dept. of Oriental Medical Food and Nutrition, Semyung University graduate school, 2009.
- Liu CL, Liu MC, Zhu PL. Determination of gastrodin, *p*-hydroxybenzyl alcohol, vanillyl alcohol, *p*-hydroxybenzaldehyde and vanillin in tall *Gastrodia* tuber by high-performance liquid chromatography. Chromatographia, 2002 ; 55 : 317-20.
- Lu GW, Zou YJ, Mo QZ. Kinetics aspects of absorption, distribution, metabolism and excretion of 3H-gastrodin in rats. Acta Pharmacol Sin, 1985 ; 20 : 167-72.
- Hsieh MT, Wu CR, Chen CF. Gastrodin and *p*-hydroxybenzyl alcohol facilitate memory consolidation and retrieval, but not acquisition, on

- the passive avoidance task in rats, *J Ethnopharmacol*, 1997 ; 56 : 45-54.
26. Go SH, Antioxidant activity in dried persimmon and quality characteristics of dried persimmon yogurt, Dept. Traditional Dietary Life Food, Sookmyung Women's University graduate school, 2008.
27. Lee JH, Analysis of flavonoids contents from calli of the 'Kyoho' grapevine by cultural conditions, Dept. of Biology, Dankook University graduate school, 2005.
28. Choi JG, DPPH radical scavenging activity and isolation of apigenins from the leaves *Capsicum annum*, Dept. of Oriental Medicine Resources, Suncheon National University, 2006.
29. An KW, Chemical components and antioxidative characterization of *Corins Walteri* extract, Dept. of Architecture and Environmentology, Deagu Hanny University graduate school, 2009.
30. Lee BY, Choi HS, Hwang JB, Analysis of Food Components of *Gastrodiae Rhizoma* and Changes in Several Characteristics at the Various Drying Conditions, *J Korean Soc Food Sci Technol*, 2002 ; 34 : 37-42.