



Powered by iThenticate depositor



Diaion HP-20 레진을 이용한 천마 추출물의 불쾌취 제거

장귀영¹ · 최재훈² · 최수지³ · 이승은⁴ · 서경혜⁵ · 김동휘⁶ · 지윤정⁷ · 정현상⁸ · 이윤정^{9*}

Deodorization of *Gastrodia elata* Blum Extracts using Diaion HP-20 Resin

Gwi Yeong Jang¹, Je Hun Choi², Su Ji Choi³, Seung Eun Lee⁴, Kyung Hye Seo⁵, Dong Hwi Kim⁶, Yun Jeong Jee⁷, Heon Sang Jeong⁸ and Yoon Jeong Lee^{9*}

ABSTRACT

Received 2019 November 4
1st Revised 2019 November 27
2nd Revised 2019 December 17
3rd Revised 2020 January 2
Accepted 2020 January 2

Background: Although *Gastrodia elata* contains the valuable, bio-active compounds gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol (4-HBA), it also contain ρ -cresol, which is a major source of an objectionable pig slurry-like odor. Accordingly, this study was performed to determine the deodorization effect of Diaion HP-20 resin on a *G. elata* extract.

Methods and Results: Using Diaion HP-20 with an increasing concentration of ethanol, an extract of *G. elata* was fractionated into 15 fractions, which were analyzed to determine their concentrations of active compounds and ρ -cresol. The gastrodin, 4-HBA, total phenolics, and ρ -cresol concentrations of the *G. elata* extract were 403.13, 408.15, 2,476.09, and 11.77 $\mu\text{g/ml}$, respectively. Among the different fractions, gastrodin and 4-HBA were detected in fractions 3 to- 6, and 4 to- 10, respectively whereas total phenolics were detected in all samples, with fractions 5 to- 7 being characterized by higher concentrations than were the other fractions. ρ -Cresol was detected in fractions 12 to- 15, at concentrations ranging from 0.39 $\mu\text{g/ml}$ to 6.05 $\mu\text{g/ml}$ with the highest concentration detected in fraction 14. The fractions containing ρ -cresol could be selectively separated from the *G. elata* extract without the loss of major bio-active compounds such as gastrodin and 4-HBA.

Conclusions: The results of this study indicate that a deodorizing method using Diaion HP-20 resin can be considered for improving the sensory qualities of *G. elata* extract without a loss of the major bio-active compounds.

Key Words: *Gastrodia elata* Blume, Deodorization, Diaion HP-20 Resin, Objectionable Odor

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 언

천마 (*Gastrodia elata* Blume)는 난초과에 속하는 다년생 초본 식물의 뿌리를 지칭한다. 천마는 엽록소가 없어 탄소동화 작용을 통한 영양물질의 합성이 불가능하고 뿌리가 없어 뿌나 무 버섯과 편리공생을 통해 성장한다 (Sin, 1980; Lee, 1990). 천마는 주로 한국, 일본 및 중국에서 재배하고 있으며 고혈압, 중풍, 두통, 어지럼증, 스트레스 및 피로 등에 효과적인 것으

로 알려져 있다 (Huang, 1985; Huh *et al.*, 1998). 천마의 주요 성분으로 gastrodin과 4-hydroxybenzyl alcohol (4-HBA) 이 있으며, 이외에 vanilly alcohol, benzaldehydes, β -sitosterol 등을 함유하는 것으로 보고되었다 (Zhou *et al.*, 1979; Kang *et al.*, 2002; Chang and Ahn, 2011).

그러나 천마 특유의 불쾌한 냄새, 비린맛, 쓴맛으로 인하여 섭취에 어려움을 나타내고 있으며 비린맛과 쓴맛은 천마의 가공과정에서 쉽게 제거되지만 불쾌취는 쉽게 제거되지 않고 오

*Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5759 (E-mail) Leeyj0225@korea.kr

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

²농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

³농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

⁴농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

⁶농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

⁷농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 박사 후 연구원 / Post-doc, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

⁸충북대학교 식품생명공학과 교수 / Professor, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Chungbuk 28644 Korea.

⁹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 박사 후 연구원 / Post-doc, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709 Korea.

래 잔존하여 식품 원료로서의 활용에 큰 장애요인으로 작용한다 (Chang and Ahn, 2011). 천마의 불쾌취에 대한 원인 성분은 *p*-cresol (4-methylphenol)로 보고되어 있으며 돼지 분변 냄새로 묘사된다 (Chang and Ahn, 2011; Song *et al.*, 2017). 이러한 천마의 관능적인 문제를 해결하기 위하여 다양한 연구가 진행되었다. 대표적으로 건조 (Lee *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2011b; Chu *et al.*, 2012), 발효 (Chang and Ahn 2011; Song *et al.*, 2017), 증숙 (Lee *et al.*, 2003) 등의 가공방법을 통해 천마의 관능적 문제점을 개선함으로써 활용성을 높이고자 하였다. 그러나 대부분의 방법이 천마의 불쾌취를 제거하는 것에 있어 제한된 효과를 나타내었다.

다공성 합성 흡착제는 음료, 식품 첨가제, 기능성 식품 원료 및 의약품 제조 등의 분야에서 정제, 탈취 등 다양한 목적으로 사용되고 있다 (Kwak *et al.*, 2001; Jung *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2011a). 그러나 천마의 관능적 품질을 개선하기 위한 목적으로 다공성 합성 흡착제를 활용하기 위한 연구는 수행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 다공성 합성흡착제를 이용하여 천마에서 *p*-cresol을 기준으로 불쾌취 제거 효과를 확인하고, 그에 따른 기능성분의 손실 여부를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

재료는 경상북도 상주시 소재의 천마 (*Gastrodia elata* Blume)가공업체로부터 천마 외 다른 원료가 사용되지 않은 천마 열수 추출물을 구입하여 사용하였다. 실험에 사용한 천마 추출물은 생천마에 동량의 물을 가하고 열수 추출 후 압착하여 제조하였으며, 흡착제는 다공성의 비극성 합성흡착제로서 HP-20 (Diaion HP-20, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 사용하였고, 용출 용매로 발효주정과 증류수를 사용하였다. 분석에 사용한 gastrodin, 4-HBA 및 *p*-cresol은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다.

