건조방법의 차이에 따른 천마의 품질 및 성분 변화

최소라*[†] · 장 익** · 김창수** · 유동현** · 김종엽** · 김영국*** · 안영섭*** · 김정만** · 김영선* · 서경원*

*전라북도농업기술원 자원식품과, **전라북도농업기술원 특화작목연구소,
***농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Changes of Components and Quality in Gastrodiae Rhizoma by Different Dry Methods

So Ra Choi*[†], Ik Jang**, Chang Su Kim**, Dong Hyun You**, Jong Yeob Kim**, Young Gook Kim***, Young Seob Ahn***, Jeong Man Kim**, Young Sun Kim* and Kyoung Won Seo*

*Resources and Food Division, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan 570-704, Korea.

**Specialization Crop Research Institute, Jeollabukdo ARES, Jinan 567-807, Korea.

***Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : In order to product dry goods of Gastrodiae Rhizoma with high quality, tubers were treated with various dry methods such as cutting, drying methods and steaming. In cutting than no cutting, they were shown shorter drying hours and lower drying yield. Drying hours in freeze drying was shorter than those of hot air and far-infrared ray. Total polyphenol content was higher in cutting than no cutting. According to steaming, it was increased in freeze drying but decreased rapidly in the other dry methods. Among all treatments, hot air dry treatment with cutting and no steaming had the highest total polyphenol content. Gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol contents generally were similar or higher in cutting than no cutting. By steaming, gastrodin content in freeze drying was decreased but 4-hydroxybenzyl alcohol content was increased. But hot-air and infrared ray dry, they were shown opposite results. Gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol contents showed opposite reaction to each other and were shown various response by dry methods.

Key Words : Free Sugars, *Gastrodia elata*, Gastrodin, 4-Hydroxybenzyl Alcohol, Total Polyphenol

서 언

천마 (*Gastrodia elata* Blume)는 뽕나무버섯 (*Armillaria mellea*)과 편리공생을 하는 난과 식물에 속하는 한약재로써 한국, 일본, 중국 등에 분포한다. 2010년 천마의 전국 재배면적은 152 ha 인데, 주요 재배지역으로 전북이 50.6%, 경북이 17.1%, 경남이 13.8%를 차지하고 있으며, 총생산량은 578 MT이다 (MFAFF, 2011).

천마로부터 분리된 주요 성분으로는 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol (gastrodigenin), vanillyl alcohol (4-hydroxy-3-methoxybenzyl alcohol), 4-hydroxybenzaldehyde, vanillin, parishins B와 C, gastrol (Hayashi *et al.*, 2002; Lin *et al.*, 1996; Taguchi *et al.*, 1981; Zhao *et al.*, 1999) 등이 있으며 이 가운데 phenolic glucoside인 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol이 주요 성분으로 알려져 있다 (Zhou *et al.*, 1979). 현재까지 천마의 주요 약리작용에 대한 연구 결

과로 항혈소판, 항혈전활성 (Paik *et al.*, 1995), 항산화, 항경련, 항간질 (Ha *et al.*, 2000; Huh *et al.*, 1998), 기억력 회복 (Hsieh *et al.*, 1997), 두통 완화 (Huang, 1985), glutamate에 의해 유도된 사람뇌암세포의 apoptosis 억제 (Lee *et al.*, 1999), 멜라닌 색소 억제 (Kim *et al.*, 2004), 혈압 강하 (Jin *et al.*, 1997) 등이 알려져 있다.

천마는 약리 효과가 높음에도 불구하고 독특한 맛과 냄새로 인하여 기호성이 낮아 농축액, 분말, 환, 술 등으로 가공제품 개발이 한정되어 있으며 주로 생천마로 유통되고 있다. 생천마의 경우 저장 유통에 따른 비용 증가 및 제품의 질 저하 문제가 발생하기 때문에 증자 및 건조에 따른 연구가 일부 수행되었으나 (Lee *et al.*, 2002, 2003) 아직까지도 약리성분의 변화 등에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 실험은 천마의 다양한 건조방법을 통해 건조 특성, 유리당 함량 및 약리성분을 비교, 검토하고 이용방안을 증대시켜 고부가가치 제품 생산의 기반을 마련하고자 하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-290-6042 (E-mail) sora0909@korea.kr

