천마의 증포 횟수에 따른 기능 성분과 항산화활성 및 관능적 특성연구

박장필^{1#}, 추한나¹, 김정상², 김경옥³, 이승인⁴, 정종길^{1*}

1 : 동신대학교 한의과대학 본초학교실, 2 : 동신대학교 한의과대학 해부학교실,
3 : 동신대학교 한의과대학 한방신경정신과학교실, 4 : 동신대학교 한의과대학 방제학교실

A study of functional components antioxidant activity and sensory characteristics of *Gastrodiae Rhizoma* by steaming-drying cycles

Jang-Pill Park^{1#}, Han-Na Chu¹, Jeong-Sang Kim²,
Kyeong-Ok Kim³, Soong-In Lee⁴, Jong-Kil Jeong^{1*}

1 : Dept. of Herbology, College of Oriental Medicine, Dong-Shin university,
2 : Dept. of Anatomy, College of Oriental Medicine, Dong-Shin University,
3 : Dept. of Neuropsychiatry, College of Oriental Medicine, Dong-Shin university,
4 : Dept. of Oriental Medicine Prescription, College of Oriental Medicine, Dong-Shin University

ABSTRACT

Objectives : The objective of this study is to determine the best numbers of steaming-drying cycles of *Gastrodiae Rhizoma* for both efficacy and taste. We investigated various characteristics among *Gastrodiae Rhizoma* samples (GSD1, GSD3, GSD5 and GSD7) through the number of steaming-drying cycles increased.

Methods : *Gastrodiae Rhizoma* were steamed and dried at different repeated numbers. They were divided into samples (GSD1; steamed and dried once, GSD3; steamed and dried three times, GSD5; steamed and dried five times, GSD7; steamed and dried seven times) for experiment. They were extracted using water, freeze dried and powdered to analyze proximate composition, free sugar amount, functional components, antioxidant activity and sensory evaluation.

Results : Proximate composition and the amount of free sugars of *Gastrodiae Rhizoma* did not have meaningful differences among samples. Phenolic and flavonoid content of samples were increased by increasing steaming-drying numbers. Gastrodin content had different values and GSD7 was the highest in comparison with others. Increasing steaming-drying numbers led to a increasing in radical and nitrate scavenging activity in samples. Regarding to sensory evaluation, GSD5 was selected as the best sample according to its highest hedonic score mean (5.54/7) among all samples for appearance, color, taste and overall acceptability.

Conclusions : The results indicated that 5th-cycling sample was effective in views of functional components, antioxidant activity and sensory characteristics. Moreover, it was suggested that steaming-drying process improved remarkably the effects of *Gastrodiae Rhizoma*.

Key words : *Gastrodiae Rhizoma*, steaming-drying cycles, gastrodin, antioxidant activity, sensory characteristics

서 론

대한약전에서 天麻는 천마 *Gastrodia elata* Blume (난초과

: Orchidaceae)의 덩이줄기를 찌서 건조한 것으로 규정되어 있으며¹⁾, 한국과 중국 등 고산지대에 자생한다. 천마는 독립적인 영양합성 능력이 없어 참나무뿌리가 삭은 데서 담자균류

*Corresponding author : Jong-Kil Jeong, Dept. of Herbology, College of Oriental Medicine, Dong-Shin Univ, Naju, Republic of Korea
· Tel : +82-61-330-3523 · E-mail : jgj3523@naver.com

#First author : Jang-Pill Park, Dept. of Herbology, College of Oriental Medicine, Dong-Shin Univ, Naju, Republic of Korea
· Tel : +82-61-330-3523 · E-mail : chrycori@nate.com
· Received : 10 October 2014 · Revised : 14 November 2014 · Accepted : 14 November 2014

인 뽕나무 버섯속(*Armillaria iassp.*)으로부터 영양을 받아 땅 속의 덩이줄기 형태로 성장한다.

천마는 vanillyl alcohol, gastrodin, sitosterol, vanillin, *p*-hydroxybenzyl alcohol, *p*-hydroxybenzyl aldehyde, coumarin, 배당체 등을 주요 성분으로 함유하고 있는 것으로 밝혀졌다^{2,3)}. 또한 천마를 섭취함으로써 고혈압, 치매, 뇌혈관 질환, 진통, 스트레스 해소, 중풍, 기관지천식, 이뇨, 간질, 두통 성기능 장애 등의 개선효과와 더불어 사지저림, 운동장애, 류마티스, 뇌척수막염 등의 질병에도 효과가 있다고 보고 된 바 있다⁴⁾. 특히, 치매 등 뇌혈관질환에 응용가능성을 증명하기 위해서 천마 추출액의 기억력 감퇴 흰쥐에 미치는 영향⁵⁾, 천마를 이용한 기억력 향상 효과⁶⁾, 치매병태모델에서 천마의 신경세포 손상 보호효과⁷⁾, 천마의 항허혈성 치매 활성화에 관한 연구⁸⁾ 등의 연구들이 실시되었다. 최근에는 천마 다식⁹⁾, 천마 젤리¹⁰⁾, 천마 발효 식초 음료¹¹⁾ 등 천마의 식품 원료로서의 활용가능성에 대한 다양한 연구와 시도가 진행되고 있다.