2. 합성흡착제를 이용한 분획물 제조

천마 추출물에 대한 HP-20의 탈취 효과를 확인하기 위하여 HP-20을 충전한 컬럼에서 분획물을 제조하였다. 분획물의 제조는 천마 추출물 50 ml을 직경 25 mm, 길이 100 mm로 HP-20을 충전 한 오픈 컬럼에 로딩 후 100 ml의 증류수, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% 및 95% 에탄올 용액을 순차적으로 가하여 용출시켰으며, 각 분획은 50 ml씩 분취하여 분석에 사용하였다.

3. 천마 추출물과 분획물의 주요 성분 및 *p*-cresol 함량

천마 분획물 중 주요 기능성분의 분포를 확인하기 위하여

gastrodin과 4-HBA의 함량을 분석하였다. Gastrodin과 4-HBA의 분석에는 HPLC-UVD (1200 series, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)와 Synergy fusion-RP18 컬럼 (250 mm × 4.6 mm, 4 μm, Phenomenex Inc., Torrance, CA, USA)을 사용하였다. 이동상은 0.1% acetic acid/acetonitrile (A)과 0.1% acetic acid/water (B) 기울기 조건 (0 - 5 min: 5 - 5% A, 5 - 15 min: 5 - 10% A, 15 - 16 min: 10 - 95% A, 16 - 24 min: 95 - 95% A, 24 - 25 min: 95 - 5% A, 25 - 30 min: 5 - 5% A), 컬럼 온도 30°C, 유속 1.0 ml/min, 주입량 10 μl, 검출과장 280 nm로 분석하였다. 주요 성분의 정성은 표준물질과 시료 chromatogram 중 peak의 retention time과 UV-spectrum을 통해 확인하였다. 정량을 위하여 표준물질로서 gastrodin과 4-HBA를 사용하였으며 표준곡선을 작성하기 위한 농도 범위는 0.03 - 0.5 mg/ml 이었다. Gastrodin과 4-HBA의 회귀식은 $y = 163.19x - 2.7217$ ($R^2 = 0.9994$)과 $y = 2741x - 6.375$ ($R^2 = 0.9999$)이었다.

천마 분획물 중 총 페놀 성분의 분포를 확인하기 위하여 분획물 중 총 페놀 함량을 측정하였다 (Dewanto *et al.*, 2002). 각 분획물 100 μl에 2% Na₂CO₃ 용액 2 ml를 가한 후 3분간 방치하고 1 N Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μl를 가하고 혼합하였다. 반응액은 상온에서 30분간 방치 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성하고 총 페놀 함량은 시료 1 ml 중 mg·gallic acid로 나타내었다.

천마 추출물에 대한 탈취효과를 확인하기 위하여 분획물 중 *p*-cresol 함량을 분석하였다. 분석에는 HPLC-UVD와 Synergy fusion-RP18 컬럼을 사용하였다. 이동상은 acetonitrile (A)과 물 (B) 기울기 조건 (0 - 5 min: 18 - 18% A, 5 - 20 min: 18 - 40% A, 20 - 25 min: 40 - 40% A, 25 - 45 min: 40 - 50% A), 컬럼 온도 30°C, 유속 0.8 ml/min, 주입량 10 μl, 검출과장 280 nm로 분석하였으며, 정성은 표준물질과 시료 chromatogram 중 peak retention time과 UV-spectrum을 통해 확인하였다. 표준품으로 *p*-cresol을 사용하여 0.001 - 0.1 mg/ml의 농도범위에서 표준곡선을 작성하였으며, 표준곡선으로부터 얻은 회귀식은 $y = 6,990.09x - 0.533$ ($R^2=0.9999$)이었다.

4. 통계분석

통계분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Science, Ver. 23.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 추출물과 분획물의 평균과 표준편차를 산출하고 시료 간 차이 유무를 One-way ANOVA (Analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 이용하여 검정하였으며 ($p < 0.05$), 분획물 중 주요 성분의 분포간의 상