Received 2011 September 2 / 1st Revised 2011 October 9 / 2nd Revised 2011 October 12 / Accepted 2011 October 12

재료 및 방법

1. 실험재료

전북 진안에서 '09년 11월에 수확한 천마 괴경을 깨끗이 세척한 후 사용하였다. 실험에 사용된 천마의 구근 특성을 조사한 결과 괴경중은 80.7 ± 2.6 g, 괴경장은 14.7 ± 0.6 cm, 괴경경은 3.2 ± 0.1 cm로 나타났다. 천마를 절단 여부와 증자 유무, 건조방법으로 달리 처리하였는데 절단여부는 5 mm로 절단한 구와 절단하지 않은 구로, 증자 유무는 20분간 증기로 찐 증자 처리구와 비증자 처리구로 나누었으며 건조방법은 동결, 열풍, 원적외선 등으로 하였다. 동결건조는 시료를 초저온냉동고(WUF-500, Daihan Scientific Co., LTD, Korea)를 이용하여 -80°C 에서 24시간 동결시킨 후 동결건조기(PVTFD 10R, Ilshin Lab Co., Korea)로, 열풍건조와 원적외선건조는 대류용 팬이 장착되어 있는 열풍건조기(MCO-800, Hanmi Hightech, Korea)와 원적외선건조기(KFD-110P, Korea, Korea)를 이용하였으며 이 때 건조온도는 70°C 이었다. 동결건조 처리구 모두와 비절단구의 열풍, 원적외선 건조 처리구의 무게 측정건조 후 5일까지는 24시간, 6일부터는 하루 2번씩, 절단구의 열풍과 원적외선 처리구는 3시간 간격으로 조사하였다. 약 200 g씩 3반복으로 처리하고 건조 후 무게 변화가 3번 이상 0.03 g 이내로 관찰되었을 때 시험처리를 완료하였다.

2. 증자 전·후 색도, 경도 및 무게감소율 측정

절단구와 비절단구의 증자 전·후 색도와 경도를 알아보기 위해 비절단구 표면과 절단구 절단면의 색도를 색차계(Minolta Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)로, 경도를 물성측정기(TA. XT. plus Texture Analyser, Stable Micro Systems, UK)로 측정하였는데 이 때 직경 2 mm의 needle probe를 사용하였다. 무게감소율은 증자 전·후의 무게를 측정하여 감소량으로 환산하였다.

3. 건조방법별 경도, 색도 및 갈변도 측정

건조실험이 완료된 후 건조소요일수와 건조수율을 조사하였다. 시료 표면의 경도는 물성측정기와 직경 2 mm needle probe로 측정하였으며 시료를 분쇄하여 $500 \mu\text{m}$ 이하로 정선한 후 색도를 측정하였다. 갈변도 측정을 위해 삼각플라스크에 시료 1 g을 증류수 25 ml에 3반복으로 넣고 200 rpm에서 15분간 교반하여 여과한 후 원심분리기(J2-MC Centrifuge, Beckman, US)로 10°C , 14,000 rpm 조건에서 20분간 원심분리 하였다. ELISA reader(Spectra Max 190, Molecular Devices, US)로 420 nm에서 상등액의 흡광도를 측정하였다.

4. 유리당 함량 분석

건조 후 분쇄된 시료를 $500 \mu\text{m}$ 이하로 정선하였다. 유리당

함량 분석을 위해 시료 1 g을 80% 에탄올 20 ml로 5회 추출한 후 100 ml로 정량하고 80°C water bath에서 농축하여 증류수를 이용, 20 ml로 정량하였다. $0.45 \mu\text{m}$ membrane filter에 여과하여 HPLC(Agilent 1100 series, Agilent Technologies, US)로 3반복으로 분석하였다. 칼럼은 Zorbax carbohydrate(4.6×150 mm, $5.0 \mu\text{m}$)를 이용하였으며 이동상은 water- CH_3CN (80:20, v/v)이고 유속은 분당 2.0 ml이었다. Refractive index detector를 사용하여 분석하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법을 변형시켜 실시하였다. 시료 1 g을 메탄올 30 ml에 넣어 24시간 동안 25°C 에서 200 rpm으로 3회 진탕추출한 후 100 ml로 정량하였다. 2 ml tube에 메탄올 추출액 $50 \mu\text{l}$ 를 넣고 증류수를 가하여 1 ml로 만든 후 Folin-Ciocalteu's phenol reagent $100 \mu\text{l}$ 를 가하여 혼합하고 3분간 실온에 방치하였다. 이 용액에 Na_2CO_3 포화용액 $200 \mu\text{l}$ 를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 2 ml로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 1,000 $\times$ g에서 10분간 원심 분리하였다. 상층액 $250 \mu\text{l}$ 를 microplate에 옮긴 후 ELISA reader로 725 nm의 흡광도를 측정한 후 caffeic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 3반복으로 구하였다.