천마는 국내 무주지역을 중심으로 전국적으로 재배되고 있으며, 생천마, 천마즙, 천마환 등이 널리 유통되고 있다. 하지만 많은 농가와 제조 가공 시설에서 천마의 임상적 효능을 극대화시킨 공정을 통해 생산·판매하기 보다는, 가공 방법의 편의성에 비중을 둔 공정을 통해 생산하고, 원료 처리 과정이 획일적이지 않아서 천마의 활용성이 감소되고 있다. 그 이유는 앞서 언급한대로 생천마는 다양한 약리성분을 가지고 있음에도 불구하고, 특유의 불쾌한 냄새와¹²⁾, 독특한 맛 때문에 소비자들의 기호도가 낮아, 많은 연구자들이 천마의 증숙과 건조에 대한 필요성을 강조한 바 있다. 건조 방법의 차이에 따른 천마의 품질 및 성분 변화¹³⁾, 건조방법에 따른 천마의 성분 분석¹⁴⁾, 한약재 천마의 증자조건 모니터링¹⁵⁾, 증포 조건에 따른 천마추출액의 기능성분 및 항산화활성¹⁶⁾, 증포 천마 추출물 및 천마 발효물의 항산화활성 및 성분변화에 관한 연구¹⁷⁾, 천마의 식품학적 성분 분석 및 건조방법에 따른 특성 변화¹⁸⁾ 등에서 확인할 수 있듯이, 천마는 증숙과 건조 처리에 따라 성분 변화 및 기호도 증가로 이어져 식품원료로서의 가능성을 제시할 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 天麻의 증포 횟수 증가에 따른 천마의 기능 성분, 항산화활성 및 관능적 특성을 조사하고 비교하였으며, 약리활성을 강화시키고 동시에 소비자의 기호도에 맞는 증포횟수를 조사하여 기능성 식품으로 활용될 수 있는 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

천마는 전라북도 무주군 무주안성천마작목반에서 수확한 가공용 1등급을 시료로 사용하였다. 겉보기에 이상이 없고, 크기가 11 ± 3 cm 정도로 일정한 근경을 선별하여 증류수로 세척한 후 1~1.5 cm의 크기로 잘라서 사용하였다.

이렇게 전처리한 근경을 증숙용 냄비에 서로 겹치지 않게 나란히 배열하여 90~100℃ 정도에서 20분을 천마가 완전히 익을 때까지 증숙한 후 70℃의 온도에서 120시간 열풍건조하는 방법을 1회(GSD1), 3회 반복(GSD3), 5회 반복(GSD5), 7회

반복(GSD7)의 네 가지 조건으로 하여 제작하였다. 건조가 완료된 천마는 LDPE bag에 각각 담아 냉장 보관 (2~5℃, FRS-1300RNRE, Premiere Corporation, Korea)하였다.

2. 시료 제조

건조된 천마와 지상부를 일정 크기로 파쇄하여, 무게 당 15배의 증류수로 희석하여 95℃ 이상의 온도로 20시간동안 water bath (KSB-55, Sunil Developed ENG, CO., LTD, Korea)에서 추출하였다. 추출액을 멸균 거즈로 여과한 뒤 감압 농축기 (R-124, Buchi Labortechnik AG, Switzerland)로 농축하였다. 농축액을 일정 크기의 용기에 담아 동결건조기 (FD8508, Ilshin Lab, CO., LTD, Korea)로 건조하였다. 건조가 완료된 추출물은 냉동고 (-20℃, R-B562GM, LG Electronics, Korea)에 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. 기능 성분 함량

천마 시료 중 유효 성분을 확인하기 위하여 HPLC (High Performance Liquid Chromatography, Dionex, Germany)를 이용하여 정량 분석을 하였다. (재)전주생물소재연구소에서 제공 받은 gastrodin, *p*-hydroxybenzyl alcohol과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde 표준품을 분석하여 검량곡선을 그리고 함량 계산 시에 사용하였다. 각 시료 중 1 g씩을 취하여 초순수 20 ml에 희석 추출하여 원심분리를 한 후 상등액을 검액으로 사용하였다. 이 중 30 μ l씩 컬럼 (Shiseido Capcell Pak C18 UG120, 4.6 mm I.D $\times$ 250 mm size, Japan)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 µg/mL의 범위로 시료의 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

7. 전자 공여능 측정

전자 공여능은 Blois의 방법²⁰⁾을 인용하여 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℃에서 1시간 반응시킨 후 각 반응시킨 후 반응용액 1 mL에 2% 초산용액 3 mL와 Griess 시약 (Sigma-Aldrich Co., USA) 0.4 mL를 가한 후 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 Griess 시약 대신 증류수를 가하였다.