Diaion HP-20 레진을 이용한 천마 추출물의 블래취 제거

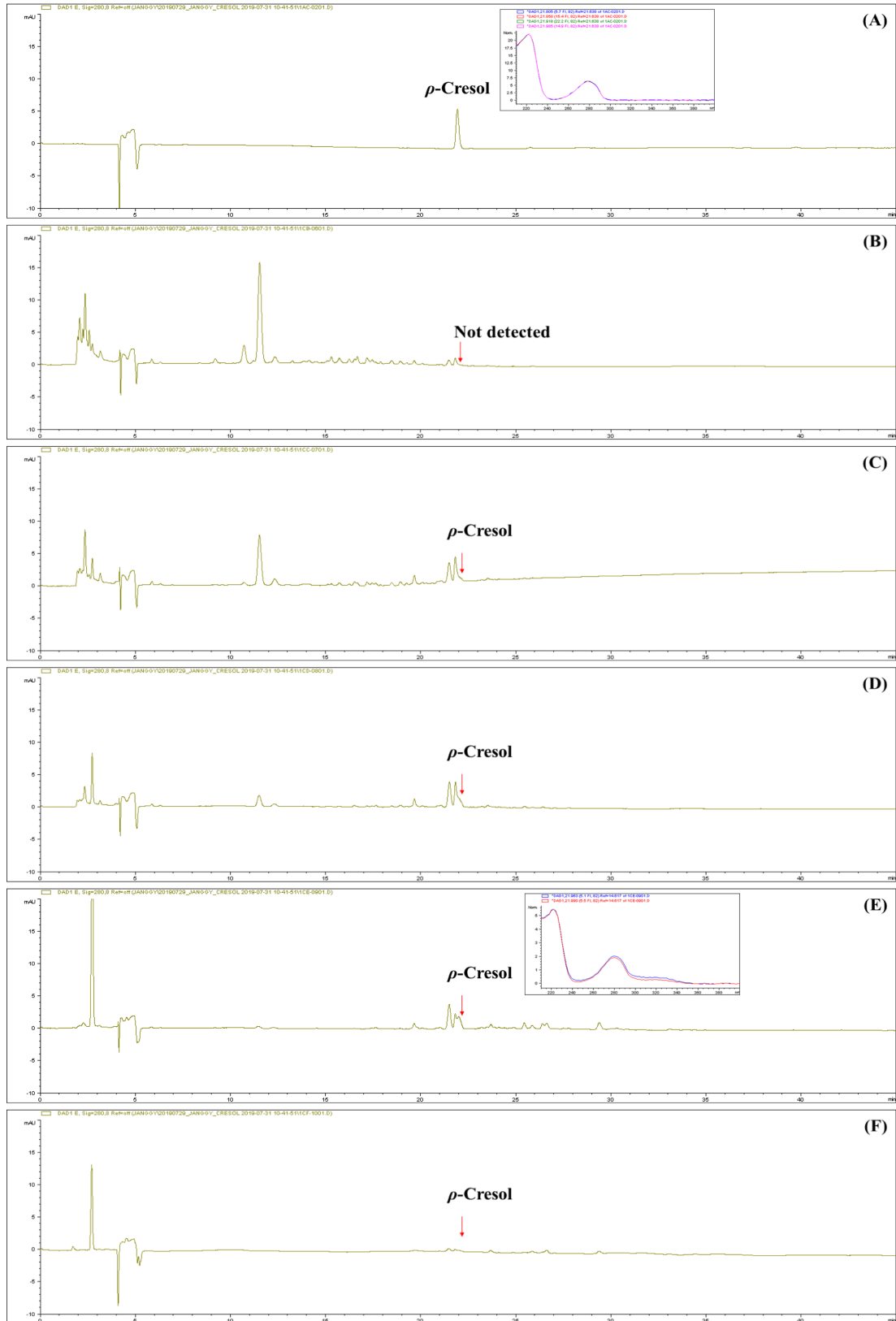


Fig. 1. Chromatograms and UV-spectra for ρ -cresol of fractions from *Gastrodia elata* extract. Samples: (A); standard, (B); fraction 11, (C); fraction 12, (D); fraction 13, (E); fraction 14, (F); fraction 15.

관성 분석은 Pearson's correlation coefficient로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 천마 추출물과 분획물의 ρ -cresol 함량

천마 (*Gastrodia elata* Blume)의 불쾌취와 관련하여 다양한 성분에서 의한 것으로 보고된 연구 결과도 있으나 (Lee *et al.*, 2002) 가장 큰 원인 성분은 ρ -cresol이며 천마 특유의 냄새와 ρ -cresol의 관능적 특성이 매우 유사하여 (Song *et al.*, 2017), ρ -cresol 함량을 불쾌취 제거에 대한 판단 지표로 사용하는 것은 적절하다.

따라서 본 연구에서는 천마 추출물에서 HP-20의 불쾌취 제거 효과를 확인하기 위하여 HP-20을 통과시켜 제조한 분획물 중 ρ -cresol의 분포를 확인하였다 (Fig. 1, 2). 천마 추출물의 ρ -cresol 함량은 $11.77 \pm 0.71 \mu\text{g/ml}$ 이었다. HP-20에서 분리한 분획물 중 ρ -cresol은 12 번 분획에서부터 검출되기 시작하여 14 번 분획에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 12, 13, 14 및 15 번 분획의 ρ -cresol 함량은 각각 $1.90 \mu\text{g/ml}$, $3.59 \mu\text{g/ml}$, $6.05 \mu\text{g/ml}$ 및 $0.39 \mu\text{g/ml}$ 이었으며 총 함량은 $11.92 \pm 0.61 \mu\text{g/ml}$ 로 추출물과 유사한 함량을 나타내었다. 추출물과 분획물의 함량이 오차 범위 내의 유사한 수준이라는 결과는 흡착된 ρ -cresol이 11 번 분획까지 용출되지 않고 12 번 분획에서부터 선택적으로 분리되었음을 의미한다. 따라서 12 번 분획에 해당하는 50% 에탄올에서부터 분리되었을 것으로 추정된다.

천마의 향기 성분에 대한 연구에서 생천마와 건조 천마의

향기성분을 비교하였을 때 생천마에서 확인된 39 종의 휘발성 성분 중 일부 성분은 건조 후 검출되지 않았으며 건조 천마에서는 25 종의 휘발성 성분이 확인되었다. 그러나 건조 과정에서 일부 휘발성 성분은 완전히 제거되었으나, ρ -cresol은 건조 후에도 상당량 잔존하여 건조에 의한 불쾌취 제거 효과는 한정적이었다 (Lee and Kim, 1997). Song 등 (2017)의 연구에서 천마의 이취를 제거하기 위한 방법으로 유산균 발효를 이용하였다. 발효균으로 *Pediococcus inopinatus* BK-3, *Lactobacillus sakei* C-11, *Lactobacillus plantarum* VL-1를 사용하였을 때 *L. sakei* C-11가 이취 제거에 가장 효과적 이었으며 ρ -cresol이 $160 \mu\text{g/g}$ 에서 $80 \mu\text{g/g}$ 수준으로 감소하여 이취 저감 효과를 나타내었으나 건조방법과 같이 완전히 제거 되지 않았다. ρ -Cresol의 끓는점은 상압 하에서 202°C 로 물의 끓는점보다 매우 높다 (Gibbs, 1927). 따라서 ρ -cresol은 가열에 의한 증발이나 분해시키는 방법으로는 제거하기 어려울 것으로 판단된다.