6. 약리성분 함량 분석

약리성분인 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol 함량을 알아보기 위해 건조 후 분쇄하여 $500 \mu\text{m}$ 이하로 정선된 시료 1 g을 3반복으로 취하여 삼각플라스크에 넣고 메탄올 30 ml를 첨가하여 24시간 동안 180 rpm으로 shaking incubator(SI-900R, Jeio-Tech, Korea)에서 3회 추출하였다. 추출액을 용량플라스크 100 ml로 정용하고 $0.45 \mu\text{m}$ filter로 여과하여 HPLC(Agilent 1100 series, Agilent Technologies, US)로 분석하였다. 표준품인 gastrodin은 Fleton Reference Substance Co., Ltd (China)에서, 4-hydroxybenzyl alcohol은 Sigma (US)에서 구입하였다. 칼럼은 Zorbax eclipse XDB-C₁₈(4.6×150 mm, $5.0 \mu\text{m}$)이며 이동상은 water- CH_3CN (99:1, v/v)이고 유속은 분당 1.0 ml이었으며 UV detector를 사용하여 270.4 nm에서 조사하였다. 이 때 injection volume은 $3 \mu\text{l}$ 이고 RT는 gastrodin의 경우 4.2, 4-hydroxybenzyl alcohol의 경우 6.8이었다.

결과 및 고찰

1. 증자 전·후 특성변화

실험 처리를 위해 비절단과 5 mm 절단 처리로 구분하여 증자 전·후 색도와 경도, 무게감소율을 조사한 결과(Table 1) 비절단은 절단에 비해 색도의 변화가 적었으며 증자 후는 전

Table 1. The changes of characteristics in *Gastrodiae Rhizoma* after steaming before drying experiment.

Cutting	Steaming	Hunter's color value [†]			Hardness (g/Ø2 mm)	The loss of weight (%)
		L	a	b		
No cutting	Before	66.1±0.5*	1.6±0.3	5.7±0.4	951.5±66.9	—
	After	61.7±0.6	-0.0±0.2	3.5±0.3	146.8± 9.7	4.5±1.2
Cutting	Before	69.5±1.4	-1.1±0.0	-1.0±0.2	415.3±38.3	—
	After	56.0±0.2	-0.9±0.0	-1.2±0.1	93.7± 7.0	6.5±1.3

[†]L : lightness, a : redness, b : yellowness.

*Each values represented mean±standard error.

에 비해 L, a, b값이 모두 감소하였다. 경도는 비절단구보다는 절단구에서 낮았으며, 특히 증자 후는 전에 비해 15.4~22.6% 감소되었다. 무게감소율의 경우 증자 후 비절단구는 4.5% 감소하였으나 절단구는 6.5%로 2.0% 더 감소되었다.

2. 건조 후 일반특성 변화

절단여부에 따른 건조소요시간과 건조수율을 조사한 결과 (Fig. 1) 비절단구에서는 235~240시간이 건조에 소요되었는데 절단구에서는 동결건조는 185시간, 열풍과 원적외선 건조는 33시간이 소요되어 건조시간이 많이 단축되었다. 건조방법 중 동결건조는 144시간 경과 후 모든 처리구에서 20% 미만의 건조수율을 보였는데 특히 절단과 증자 처리구에서 빠른 건조속도를 보였다. 비절단의 열풍, 원적외선 처리구는 72시간 경과 후 20% 미만의 건조수율을 보였고 열풍건조보다 원적외선 처리에서 낮은 건조수율을 보였다. 원적외선 건조는 초기 건조속도는 빨랐지만 무게 변화가 3번 이상 0.03 g 범위를 벗어나지 않는데 걸리는 시간은 열풍건조와 마찬가지로 240시간이 소요되었다. 절단구는 건조방법에 따른 초기 건조수율 차이가 높게 나타나 6시간 경과 후 열풍건조의 건조수율은 17.2~23.5%인데 반해 원적외선은 14.0~15.2%로 급격히 낮아져 빠른 건조속도를 보였으며 9시간 후에는 모든 처리구에서 20% 미만으로 건조수율이 떨어졌다. 또한 거의 모든 시험구에서 증자처리에 의해 건조수율이 낮은 경향을 보였다.