9. 관능검사

천마 고유의 기미를 알지 못하는 일반인 60명의 관능 검사원들을 선발하였고, 검사원들은 남자 36명, 여자 24명으로 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

실험을 통해 얻은 데이터는 mean±SD로 표시하였고, 통계적 유의성을 확인하기 위하여 통계 프로그램(IBM SPSS Statistics Ver. 18.0)을 활용하였다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 시행한 후 유의성이 있을 시 Duncan을 사용하여 사후검정을 하였으며 $p<0.05$ 이하의 범위에서 유의하다고 판단하였다.

결 과

1. 일반 성분

각 시료들의 일반성분을 조사한 결과를 분석한 결과는 다음과 같다.

근경의 증포횟수를 달리하여 제조한 시료들 중에서, GSD1의 수분함량은 $84.84\pm0.03\%$ 으로 가장 낮았으며, 조회분, 조지방, 조단백 등의 값은 각각 $3.60\pm0.06\%$, 0.29% , 0.62% 로 가장 높게 나타났다(Table 1).

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

	(unit : %)			
	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Moisture	84.84 ± 0.03	90.87 ± 0.02	91.28 ± 0.11	91.08 ± 0.09
Crude ash	3.60 ± 0.06	0.77 ± 0.04	0.66 ± 0.01	0.75 ± 0.00
Crude fat	0.29	0.11	0.09	0.13
Crude protein	0.62	0.45	0.40	0.40

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

2. 유리당 함량

각 시료들의 유리당 함량을 조사한 결과를 분석하면 모든 시료에서 fructose, glucose, sucrose는 검출되었으나, lactose와 maltose는 검출되지 않았다.

근경의 증포횟수를 달리하여 제조한 시료들인, GSD1, GSD3, GSD5, GSD7에서 fructose는 1.32%, 1.03%, 0.97%, 0.87%로, sucrose는 2.91%, 0.74%, 0.64%, 0.59%로 감소하는 경향을 나타냈다(Table 2).

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

	(unit : %)			
	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Fructose	1.32	1.03	0.97	0.87
Glucose	0.62	0.44	0.55	0.42
Sucrose	2.91	0.74	0.64	0.59
Lactose	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Maltose	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

N.D.: Not Detected.

3. 기능 성분 함량

각 시료들의 gastrodin, vanillin, *p*-hydroxybenzyl alcohol, *p*-hydroxybenzyl aldehyde 함량을 HPLC를 사용하여 분석하였으며, 각 성분의 standard curve를 작성하고, 시료들을 분석한 뒤 기능성 함량을 정량하여 기록하였다.

근경의 증포횟수를 달리하여 제조한 시료들인 GSD1, GSD3, GSD5, GSD7에서는 gastrodin 함량이 $13.43\pm0.44\text{mg/g}$, $15.34\pm0.60\text{mg/g}$, $16.97\pm0.56\text{mg/g}$, $17.11\pm0.53\text{mg/g}$ 으로 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 *p*-hydroxybenzyl aldehyde의 경우도 마찬가지로 증포 횟수에 따라 함량이 증가하는 경향을 보여 $4.92\pm0.20\text{mg/g}$, $5.11\pm0.37\text{mg/g}$, $5.63\pm0.68\text{mg/g}$, $6.62\pm0.36\text{mg/g}$ 으로 각각 나타났다. 그러나 *p*-hydroxybenzyl alcohol은 반대로 증포 횟수가 많을수록 감소하는 경향을 나타내어 GSD1, GSD3, GSD5, GSD7이 각각 $2.99\pm0.17\text{mg/g}$, $2.71\pm0.38\text{mg/g}$, $1.95\pm0.19\text{mg/g}$, $1.83\pm0.24\text{mg/g}$ 로 나타났다. 위의 결과에 따르면 증포 과정을 반복함으로써 gastrodin과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde와 같은 기능성분 함량을 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다(Table 3).