ρ -Cresol 제거를 목적으로 가열하거나 분해시키는 방법이 아닌 흡착제를 이용한 연구에서 polystyrene과 divinylbenzene으로 이루어진 합성 흡착제를 이용하여 ρ -cresol과 유사한 물질이 포함된 혼합물로부터 ρ -cresol을 선택적으로 분리하는 것이 가능하였으며, 흡착량은 흡착제의 종류나 조건에 따라 1 kg당 약 216 - 260 g 수준이었다 (Anasthas and Gaikar, 1999). 천마 추출물에는 다양한 성분이 존재하지만, 천마 추출물에 존재하는 다른 성분을 배제하고 ρ -cresol 함량 (약 $12 \mu\text{g/ml}$)으로만 계산한다면 합성 흡착제 1 kg은 천마 추출물 18,000 - 20,000 l 에 해당하는 ρ -cresol을 흡착할 수 있어 ρ -cresol 제거를 위한 방법으로서 활용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

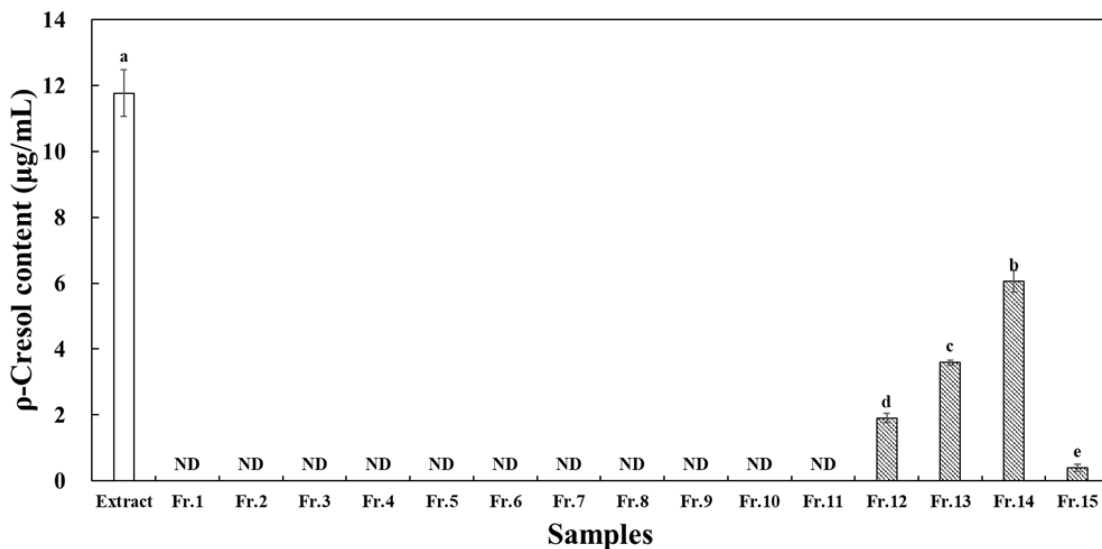


Fig. 2. ρ -Cresol content of fractions from *Gastrodia elata* extract. ND; Not detected. *Different letters on the bars means a significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