건조가 완료된 후 건조수율은 비절단구에서 15.4~18.5%를 보인데 비해 절단구에서는 13.1~17.8%로 다소 낮은 건조수율을 보였다 (Table 2). 건조방법 중 열풍과 원적외선 건조는 동결건조에 비해 건조소요시간이 비슷하거나 짧았다. 하지만 건조수율은 동결건조시 16.4~18.5%, 열풍은 13.8~18.3%, 원적외선은 13.1~15.7% 순으로 낮아졌다. 또한 증자 처리는 비증자 처리에 비해 건조수율이 0.3~2.6% 낮았다. 현재 건천마는 주로 절단되지 않은 상태로 유통되고 있는데 열풍과 원적외선 건조기를 이용하여 절단 건조할 경우 건조소요시간을 50~207시간 이상 단축하여 유통비나 전기료 등 절감효과가 있음으로써 생산단가를 낮출 수 있을 것으로 생각된다.

동결건조의 경우 외관 변화는 없었으나 비절단, 절단구 모

Fig. 1. Changes of drying yield according to drying hours in *Gastrodiae Rhizoma* by cutting, dry methods, and steaming treatment in drying. Bars represented mean±standard error.

두에서 미세한 분말이 발생하여 상품성이 저하되는 경향이었으며 특히 비증자구에서 더욱 심하였다. 비절단구의 열풍과 원적외선 건조에서는 외형 감소현상도 나타났는데 괴경의 형태

Table 2. The drying yield and characteristics of *Gastrodiae Rhizoma* by cutting, dry methods, and steaming treatment in drying.

Cutting	Dry methods	Steaming	Drying hours	Drying yield (%)	Remark
No cutting	Freeze drying	No treat.	235	18.5±1.5*	No shape change and fine powder production
		Treat.	235	18.3±1.2	A few decrease of volume, fine powder
	Hot air	No treat.	240	18.3±1.2	An uneven surface and volume reduction
		Treat.	240	15.7±0.7	A more reduction volume than no steaming
	Far-infrared ray	No treat.	240	15.7±0.9	An uneven surface
		Treat.	240	15.4±0.6	A more reduction volume than no steaming
Cutting	Freeze drying	No treat.	185	17.8±0.8	No shape change and fine powder production
		Treat.	185	16.4±0.5	No shape change and fine powder production
	Hot air	No treat.	33	14.9±0.8	An uneven surface
		Treat.	33	13.8±0.4	A more brown color than no steaming
	Far-infrared ray	No treat.	33	14.4±0.3	An uneven surface
		Treat.	33	13.1±0.6	A more brown color than no steaming

*Each values represented mean±standard error.

Fig. 2. The shape changes of *Gastrodiae Rhizoma* by cutting, dry methods, and steaming treatment in drying.

가 납작하고 울퉁불퉁하였으며 증자할 경우 외형 변화가 더욱 심하였다. 절단구의 열풍과 원적외선 처리에서도 외형 변화 현상이 나타났는데 증자구에서 오그라드는 현상이 심하고 갈변

화되었다 (Fig. 2).

건조 후 경도는 절단이 비절단에 비해 대체로 낮은 경향이 있으며 건조방법에 따라서는 동결건조, 열풍, 원적외선 순으로

Table 3. The characteristics of *Gastrodiae* Rhizoma by cutting, dry methods, and steaming treatment in drying.