Table 3. Gastrodin, *p*-Hydroxybenzyl alcohol and *p*-Hydroxybenzyl aldehyde content of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Gastrodin content	13.42±0.44 ^c	15.34±0.60 ^b	16.97±0.56 ^a	17.11±0.53 ^a
<i>p</i> -Hydroxybenzyl alcohol	2.99±0.17 ^a	2.71±0.38 ^a	1.95±0.19 ^b	1.83±0.24 ^b
<i>p</i> -Hydroxybenzyl aldehyde	4.92±0.20 ^b	5.11±0.37 ^b	5.63±0.68 ^b	6.62±0.36 ^a

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

^{a-c}: Values in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

4. 총 페놀과 플라보노이드 함량

각 시료의 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량을 조사한 결과를 분석하면, 다음과 같다.

근경의 증포 횟수를 달리하여 제조한 시료들인 GSD1, GSD3, GSD5, GSD7에서는 phenol 함량이 17.45±0.13%, 18.01±0.17%, 19.31±0.19%, 21.06±0.20%로 점차 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 또한 flavonoid 함량도 역시 8.85±0.07%, 8.99±0.08%, 10.2±0.09%, 11.14±0.10%로 증가하는 경향이 확인된다(Table 4).

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

	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Phenolic content	17.45±0.13 ^{NS}	18.01±0.17	19.31±0.19	21.06±0.20
Flavonoid content	8.85±0.07 ^{NS}	8.99±0.08	10.2±0.09	11.14±0.10

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

^{NS}: Not significant at $p < 0.05$.

5. 전자 공여능과 아질산염 소거능

각 시료들의 전자 공여능과 아질산염 소거능을 분석한 결과를 분석하면 다음과 같다.

근경의 증포 횟수를 달리하여 제조한 시료들인 GSD1, GSD3, GSD5, GSD7에서 전자 공여능은 점점 증가하는 경향을 보이며, 각각 45.18±5.53%, 45.30±2.69%, 47.63±5.12%, 49.06±3.85%로 나타났다. 또한 아질산염 소거능에 있어서도 증포횟수에 따라 증가하는 경향을 보이며, 각각 28.23±9.32%, 33.00±14.16%, 34.86±12.62%, 37.42±7.18%로 나타났다. 이 결과를 볼 때, 증포 횟수에 비례하여 천마의 항산화 활성도가 증가하는 것으로 확인되었다(Table 5).

Table 5. Electron donating ability and nitrate scavenging activity of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts.

	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Electron donating ability	45.18±5.53	45.30±2.69	47.63±5.12	49.06±3.85
Nitrate scavenging activity	28.23±9.32 ^{NS}	33.00±14.16	34.86±12.62	37.42±7.18

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

6. 관능평가

각 시료들의 관능평가 결과를 그림과 표를 통해 분석하였다. 외관과 색의 항목에서는 황갈색이 진하고, 선명도도 적당하게 나타난 GSD5의 시료가 5.38±0.94와 5.65±0.69로 높은 점수를 얻었다. 향은 건조횟수가 증가할수록 GSD7에서 5.00±1.17로 낮은 값을 나타내어, 천마 고유의 향보다는 그 을린 냄새가 더 강하다는 평가를 얻었다. 맛은 GSD1이 다른 시료에 비해 싱거운 맛이라는 평가를 얻어 4.27±1.12로 가장 낮은 점수를 얻은 반면, GSD5가 적당하게 진한 맛과 구수한 맛이 어우러져 5.04±1.18로 높은 점수를 받았다. 관능평가에서는 외관, 색, 맛의 항목에서 가장 높은 점수를 얻은 GSD5가 5.54±0.99으로, 관능평가상 가장 적합한 증숙·건조 횟수임을 확인할 수 있었다(Fig. 1, Table 6).

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

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

Table 6. Sensory evaluation of *Gastrodiae Rhizoma* water extracts. (단위: 점수)

	GSD1	GSD3	GSD5	GSD7
Appearance	4.92±1.02 ^{NS}	5.00±1.36	5.38±0.94	5.12±1.31
Color	5.04±0.92 ^{NS}	5.38±1.10	5.65±0.69	5.12±1.40
Flavor	5.04±0.82 ^{NS}	5.31±1.26	5.12±1.07	5.00±1.17
Taste	4.27±1.12 ^a	4.81±1.33 ^{ab}	5.04±1.18 ^a	4.42±1.45 ^{ab}
Overall acceptability	4.38±0.94 ^b	5.04±1.04 ^a	5.54±0.99 ^a	5.00±0.94 ^a

GSD1: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by one time, GSD3: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by three times, GSD5: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by five times, GSD7: Water extract of steamed and dried *Gastrodiae Rhizoma* by seven times.

^{NS}: Not significant at $p < 0.05$.