Diaion HP-20 레진을 이용한 천마 추출물의 블래취 제거

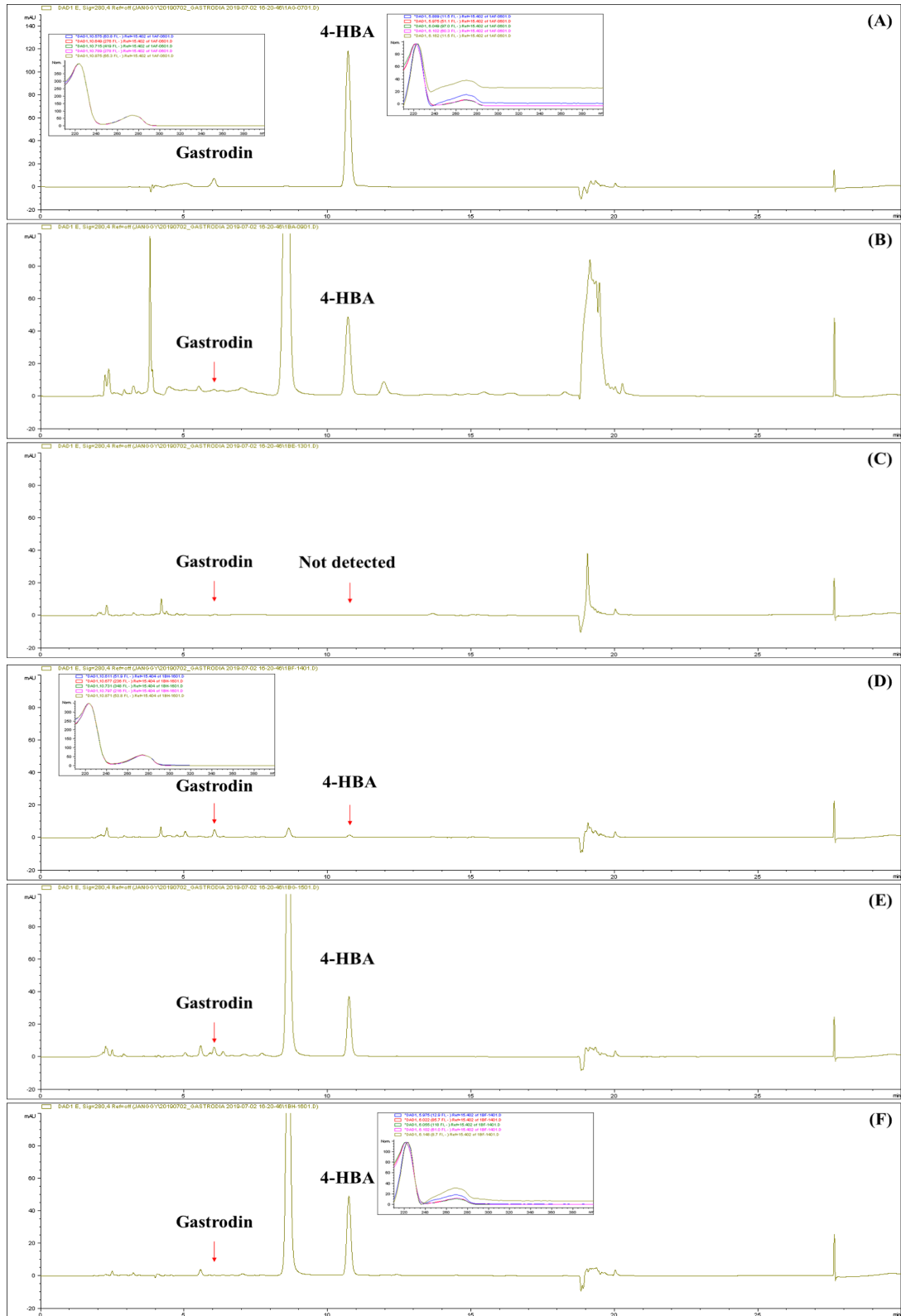


Fig. 3. Chromatograms and UV-spectra for gastrodia and 4-hydroxybenzyl alcohol of fractions from *Gastrodia elata* extract. Samples: (A); standards, (B); extract, (C); fraction 3, (D); fraction 4, (E); fraction 5, (F); fraction 6, (G); fraction 7, (H); fraction 8, (I); fraction 9, (J); fraction 10.

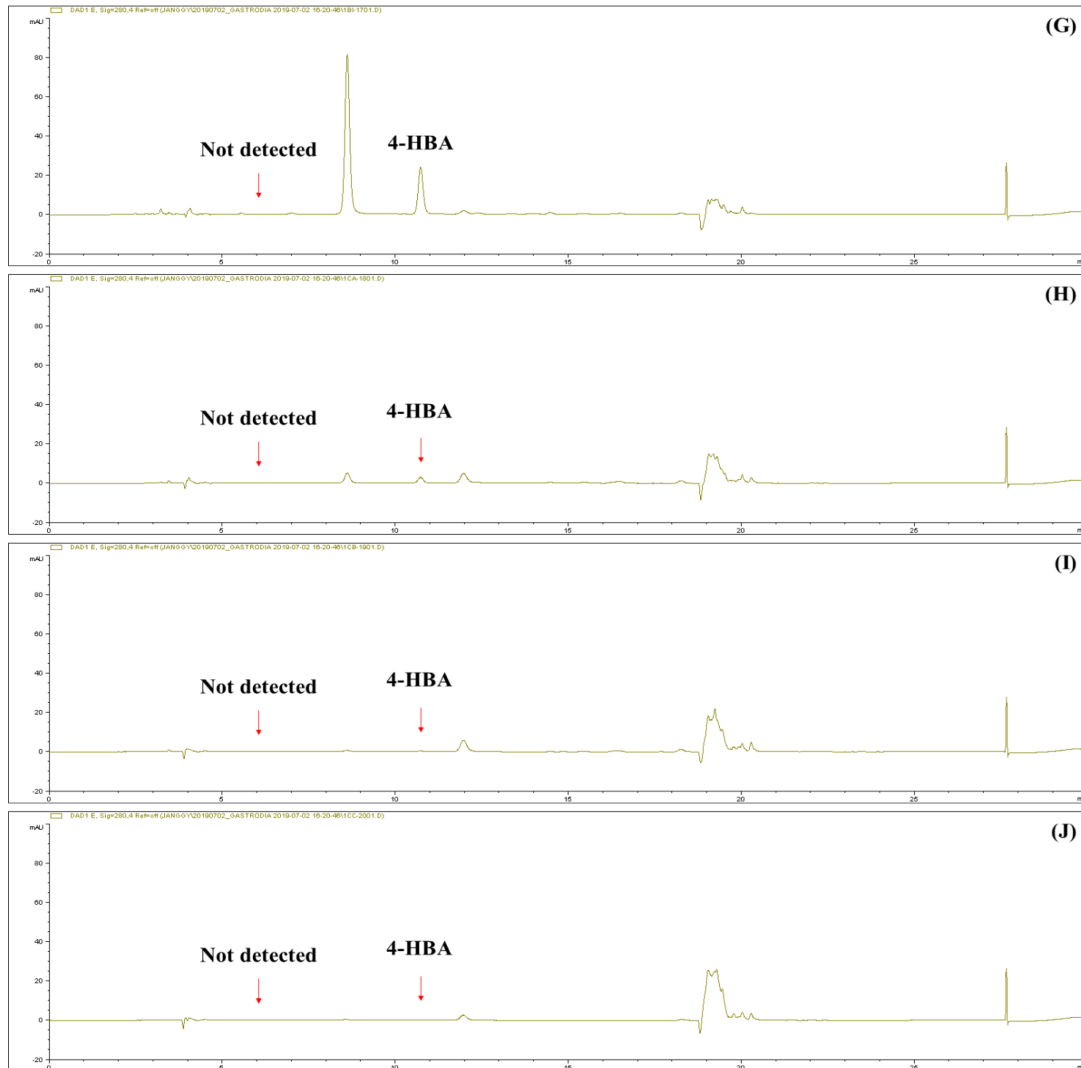


Fig. 3. Chromatograms and UV-spectra for gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol of fractions from *Gastrodia elata* extract. Samples: (A); standards, (B); extract, (C); fraction 3, (D); fraction 4, (E); fraction 5, (F); fraction 6, (G); fraction 7, (H); fraction 8, (I); fraction 9, (J); fraction 10 (continued).

2. 천마 추출물과 분획물의 gastrodin과 4-HBA 함량

탈취 공정에서는 목적 성분의 제거뿐 아니라 중요 성분의 손실을 최소화하는 것도 매우 중요하다. 천마 추출물의 불쾌취 성분인 *p*-cresol의 선택적 제거과정에서 주요 기능성분의 손실 여부를 확인하기 위하여 gastrodin과 4-HBA를 분석한 결과는 Fig. 3, 4와 같다.