Cutting	Dry methods	Steaming	Hardness (g/Ø2 mm)	Hunter's color value [†]			Browning (%)
				L	a	b	
No cutting	Freeze drying	No treat.	338.7± 9.9*	89.3±0.1	0.1±0.0	6.1±0.0	0.06±0.00
		Treat.	735.6± 65.2	84.2±0.2	0.2±0.1	9.4±0.1	0.06±0.00
	Hot air	No treat.	10,483.5±515.2	75.6±0.1	3.5±0.1	12.9±0.1	0.22±0.00
		Treat.	17,407.1±752.6	75.2±0.2	4.2±0.1	14.4±0.1	0.22±0.00
	Far-infrared ray	No treat.	13,209.3±346.0	70.5±0.1	5.4±0.0	14.6±0.0	0.49±0.00
		Treat.	15,597.7±333.7	70.3±0.3	5.2±0.1	14.0±0.0	0.55±0.00
Cutting	Freeze drying	No treat.	318.3± 21.6	88.5±0.1	0.5±0.0	5.8±0.0	0.07±0.00
		Treat.	1,056.0± 51.7	84.7±0.1	0.6±0.0	8.6±0.0	0.06±0.00
	Hot air	No treat.	2,111.9±116.5	80.4±0.1	1.9±0.0	9.0±0.0	0.10±0.00
		Treat.	3,007.8±147.2	80.0±0.3	1.3±0.0	8.4±0.1	0.08±0.00
	Far-infrared ray	No treat.	2,257.4± 76.8	81.6±0.1	1.7±0.0	10.0±0.0	0.12±0.00
		Treat.	3,084.5±130.1	75.6±0.1	3.0±0.1	11.9±0.2	0.18±0.00

[†]L : lightness, a : redness, b : yellowness.

*Each values represented mean±standard error.

높아졌다 (Table 3). 또한 증자가 비증자에 비해 높은 경도를 보여 단단했다. 색도의 경우 비절단에 비해 절단처리가 L값은 높아지고 a값과 b값이 낮아졌다. 건조방법에 따라서는 동결건조가 L값이 높았으며 열풍, 원적외선 순으로 낮아졌고 a값과 b값은 반대로 나타났다. 또한 증자 후 건조하였을 때 L값은 약간 떨어지거나 비슷하였다. 갈변도의 경우 건조소요시간이 길었던 비절단구가 절단구에 비해 높았으며 건조방법 중 동결건조의 갈변도는 0.06~0.07%로 낮았으나 열풍건조는 0.08~0.22%, 원적외선 건조는 0.12~0.55%로 높았다. 또한 증자할 경우 갈변도가 증가하는 경향이었다. 갈변도가 높을수록 색도의 L값은 낮아지고 a값과 b값이 높아지는 경향을 보였는데 Lee 등 (2002)의 실험에서도 동결건조한 천마는 고유한 유백색을 그대로 유지하지만 열풍건조한 천마는 건조온도가 높을수록 갈색이 강하게 나타났으며 Shin 등 (1999)도 증자 후 건조했을 때 본 실험과 비슷한 결과를 보고한 바 있다.

3. 유리당 함량 변화

유리당 함량을 조사한 결과 (Fig. 3) sucrose 함량이 3.08~4.68%로 높았으며 fructose는 0.92~1.71%, glucose는 0.63~2.31%로 나타났고 모든 처리구에서 maltose는 약간의 흔적으로 검출되었다. 동결건조한 천마의 유리당 종류에 대해 Shin 등 (1999)과 Kim 등 (2000)은 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였으나 Lee 등 (2002)은 maltose가 11.06%로 가장 높고 fructose, glucose, sucrose 순이었다고 하였는데 이는 시료의 계통간 차이로 생각되었다.

절단구는 비절단구에 비해 fructose, glucose, sucrose 함량이 대체로 높았으며 특히 fructose와 glucose 함량에서 많은 차이가 있었다. 이러한 차이는 절단구에서 건조수율이 다소 낮

아 상대적으로 높은 유리당 함량이 검출되었기 때문으로 생각된다. Fructose와 glucose는 증자시 대체로 감소하는 경향이었으나 절단구의 동결건조에서만 증가하였다. 이는 건조소요시간과 건조온도와 관련이 있을 것으로 판단되었으나 정확한 원인을 파악하기는 어려웠다. Sucrose 함량 역시 증자시 대체로 감소했으나 여러 처리구 가운데 비절단구의 열풍과 원적외선 건조에서는 오히려 증가하였다.