^{a-b}: Values in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

고찰

천마는 국내에서 무주 안성 지역을 중심으로 전국적으로 재배중이며, 중국과 동남아 지역에서도 재배되어 근래에 다량 소비되고 있는 약재이다. 치매, 고혈압, 두통, 마비, 신경성질환, 당뇨병, 간질, 어지럼증 등에 천마의 약리학적 효과가 입증되어^{22,23)}, 소비자들로부터 각광받아 판매량이 점차 늘어나고 있는 추세이다. 농림부가 발표한 특용작물 생산실적 자료에 따르면 전체면적 131 ha 이상에서 재배되고 있으며, 재배 특성상 노동 시간이 적음과 동시에 고수입을 기대할 수 있어 재배 능가가 증가하고 있다²⁴⁾. 이렇듯 재배 기술과 농업의 첨단화 등으로 인해 공급량은 증가하고 있지만, 수입 농산물의

시장개방과 수요가 한정되어 생산비가 증가하고 있는 현황은 천마 산업의 한계점으로 평가되고 있다. 이러한 천마의 제품 개발 및 판매 증가에 영향을 줄 수 있도록 원료 표준화를 위한 가공 공정의 개발이 필요하므로, 산업체에서 가공의 용이성을 증대시키면서도, 소비자들에게 상품의 맛의 기호도와 효능을 극대화하기 위한 연구 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 천마 근경부의 공정에 있어서 적합한 조건을 설정하기 위한 연구를 위해, 국내(무주)산 천마를 증숙·건조 과정을 여러 차례에 걸쳐 시료를 제작하고, 적합한 원료 선정을 목적으로 다양한 성분과 기호도를 조사하였다.

천마 근경의 증포 과정의 조건 설정은 천마의 건조 조건에 따른 기능 성분과 항산화활성 및 관능적 특성의 효과에 대한 연구²⁵⁾를 통해 다양한 건조 조건에 따라 gastrodin, 페놀, 플라보노이드, 전자공여능, 아질산염 소거능, 관능평가 등에서, 비교우위의 조건으로 확인된 바, 증숙 후 70℃에서 120시간 동안 건조하는 조건을 선택하여 시료 제작에 활용하였다. 그 결과 증포횟수에 따라 주요 기능성분인 gastrodin과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde, 주요 항산화 물질인 페놀과 플라보노이드 함량, 전자 공여능, 아질산염 소거능 등이 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 증포횟수를 적절하게 진행함으로써 천마의 약리활성을 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

천마의 일반성분 분석은 수분함량, 조회분, 조단백, 조지방을 측정하였다. 수분함량의 경우 증포 횟수에 따라 1회 84.84, 3회 90.87, 5회 91.28, 7회 91.08로 확인되어 1회 증포 처리를 진행한 천마보다는 3회, 5회, 7회 증포처리를 진행한 천마에서 수분함량이 높은 경향성이 확인되었다. 조회분의 경우는 1회 3.60, 3회 0.77, 5회 0.66, 7회 0.75로 확인되어 1회 증포 처리한 천마가 가장 높았으나 3회, 5회, 7회 증포 처리를 진행한 천마에서는 조회분의 함량이 낮은 것으로 확인되었다. 조지방의 경우는 증포 횟수에 따라 1회 0.29, 3회 0.11, 5회 0.09, 7회 0.13으로 확인되어, 1회 증포 처리한 천마의 조지방 함량이 3회, 5회, 7회 증포 처리한 천마에 비해 조지방 함량이 높은 것으로 확인되었다. 조단백 함량은 증포횟수에 따라 1회 0.62, 3회 0.45, 5회 0.40, 7회 0.40으로 확인되어, 1회 증포 처리한 천마의 조단백 함량이 3회, 5회, 7회 증포처리한 천마보다 높은 것으로 확인되었다.

천마의 유리당 함량 분석은 Fructose, Glucose, Sucrose, Lactose, Maltose 등을 분석하였다. Fructose의 경우 증포 처리 횟수에 따라 1회 1.32, 3회 1.03, 5회 0.97, 7회 0.87로 확인되어 증포 처리 횟수가 증가할수록 감소하는 경향을 확인하였다. Glucose의 경우 증포 처리 횟수에 따라 1회 0.62, 3회 0.44, 5회 0.55, 7회 0.42로 확인되었다. Sucrose의 경우 증포 처리 횟수에 따라 1회 2.91, 3회 0.74, 5회 0.64, 7회 0.59로 확인되어, 증포 처리 횟수가 증가할수록 감소하는 경향을 확인하였다.