4-HBA에 당이 결합되어 더 강한 친수성을 갖는 gastrodin은 3 번에서 6 번 분획까지 분포하였다. 3, 4, 5, 6 번 분획의 gastrodin 함량은 각각 37.93 $\mu\text{g/ml}$, 146.62 $\mu\text{g/ml}$, 209.47 $\mu\text{g/ml}$ 및 12.42 $\mu\text{g/ml}$ 로 총 함량은 406.45 \pm 26.94 $\mu\text{g/ml}$ 로 추출물 (403.13 \pm 17.4 $\mu\text{g/ml}$)과 비교하여 대부분의 gastrodin 이 20% 이하 농도의 에탄올 용액에서 회수되는 것으로 확인되었다. Gastrodin과 함께 천마의 주요 기능성분으로 알려진

4-HBA 함량을 분석한 결과, 4 번 분획에서 10 번 분획 사이에 분포하였으며 분획별 함량은 4, 5, 6, 7, 8, 9 및 10 번 분획에서 각각 5.74 $\mu\text{g/ml}$, 119.57 $\mu\text{g/ml}$, 173.56 $\mu\text{g/ml}$, 78.95 $\mu\text{g/ml}$, 9.21 $\mu\text{g/ml}$, 1.97 $\mu\text{g/ml}$ 및 0.43 $\mu\text{g/ml}$ 으로 5 - 7 번 분획에서 대부분 용출되었으며 10% 에탄올 용액에서부터 분리되기 시작하여 40% 에탄올 용액에서 모두 회수되었다. 회수된 4-HBA의 총 함량은 389.43 \pm 13.98 $\mu\text{g/ml}$ 로 추출물에 존재하는 408.15 \pm 14.57 $\mu\text{g/ml}$ 대비 95% 이상의 회수율을 나타내어 산업적 이용가치가 충분할 것으로 판단되었다.

천마의 gastrodin과 gastrodin의 aglycone인 4-HBA는 항염증, 항경련, 진통억제, 기억력 개선, 항불안 효과가 있으며 기능 성분 중 높은 비율을 차지하는 주요 약리 성분으로 알려져 있어 (Yun-Choi *et al.*, 1998; Hayashi *et al.*, 2002; Kim

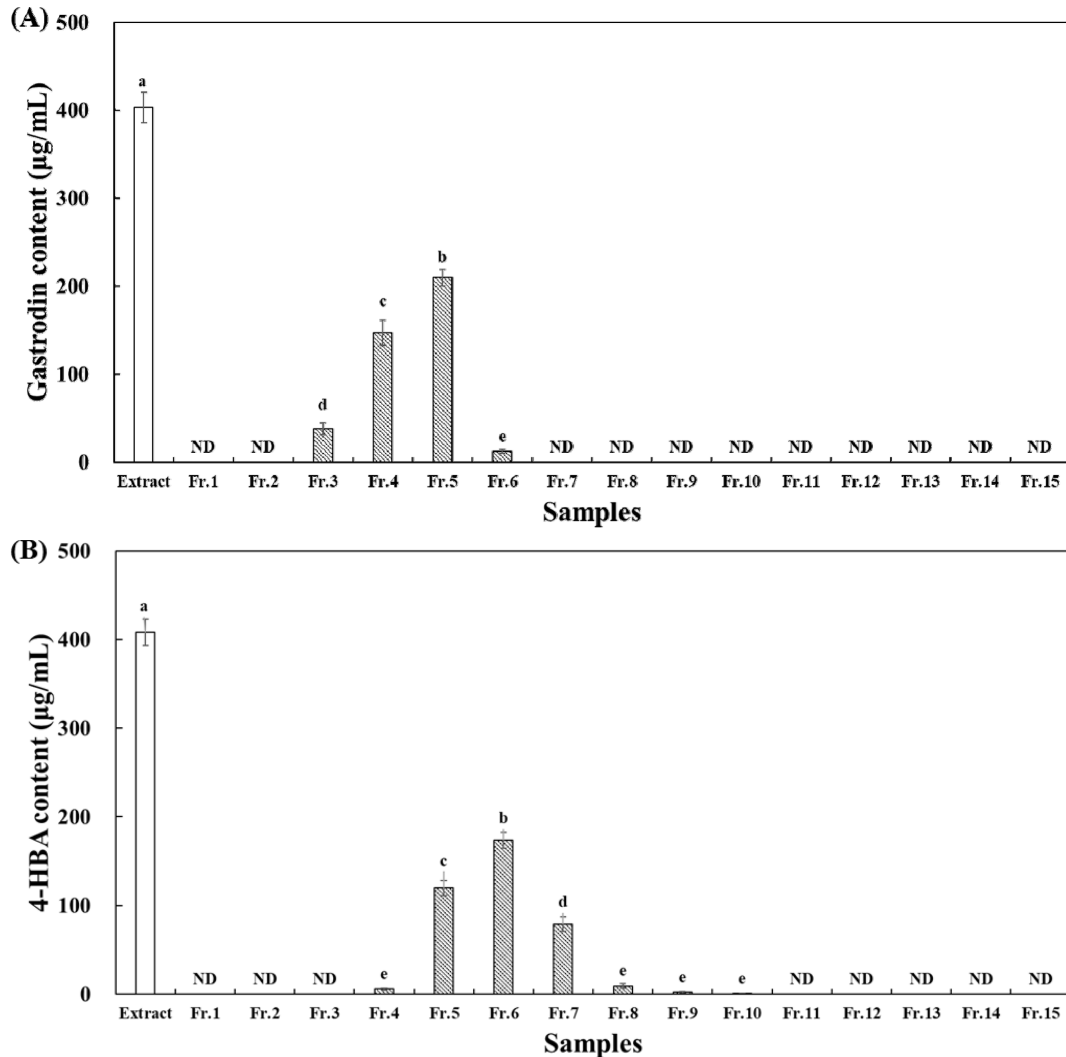


Fig. 4. Gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol contents of fractions from *Gastrodia elata* extract. (A) and (B) were showed gastrodin and 4-HBA contents of fractions, respectively. ND; Not detected. *Different letters on the bars means a significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

et al., 2012; Kim and Park, 2013), gastrodin과 4-HBA 함량 감소는 결국 주요 기능성분의 감소로 볼 수 있어 탈취와 같은 가공과정에서 손실이 최소화되어야 한다.