총 유리당 함량은 시험처리에 따라 매우 다양하게 나타났으나 전체적인 유리당 함량은 절단구가 비절단구보다 높고 건조방법 중에서는 동결건조 > 열풍건조 > 원적외선 건조 순이었다. 증자 유무에 대해서는 다양한 반응을 보였다. 이렇게 증자 후 열풍건조 처리구에서 동결건조 및 비증자한 천마에 비해 유리당 함량이 감소한 원인에 대해 열처리와 건조에 의한 amino-carbonyl reaction 때문으로 추측되어지기도 한다 (Shin *et al.*, 1999).

천마를 동결건조하거나 40℃와 60℃ 열풍건조할 경우 관능검사를 통해 단맛은 동결건조에서 비교적 높았으나 비린내, 쿼퀴한 냄새, 쓴맛, 떼은 맛, 찝찝한 맛 등의 부정적인 특성은 많이 줄어들어 식품의 가공 활용도를 높일 수 있다 (Lee *et al.*, 2002). 본 실험에서도 관능면에서 비슷한 결과를 볼 수 있었으며 시판되고 있는 방식인 비절단, 열풍건조, 증자한 천마의 경우 동결건조에 비해 유리당 함량이 감소되었으나 절단 건조를 통해 유리당 함량을 증가시킬 수 있어 가공제품 생산 시 기호도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

4. 총 폴리페놀 및 약리성분 변화

약용작물의 경우 건조방법에 따라 유효성분의 변화가 많다 (Jeong *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2006). 천마의 건조방법에

건조방법별 천마의 성분 변화

Fig. 3. The free sugars content of Gastrodiae Rhizoma according to cutting, dry methods, and steaming treatment in drying. Bars represented mean±standard error.

[†]FD : freeze drying, HA : hot air, FIR : far-infrared ray.

Fig. 4. The polyphenol content and pharmacological components of Gastrodiae Rhizoma according to cutting, dry methods, and steaming treatment in drying. Bars represented mean±standard error.

[†]FD : freeze drying, HA : hot air, FIR : far-infrared ray.

따른 총 폴리페놀 및 약리성분 함량을 비교한 결과 (Fig. 4) 총 폴리페놀 함량은 절단구가 비절단구에 비해 높았으며 건조

방법 중 열풍건조에서 가장 높았다. 열풍건조와 원적외선 건조시 증자에 비해 비증자에서 1.8~3.9배 높게 나타나 가열에

의해 페놀성 물질이 감소함을 알 수 있었다. 동결건조의 경우 총 폴리페놀 물질은 2.9~4.6 mg/g DW으로 다른 건조방법에 비해 큰 차이가 없었으나 증자 후 오히려 다소 증가하는 경향을 보였다.

천마의 페놀성 물질은 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol, vanillyl alcohol, 4-hydroxybenzaldehyde, vanillin (Hayashi *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 1999) 등으로 알려져 있으며 HPLC를 이용하여 성분량을 비교한 결과 gastrodin, 4-hydroxybenzyl alcohol, 4-hydroxybenzaldehyde 순이며 vanillyl alcohol과 vanillin은 적은 양이 함유되어 있다는 보고가 있으나 (Liu *et al.*, 2002) 또 다른 연구에서는 vanillyl alcohol 함량이 4-hydroxybenzyl alcohol보다 높게 분석되기도 하였다 (Cao *et al.*, 2001; Zhao, 1999). 이 가운데 vanillyl alcohol과 4-hydroxybenzaldehyde는 항경련 효과가 큰 것으로 보고되었다 (Kim *et al.*, 2001).

천마의 주요 성분인 gastrodin과 gastrodin의 aglycone인 4-hydroxybenzyl alcohol은 동물실험에서 기억력 강화와 회복 효과를 보이는데 동일 농도 처리시 그 효과는 4-hydroxybenzyl alcohol이 다소 높았다 (Hsieh *et al.*, 1997). Gastrodin은 rat의 혈액뇌관문을 쉽게 통과해서 4-hydroxybenzyl alcohol로 분해되는 것으로 알려져 있는데 (Lu *et al.*, 1985; You *et al.*, 1994) 본 실험에서 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol의 함량은 상반된 결과를 보였다. 동결건조의 경우에는 비절단과 절단 처리구 모두 증자 후 gastrodin 함량은 줄고 4-hydroxybenzyl alcohol은 증가하였다. 그러나 열풍과 원적외선 건조시에는 gastrodin 함량은 증가하고 4-hydroxybenzyl alcohol 함량이 급속도로 감소하였다.