천마의 주요성분으로는 gastrodin, *p*-hydroxybenzyl alcohol과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde이 밝혀져 있다. 이들 중 페놀성 glucoside인 gastrodin은 최근 연구에 따르면 약리학적 효과가 있는 성분이라고 밝혀졌으며²⁶⁾, 기억력 증가, 항경련, 항염증, 진통억제 및 무산소혈증, 활성산소 억제 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다²⁷⁾. *p*-hydroxybenzyl alcohol

은 gastrodin의 aglycone으로 gastrodin과 마찬가지로 쥐의 기억력 강화 효과를 보이는데 중요한 물질로써 작용한다고 보고되었으며²⁸⁾, *p*-hydroxybenzyl aldehyde는 *p*-hydroxybenzyl alcohol과 흡사한 물질로 GABA 전이효소에 영향을 끼치며, 경련 억제제로 알려진 valproic acid 보다 높은 효과를 나타내어 뇌혈관 질환 등에 좋은 성분이다²⁹⁾. 천마의 기능성분 함량을 조사한 결과를 살펴보면 근경의 증포 횟수의 증가에 따라 gastrodin과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde는 점차 증가하였고 *p*-hydroxybenzyl alcohol은 감소하였다. 이것은 천마를 건조하면 gastrodin은 감소하고 *p*-hydroxybenzyl alcohol이 증가하지만, 증숙 후 건조하면 gastrodin은 증가하고 *p*-hydroxybenzyl alcohol은 감소한다는 선행 연구결과와 일치하는데, 이는 천마를 가열하면 gastrodin 분해효소가 불활성화되어 분해되지 않기 때문이다²⁷⁾. 그리고 동결 건조 시에는 gastrodin 함량이 감소하지만 열풍 건조 시에는 크게 증가하는 점을 볼 때¹³⁾, 증숙과 열풍건조가 천마의 기능성분 함량을 증가시키는 데 효과가 있는 것을 알 수 있다. 또한, 증포 횟수가 증가함에 따라 gastrodin과 *p*-hydroxybenzyl aldehyde는 점차 증가한다는 연구결과¹⁶⁾에 의하면 증포 처리가 천마의 품질과 효능에도 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

페놀물질들은 식물계에 분포되어 다양한 구조와 분자량을 가진 방향족 화합물들로서 한분자 내에서 2개 이상의 phenol hydroxyl(-OH)기를 가지고 있으며³⁰⁾, 페놀물질의 주요 인자들로 페놀산, 플라보노이드, 안토시아닌 등이 자유라디칼 소거능을 가지고³¹⁾, 항산화활성과 항암 및 항균작용을 하는 생리활성 물질로 널리 알려져 있다³²⁾. 이 중 플라보노이드는 인간이 섭취하는 폴리페놀 화합물 중에서 흔히 발견할 수 있는 것으로 다수의 식물체에 존재하여 항산화 활성의 역할을 돕는다. 페닐기 2개가 파란고리 혹은 이와 비슷한 구조의 탄소 원자 3개를 결합하고 있는 물질 군을 일컬어 플라보노이드라고 하며³³⁾, 자유라디칼 소거능, 강력한 항산화 활성, 가수분해와 산화적 효소(phospholipase A2, cyclooxygenase, lipoxygenase 등) 저해 기능, 항알레르기, 소염, 항균, 항암 효과 등의 효과를 갖는 물질이다³⁴⁾. 이러한 총 페놀과 플라보노이드 함량을 분석한 결과(Table 4) 천마 근경의 증포 횟수가 증가함에 따라 함량이 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 이것은 증포 처리가 천마를 비롯한 다른 약재들의 항산화 활성에 영향을 준다고 보고된 바 있는데, 건지황의 증포 횟수에 비례하여 페놀과 플라보노이드 함량이 증가되었다는 보고³⁰⁾와, 인삼이 증포 처리에 따라 페놀 함량 등이 증가하였다는 보고³⁵⁾와 일맥상통하는 바가 있다.

DPPH(1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl)는 그 자체가 질소 중심의 radical로서, radical 전자의 편재화 되지 않는 성질에 의해 안정화 된 상태로 존재 한다³⁶⁾. 지질의 산화 과정 중 생성되는 유리라디칼에 전자를 전달하여 산화를 방지하는 역할을 한다. 생리활성 물질에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 과정과 정도에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법으로 가장 널리 쓰인다. 아질산염은 식품에 첨가되어서 보존제나 발색제로 이용되고 있지만, 식품에 2급 및 3급 amine류와 같은 물질과 반응하여 nitrosamine인 발암물질을 생성하는 것이다. 일정 농도 이상 섭취 시엔 혈액내의 헤모글로빈을 산화되게 하여 청색증(methemoglobinemia)과 빈혈성 저산소증

과 같은 증상을 일으키는 것으로 이러한 아질산염을 제거하기 위한 많은 분야의 연구가 시도되었다^{37,38)}. 인삼의 구증구포에 의한 항산화능 조사 결과 증포 횟수가 증가함에 따라 항산화능이 증가하였다고 보고되었던 것³⁹⁾과 비슷하게 본 연구에서도 증포 횟수의 증가에 따라 전자공여능과 아질산염 소거능이 증가하는 결과를 확인할 수 있었다.