3. 천마 추출물과 분획물의 총 페놀 함량

천마의 대표적인 페놀성분으로서 *p*-cresol과 함께 4-HBA와 4-HBA의 배당체인 gastrodin, 한 개에서 세 개의 gastrodin으로 구성된 다양한 parishin 류가 존재하여 (Yang *et al.*, 2007), 탈취 후 분획물에 존재하는 페놀성분의 분포를 확인하고자 하였다. 분획물 중 총 페놀 함량을 확인한 결과는 Fig. 5와 같다.

추출물의 총 페놀 함량은 $2,476.09 \mu\text{g/ml}$ 이었으며, 분획물의 총 페놀 함량은 $2,260.56 \pm 140.06 \mu\text{g/ml}$ 로 91% 이상의

회수율을 나타내었으며, 불쾌취가 분포되어 있는 12 번에서 15 번 분획을 제외하면 $1,771.47 \pm 62.56 \mu\text{g/ml}$ 로 전체 페놀 성분 중 71%를 회수할 수 있을 것으로 판단된다. 분획 중 페놀성분의 분포로 보았을 때, gastrodin과 4-HBA가 높은 농도로 분포되어 있는 5 번과 6 번 분획에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 이러한 결과를 보았을 때 분획 중 5 번과 6 번 분획에 존재하는 페놀성분의 상당부분이 gastrodin과 4-HBA 일 것으로 추정된다.

그러나 회수율이 71% 수준이기 때문에 회수되지 않은 29%로 인한 활성의 변화와 본 연구에서 정성, 정량하지 않은 페놀성분과 gastrodin 전구체 등 유사물질에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 천마의 주요 기능성분인 gastrodin의 전구체는 parishin류로 citric acid에 한 개에서

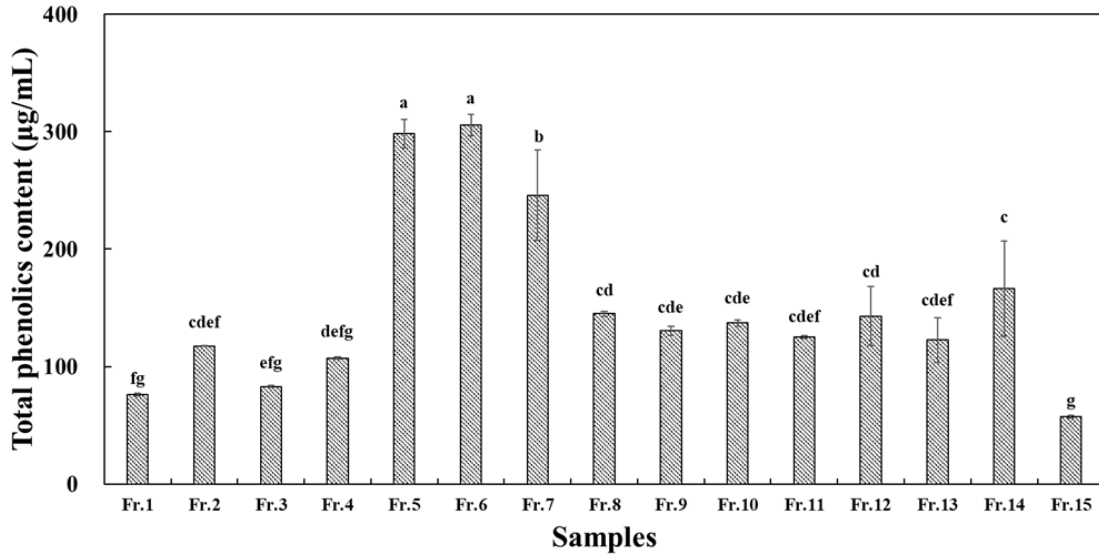


Fig. 5. Total phenolics content of fractions from *Gastrodia elata* extract. Total phenolics content of *Gastrodia elata* extract was $2,476.09 \pm 93.12 \mu\text{g}/\text{mL}$. Different letters on the bars means a significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

세 개의 gastrodin이 결합되어 있는 강한 극성 성분으로 알려져 있어 (Lin *et al.*, 1996), HP-20에 의한 탈취 시 앞쪽 친수성 분획에 포함될 것으로 추정된다.

4. 천마 분획물 중 주요 성분간의 상관성 분석

분획물 중 주요성분 분포간의 상관성을 확인한 결과는 Table 1과 같다. 분획물에 존재하는 기능성분과 불쾌취 성분 간의 분포는 gastrodin, 4-HBA 및 총 페놀 함량 간에는 양의 상관관계를 나타내어 분포가 유사하다는 것을 나타내었으며, 특히 4-HBA와 총 페놀 함량 간에는 0.889 ($p < 0.01$)의 높은 상관성을 보여 4-HBA의 함량이 총 페놀 함량 중 상당부분을 차지할 것으로 추정된다. 그에 반해 불쾌취 성분인 p -cresol은 gastrodin, 4-HBA 및 총 페놀 함량과 유의적인 상관성을 보이지 않았으며 음의 상관관계를 나타내어 기능성분과 분포가 다

른 것으로 판단되었다.