가장 높은 gastrodin 함량을 보인 처리구는 비절단, 동결 및 비증자 처리구로 11.2 mg/g DW였다. 비절단과 절단구의 gastrodin 함량은 비슷한 결과를 보였지만 비절단구에서 증자에 따른 함량 변화의 폭이 넓었다. 열풍과 원적외선 건조시 증자처리를 하면 gastrodin 함량이 증가되었다. 4-Hydroxybenzyl alcohol 함량은 동결 및 비증자구에서 2.1~2.3 mg/g DW로 낮은 함량은 보였으나 증자 후 8.3~9.4 mg/g DW로 약 4배 증가하였다. 그러나 열풍과 원적외선 건조시 증자 후 많은 양이 감소하였다. 또한 절단구에서 비절단구에 비해 높은 4-hydroxybenzyl alcohol 함량을 보였는데 절단, 열풍 및 비증자 처리구는 9.7 mg/g DW로 비절단, 동결건조 및 증자구보다도 높았다.

이상의 결과로 천마 괴경의 절단여부와 건조방법, 증자여부에 따라 유리당 함량과 총 폴리페놀, 약리성분인 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol 함량에 많은 변화가 있음을 알 수 있었다. 절단구는 비절단구에 비해 건조소요시간을 단축시킬 수 있을 뿐 아니라 유리당 함량과 총 폴리페놀, 약리성분 등도 향상시킬 수 있으며 건조방법 가운데에서는 동결과 열풍건

조에서 양호했다. 그러나 증자 처리는 유리당이나 약리성분 함량의 변화가 매우 다양하게 나타나 이용목적에 따라 선택적으로 활용할 수 있을 것으로 생각되었다. 이러한 연구는 천마의 건조 및 가공품 생산, 유통에 매우 유용할 것으로 생각되며 앞으로 단일 성분에 대한 약리 효과에 대한 연구뿐 만 아니라 건조조건에 따른 기능성 검정이 다양한 측면에서 이루어진다면 천마의 이용가치를 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청의 원예·특용작물 경쟁력 제고 기술 개발 연구사업으로 수행된 연구 (20110401-030-593-001-03-00) 결과의 일부로 이에 깊은 감사를 드립니다.

LITERATURE CITED

- Cao Y, Zhang X, Fang Y and Ye J. (2001). Determination of the active ingredients in *Gastrodia rhizoma* by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Analyst*. 126:1524-1528.
- Ha JH, Lee DU, Lee JT, Kim JS, Yong CS, Kim JA, Ha JS and Huh K. (2000). 4-Hydroxybenzaldehyde from *Gastrodia elata* Bl. is active in the antioxidation and GABAergic neuromodulation of the rat brain. *Journal of Ethnopharmacology*. 73:329-333.
- Hayashi J, Sekine T, Deguchi S, Lin Q, Horie S, Tsuchiya S, Yano S, Watanabe K and Ikegami F. (2002). Phenolic compounds from *Gastrodia* rhizome and relaxant effects of related compounds on isolated smooth muscle preparation. *Phytochemistry*. 59:513-519.
- Hsieh MT, Wu CR and Chen CF. (1997). Gastrodin and *p*-hydroxybenzyl alcohol facilitate memory consolidation and retrieval, but not acquisition, on the passive avoidance task in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 56:45-54.
- Huang ZL. (1985). Pharmacologic studies and clinical applications of *Gastrodia elata* Bl. *Journal of Modern Developmental Traditional Media*. 5:251-254.
- Huh K, Kim JS, Kwon TH, Kim JA, Yong CS, Ha JH and Lee DU. (1998). The mechanism of anticonvulsive effect of the rhizome of *Gastrodia elata* in pentylenetetrazole treated rats. *Yakhak Hoeji*. 42:330-335.
- Jeong HN, Lim SH, Kim HY, Kim KD, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Kim KH and Ahn YS. (2010). Quality changes in *Eleutherococcus senticosus* cortex processed by different pretreatment and drying method. *The Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:98-104.
- Jin SE, Kim HC and Ahn DK. (1997). A study on the antihypertensive effect of *Gastrodia*. *Journal of Herbology*. 13:51-61.
- Kim HJ, Chung SK and Moon KD. (2000). Chemical components of *Gastrodia elata* Blume powder. *Journal of the Korean Society of Post-harvest Science & Technology of Agricultural Products*. 7:278-284.