생천마는 섭취하였을 때 비린내, 뚝은맛, 쓴맛, 짝질한 맛 등으로 부정적인 맛으로 인식되어 있어, 가공 및 이용의 활용도를 높일 수 있도록 천마의 건조의 필요성을 강조하였다⁴⁰⁾. 본 연구 결과를 종합한 결과, 생천마를 증숙 후 건조 횟수를 증가하여 처리한 시료들의 관능평가 결과를 살펴보면, GSD1은 색과 향과 맛이 뚜렷하지 않아 낮은 점수를 받았고, GSD7은 색, 향, 맛이 너무 강하다는 평가를 얻었지만, GSD5가 대부분의 항목에서 높은 점수를 얻어 가장 이상적인 증포 횟수로 확인되었다. 뿐만 아니라, 증포 횟수의 증가로 기능 성분 함량, 항산화 활성 및 관능적 기호도가 증가함을 확인하였다. 이에 따라 천마의 효능을 극대화 할 수 있는 방법인 증포 처리한 천마를 이용하여 가공 산업과 원료 표준화 및 저장 방법, 식품 관련 학술 활동 등에 기여 할 수 있는 중요한 기초자료로 사용될 것이라 기대한다.

결론

1회(GSD1) 3회(GSD3), 5회(GSD5), 7회(GSD7)씩 증포 처리한 천마의 기능 성분 함량, 항산화 활성 및 관능평가를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 증포 횟수의 증가에 따라 유리당인 fructose, sucrose 함량이 감소하는 경향을 확인하였다.
2. 증포 횟수의 증가에 따라 천마의 주요 기능성분인 Gastrodin, *p*-Hydroxybenzyl aldehyde가 증가하고, *p*-Hydroxybenzyl alcohol이 감소하는 경향을 확인하였다.
3. 증포 횟수의 증가에 따라 천마의 페놀과 플라보노이드 함량이 증가하는 경향을 확인하였다.
4. 증포 횟수의 증가에 따라 천마의 전자공여능과 아질산염 소거능이 증가하는 경향을 확인하였다.
5. 관능평가 결과, 총 기호도 및 외관, 색, 맛의 항목에서 GSD5가 높은 점수를 얻어 5회 증포처리가 가장 상품성이 높은 증포 횟수임을 확인하였다.
6. 위와 같은 결과에 따라, 5회 증포 처리가 천마의 상품성을 가지는 효능 향상의 방법임을 확인하였다.

References

1. Korea Food and Drug Administration, The Korean

Pharmacopoeia, Available from : URL :