본 연구 결과, 천마의 이용 장애요인으로 작용하는 불쾌취를 제거하기 위하여 흡착제로서 HP-20과 주정을 사용하였을 때, gastrodin과 4-HBA와 같은 기능성분의 손실을 최소화하면서 p -cresol을 선택적으로 분리할 수 있었다. 이는 천마의 기능적인 품질을 유지하면서 불쾌취를 제거할 수 있음을 뜻하며, 본 연구에서 제안하는 탈취 방법은 천마의 가공과 산업적 활용에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 원예특작시험연구사업 (과제번호: PJ01381301)의 지원에 의해 수행된 연구과제로서 이에 감사드립니다.

Table 1. Correlation among gastrodin, 4-HBA, total phenolics, and p -cresol contents of fractions from *Gastrodia elata* extract.

Major compounds	Gastrodin	4-HBA	p -Cresol	Total phenolics
Gastrodin	1.000	0.366*	-0.206	0.351*
4-HBA ¹⁾	-	1.000	-0.231	0.889**
p -Cresol	-	-	1.000	-0.029
Total phenolics	-	-	-	1.000

¹⁾4-HBA; 4-hydroxybenzyl alcohol. These data were analyzed by Pearson's correlation coefficient using SPSS v23.0 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

REFERENCES

- Anasthas HM and Gaikar VG. (1999). Adsorptive separations of alkylphenols using ion-exchange resins. *Reactive and Functional Polymers*. 39:227-237.
- Chang YN and Ahn BY. (2011). Decrease in intrinsic objectionable odors and change of gastrodin contents in lactic acid treated *Gastrodia elate* Blume. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 12:5056-5062.
- Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Chung CK, Kang IJ and Lim SS. (2011a). Antioxidant activity of ripe fruit components of *Rubus coreanus*: Extraction using porous polymer resins. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 43:149-155.

- Choi SR, Jang I, Kim CS, You DH, Kim JY, Kim YG, Ahn YS, Kim JM, Kim YS and Seo KY.** (2011b). Changes of components and quality in *Gastrodiae rhizoma* by different dry methods. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:354-361.
- Chu HN, Kim JS, Kim KO and Jeong JK.** (2012). Effect of functional components. Antioxidant activity and sensory characteristics of *Gastrodiae rhizoma* by different drying condition. Korea Journal of Herbology. 27:139-145.
- Dewanto V, Wu X and Liu RH.** (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50:4959-4964.
- Gibbs HD.** (1927). Para-cresol. A new method of separating para-cresol from its isomers and a study of the boiling point. Journal of the American Chemical Society. 49:839-844.
- 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.
- Huang ZL.** (1985). Recent developments in pharmacological study and clinical application of *Gastrodia elata* in china. Chinese Journal of Modern Developments in Traditional Medicine. 5:251-254.
- Huh K, Kim JS, Kwon TK, Kim JA, Yong CC, Ha JH and Lee DU.** (1998). The mechanism of anticonvulsive effect of the rhizoma of *Gastrodia elata* in pentylenetetrazole treated rats. Yakhak Hoeji. 42:330-335.
- Jung SH, Park KU, Kim JY, Park CK, Choi KS and Seo KI.** (2009). Biological activities of crude polysaccharides and crude saponins from *Salicornia herbacea*. Korean Journal of Food Preservation. 16:109-114.
- Kang TS, Kong YJ, Kwon HJ, Choi BK, Hong JG and Park YK.** (2002). A studies on the chemical composition and *in vitro* biological activities of a hot water extracts of *Gastrodia elata*. Korean Journal of Mycology. 30:136-141.
- Kim HT and Park EJ.** (2013). Change of major functional components of *Gastrodia elata* blume with cultivation conditions and harvest times. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:282-288.
- Kim HT, Kim JA and Park EJ.** (2012). Genetic diversity and metabolite analysis of *Gastrodia elata* by inter-simple sequence repeats(ISSR) markers. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:440-446.
- Kwak YS, Kyung JS, Kim SK and Wee JJ.** (2001). An isolation of crude saponin from red-ginseng efflux by Diaion HP-20 resin adsorption method. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 30:1-5.
- Lee BY, Yang YM and Han CK.** (2002). Analysis of aroma pattern of *Gastrodiae rhizoma* by the drying conditions. Korean Journal of Food Science and Technology. 34:13-17.
- 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 and Biotechnology. 46:107-112.
- Lee JW and Kim YK.** (1997). Volatile flavor constituents in the rhizoma of *Gastrodia elata*. Agricultural Chemistry and Biotechnology. 40:455-458.
- Lee YM.** (1990). In oriental medicine dictionary. Sammundang. Seoul, Korea. p.814.
- Lin JH, Liu YC, Hau JP and Wen KC.** (1996). Parishins B and C from rhizomes of *Gastrodia elata*. Phytochemistry. 42:549-551.
- Sin KG.** (1980). In sinssi herbology. Sumunsa. Seoul, Korea. p.288-290.
- Song YE, Lee IS, Song EJ, Choi MK, Han HA, Shin SH, Choi SR, Lee KK, Kim MK and Park SY.** (2017). Changes of off-odor constituent and parishin derivatives of fermentation of *Gastrodia elata* rhizome by lactic acid bacteria strains. Korean Journal of Food and Nutrition. 30:973-982.
- Yang XD, Zhu J, Yang R, Liu JP, Li L and Zhang HB.** (2007). Phenolic constituents the rhizomes of *Gastrodia elata*. Natural Product Research. 21:180-186.
- Yun-Choi HS, Pyo MK and Park KM.** (1998). Isolation of 3-O-(4'-hydroxybenzyl)- β -sitosterol and 4-[4'-(4"-hydroxybenzyloxy) benzyloxy] benzyl methyl ether from fresh tubers of *Gastrodia elata*. Archives of Pharmacal Research. 21:357-360.
- Zhou J, Yang YB and Yang CR.** (1979). Chemical study on gastrodin and related compounds, separation and identification of chemical constitutes of *Gastrodia elata* B1. Acta Chimica Sinica. 37:183-189.