- Kim JA, Jin DQ, Park SH, Ha JH, Lee YS, Yong CS, Lee DU and Huh K.** (2001). General pharmacology of 4-hydroxybenzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxybenzyl alcohol and their synthetic derivatives from *Gastrodia elata* Blume. Journal of Resource Development. 20:32-37.
- Kim KT, Kim JG, Park SH, Lee JH, Lee SH, Kim KH and Park SN.** (2004). Anti-melanogenesis effect of phenolic compounds isolated from *Gastrodia elata*. Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea. 30:33-38.
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T and Song BH.** (2006). Effects of drying methods on content of active components antioxidant activity, and color values of *Saururus chinensis* Bail. The Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:8-13.
- Lee BY, Choi HS and Hwang JB.** (2002). Analysis of food components of *Gastrodiae Rhizoma* and changes in several characteristics at the various drying conditions. Korean Journal of Food Science Technology. 34:37-42.
- Lee JM, Kim IH and Kim SH.** (2003). Optimal steaming condition of *Gastrodia elata* Blume (Chunma) using response surface methodology (RSM). Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 46:107-112.
- Lee YS, Ha JH, Yong CS, Lee DU, Huh K, Kang YS, Lee SH, Jung MW and Kim JA.** (1999). Inhibitory effects of constituents of *Gastrodia elata* Bl. on glutamate-induced apoptosis in IMR-32 human neuroblastoma cells. Archives of Pharmacal Research. 22:404-409.
- Lin JH, Liu YC, Hau JP and Wen KC.** (1996). Parishins B and C rhizomes of *Gastrodia elata*. Phytochemistry. 2:549-551.
- Liu CL, Liu MC and Zhu PL.** (2002). Determination of gasterodin, *p*-hydroxybenzyl alcohol, vanillyl alcohol, *p*-hydroxybenzaldehyde and vanillin in tall *Gastrodia* tuber by high-performance liquid chromatography. Chromatographia. 55:317-320.
- Lu GW, Zou YJ and Mo QZ.** (1985). Kinetics aspects of absorption, distribution, metabolism and excretion of 3H-gastrodin in rats. Acta Pharmaceutica Sinica. 20:167-172.
- MIFAFF.** (2011). An actual output of a crop for a special purpose in 2010. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. Gwacheon, Korea.
- Paik YS, Song JK, Yoon CH, Chung KS and Yun-Choi HS.** (1995). Anti-platelet and anti-thrombotic effects of *Gastrodia elata*. Korean Journal of Pharmacognosy. 26:385-389.
- Shin CS, Park CK, Lee JW, Lee GL, Jang CK and Kim YK.** (1999). Analysis of the components with freeze drying and steam drying of *Gastrodia elata* Blume. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 28:1058-1063.
- Taguchi H, Yosioka I and Yamasaki K.** (1981). Studies on the constituents of *Gastrodia elata* Blume. Chemical & Pharmaceutical Bulletin. 29:55-62.
- You J, Tan T, Kuang A, Zhong Y and He S.** (1994). Biodistribution and metabolism of 3H-gastrodigenin and 3H-gastrodin in mice. Journal of West China University Medical Science. 25:325-328.
- Zhao Y, Cao QE, Xiang Y and Hu Z.** (1999). Identification and determination of active components in *Gastrodia elata* Bl. by capillary electrophoresis. Journal of Chromatography A. 849:277-293.
- Zhuo, J, Yang YB and Yang TR.** (1979). The chemistry of *Gastrodia elata* Blume, 1. The isolation and identification of chemical constituents of *Gastrodia elata* Blume. Acta Chimica Sinica. 37:183-189.