<http://www.mfds.go.kr/>

2. Lee JA, Preparation and quality characteristics of instant soluble *Gastrodiae Rhizoma* rice gruel using response surface methodology, Semyung University graduate school, 2009.
3. Yun SJ, A study on the effect and the manufacture method of *Gastrodia elata* Blume Gyeongokgo, Deagu Hanny University graduate school, 2013.
4. Yun SJ, A study on the effect and the manufacture method of *Gastrodia elata* Blume Gyeongokgo, Daegu Haany University graduate school, 2013.
5. Kim JH, Choo HN, Park EH, Jeong JG, Kim KO, Kim JS, Effects of *Gastrodia elata* extracts on scopolamine-induced memory impairment in rats, J Korean Soc Food Sci, Nutr, 2013 ; 42(4) : 595-9.
6. Kim WC, Jeong JK, Kim JS, Kim KO, The verify of memory improvement by *Gastrodia elata* Blume, J Orient Neuropsychiatry, 2013 ; 24(1) : 27-44.
7. Jung YS, Kang JH, Park SH, Kwon YM, Kim GW, Koo BS, Protective effect of *Gastrodia Elata* on Neuronal cell damage in Alzheimer's disease, J Orient Neuropsychiatry, 2010 ; 21(2) : 125-40.
8. Han JE, Anti-ischemic activity of *Gastrodia elata* Blume, Inje University graduate school, 2003.
9. Jung IC, Na HY, Lee YH, Park SH, Study on the *Gastrodiae rhizoma* as applications in yacksun (medicated diets) for preventing of cerebral cardiocascular disease (2), Development and sensory characteristics of Dasik made from *Gastrodiae rhizoma*, J East Asian Soc Dietary Life, 2007 ; 17(2) : 250-7.
10. Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, L S, Kim GY, Quality characteristics of chumma (*Gastrodia elata* Blume) jelly with added *Gastrodia elata* Blume concentrate, Korean J Food Cookery Sci, 2011 ; 27(5) : 545-56.
11. Lee ES, Study on the chemical compositions and antioxidant activities of the vinegar drinks from naturally fermented *Gastrodia elata* Blume, Daegu Haany University graduate school, 2008.
12. 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.
13. 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(5) : 354-61.
14. 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(5) : 1058-63.
15. Lee JM, Kim SH. Monitoring on steaming conditions of Chumma (*Gastrodia elata* blume). Keumkunonchong 9th, 2002 : 13-21.
 16. Kim JD. The functional components and antioxidant activity of the *Gastrodiae Rhizoma* water extracts by steaming and drying. Joongbu University graduate school, 2011.
 17. Kim DS. Studies on antioxidant activity and component change of the steaming-drying and fermentation extract of *Gastrodia elata*. Joongbu University graduate school, 2012.
 18. 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(1) : 37-42.
 19. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagent. J Biol Chem, 1912 ; 12 : 239-49.
 20. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 1958 ; 26 : 1199-200.
 21. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric Biol Chem, 1987 ; 51 : 1333-8.
 22. Kim SY. The effect of Banhalbeakchulchunma-Tang(BCT) on dementia induced by focal brain ischemic injury in rats. Dongshin University graduate school, 2005.
 23. Park MR, Yoo C, Chang YN, Ahn BY. Change of total polyphenol content of fermented *Gastrodia elata* Blume and radical scavenging. Korean J Plant Res, 2012 ; 25(4) : 379-86.
 24. Lee JS. Analysis of actual condition and a plan for an increase in income of special crops farm house in the case on Muju county(focused on *Gastrodiae Rhizoma* and *Schizandrae Fructus*). Jeonju National University of Education graduate school, 2008.
 25. Chu HN, Kim JS, Kim KO, Jeong JK. Effect of functional components, antioxidant activity and sensory characteristics of *Gastrodiae Rhizoma* by different drying condition. Kor J Herbology, 2012 ; 27(6) : 139-45.
 26. Hayashi J, Sekine T, Deguchi S, Lin Q, Horie S, Tsuchiya S, Yano S, Watanabe K, Ikegami F. Phenolic compounds from *Gastrodia* rhizome and relaxant effects of related compounds on isolated smooth muscle preparation. Phytochemistry, 2002 ; 59(5) : 513-9.
 27. Chang YN, Ahn BY. Decrease in intrinsic objectionable odors and change of gastrodin contents in lactic acid treated *Gastrodia elata* Blume. J Korea Acad Ind Cooperation Soc, 2011 ; 12(11) : 5056-62.
 28. 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(1) : 45-54.
 29. Chang YW. Pharmacological activities of phenolic compounds from *Gastrodia elata* Bl root. Chungang University graduate school, 2002.
 30. Lee JY, Kim NY, Oh HR, Lee KJ, Yang KH, Doh ES, Kim MR. Antioxidant activity of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root through steaming-drying cycles. J East Asian Soc Dietary Life, 2011 ; 21(6) : 838-43.
 31. Padayatty SJ, Kats A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee JH, Chen S, Corpe C, Dutta SK, Levine M. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. J Am College Nutr, 2003 ; 22(1) : 18-35.
 32. Ferreres F, Gomes D, Valentano P, Goncalves R, Pio R, Chagas EA, Seabra RM, Andrade PB. Improved loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: variation of phenolics and antioxidative potential. Food Chem, 2009 ; 114(3) : 1019-27.
 33. Kim YJ. Cellular flavonoid uptake mediated via the mammalian flavonoid transporter. Korea University graduate school, 2013.
 34. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem, 1999 ; 64(4) : 555-9.
 35. Kim HJ, Lee JY, You BR, Kim HR, Choi JE, Nam KY, Moon BD, Kim MR. Antioxidant activities of ethanol extracts from black ginseng prepared by steaming-drying cycles. J Korean Soc Food Sci Nutr, 2011 ; 40(2) : 156-62.
 36. 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(1) : 83-7.
 37. Lim JA, Yun BW, Baek SH. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia pleveia* R. Br. Korean J Medicinal Crop Sci, 2007 ; 15(3) : 183-8.
 38. Ko JL, Oh CK, Oh MC, Kim SH. Depletion nitrite by lactic acid bacteria isolated from commercial Kimchi. J Korean Soc Food Sci Nutr, 2009 ; 38(7) : 892-901.
 39. Kim DW, Lee YJ, Min JW, Kim YJ, Rho YD, Yang DC. Conversion of acidic polysaccharide and phenolic compound of changed ginseng by 9 repetitive steaming and drying process, and its

- effects of antioxidation, Korean J Orient Physiol Pathol, 2009 ; 23(1) : 121-6.
40. Lee BY, Yang YM, Han CK. Analysis of aroma pattern of *Gastrodiae Rhizoma* by the drying conditions, Korean J Food Sci Technol, 2002 ; 34(1) : 13-7.