

원저

生地黄 증류 추출 약침액과 초임계 유체 추출물의 성분 研究

허종원 · 육태한

우석대학교 한의과대학 침구학교실

Abstract

The Study on the Composition of *Rehmanniae Radix* Extracts by Supercritical Carbon Dioxide Extraction and by Hydrodistillation Extraction

Heo Jong-won and Yook Tae-han

Department of Acupuncture & Moxibustion, College Oriental Medicine, Woosuk University

Objectives : The purpose of this study was to investigate the composition of *Rehmannia glutinosa*'s essential oils with *Rehmanniae Radix* herbal acupuncture

Methods : I obtained the essential oils of *Rehmanniae Radix* by hydrodistillation extraction method and supercritical fluid extraction(SFE) method, and then I analyzed those by GC/MS(gas chromatography/mass spectrum).

Results : 1. With GC(gas chromatography) and GC/MS(gas chromatography/mass spectrum) analysis. I identified 9 compounds in the *Rehmanniae Radix*'s essential oil obtained through the SFE method. The main compounds were as follows :

Hexachloroethane(2.24%), N-Butyl-benzenesulfonamide(2.05%), hexadecanoic acid(1.93%), hexadecanoic acid, ethyl ester(3.49%), 9,12-Octadecadienoic acid(z,z)(2.70%), (9E)-9-Octadecenoic acid(6.14%), ethyl linoleate(4.43%), ethyl oleate(5.80%).

2. I failed to get *Rehmanniae Radix*'s essential oil obtained through the hydrodistillation method.

3. With GC(gas chromatography) and GC/MS(gas chromatography/mass spectrum) analysis. I identified 4 compounds in the *Rehmanniae Radix*'s essential oil obtained through the hydrodistillation method. The main compounds were as follows :

Ethylbis(trimethylsilyl)amine(1.04%), 2-(Trimethylsiloxy)benzoic methyl ester(2.65%), Hexadecanoic acid trimethylsilyl ester(12.61%), octadecanoic acid, trimethylsilyl ester(6.28%).

Conclusions : The substances by hydrodistillation method may not perfectly match with the substances

* 본 연구는 2011년도 우석대학교 학술연구 지원금에 의하여 수행되었음

· 접수 : 2011. 3. 7. · 수정 : 2011. 3. 14. · 채택 : 2011. 3. 15.

· 교신저자 : 육태한, 전북 완주군 삼례읍 후정리 490 우석대학교 한의과대학 침구학교실

Tel. 063-540-5122 E-mail : nasiss@naver.com

by supercritical fluid extraction(SFE) method in essential oils extracted form *Rehmanniae Radix*. But, the main substances was assumed Hexadecanoic acid and octadecanoic acid.

Key words : supercritical fluid extraction, *Rehmannia glutinosa*(地黃), *Rehmanniae Radix*, herbal acupuncture, hydrodistillation, GC/MS(gas chromatography/mass spectrum)

I. 서론

藥鍼療法은 新鍼療法의 일종으로, 침구요법의 經絡論과 한약요법의 氣味論 모두를 근간으로 하는 한방 치료법이다. 약침요법에 사용되는 약침액의 추출 방식은 알코올 수침법과 증류 추출법·압착 추출법·희석법 등이 있다. 알코올 수침법은 응담·우황·녹용 등의 약침액을 제조할 때 사용되며, 수증기 증류 추출법은 팔강약침액과 산삼약침액을 제조할 때, 압착 추출법은 윤제 추출에 사용되며, 희석법은 봉약침이나 sweet BV·사향 등의 약침액을 제조하는 데 사용된다¹⁾.

생지황 약침은 님²⁾이 생지황을 끓여서 여과하여 고혈압, 호흡기 질환, 신장질환 등에 사용했던 약침으로 부작용과 위생상태 등의 문제점이 있어 사용되지 않다가, 최근 육³⁾ 등의 생지황을 증류 추출하여 자율신경계에 미치는 영향에 대한 논문을 통해 재조명 되고 있다.

하지만 생지황 약침을 만들 때 사용된 증류 추출법은 물질을 수조 속에 넣어 직접 비등시켜서 증류시킨 것으로 이는 높은 온도로 인한 성분의 변성 및 파괴가 있을 수 있고⁴⁾ 이로 인해 기존 약성의 변화가 있을 수 있다.

초임계 유체 추출법은 어떤 물질의 임계점(critical point) 이상의 온도와 압력 조건에서 존재하는 유체를 사용하여 추출대상 물질의 구조 속으로 침투하여 원하는 성분을 효율적으로 추출해 낼 수 있는 방법^{5,6)}으로, 전통적인 추출방법인 증류 추출법과 최신 방법인 초임계 유체 추출법을 이용하여 추출성분을 비교하는 것은 성분의 煎湯 전후의 성분변화를 알아보는 데 있어서 중요한 의의가 있다고 볼 수 있다^{7,8)}.

이에 저자는 淸熱涼血, 祛瘀, 生津止渴하는 효능^{9,10)}이 있는 생지황을 증류 추출법으로 만든 藥鍼液과 초임계 유체 추출법으로 추출한 물질을 gas chromatography (GC)/mass spectroscopy(MS)를 이용 분석하여 그 구성성분을 비교하는 研究를 진행하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 生地黃(*Rehmanniae Radix*)은 慶尙北道에서 재배된 약재로 옴니허브에서 구입하여 엄선한 것을 사용하였으며, 약제에 대한 동정은 우석대학교 한의과대학 본초학교실에서 실시하였다.

2. 초임계 유체 추출(supercritical fluid extraction)

1) 시약

초임계 유체 추출 용매는 99.9%의 순도를 가진 이산화탄소(carbon dioxide)를 사용하였다.

2) 방법

초임계 유체 추출장치는 JBCB-NX001b(NATEX 2008, Austria)을 이용하여 분말 시료 500g을 추출용기에 넣고 추출하였다. 이때 추출압력과 온도는 extractor에서 250 bar, 45°C로 separator 1에서 50 bar, 40°C로 설정하였다.

3) 전처리

약재는 동결 건조 처리 후 사용하였다. 동결건조는

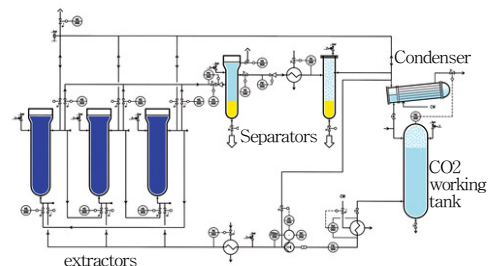


Fig. 1. Scheme of a supercritical fluid extraction plant

-30~-40℃에서 약재를 동결한 후 진공 속에서 얼음을 승화(sublimation)시켜 수분을 제거하므로, 색·맛·조직·형태 등의 변화가 적으며 보존이 용이하기 때문에 이 방법을 시행하였다(Fig. 1).

3. 증류 추출(hydrodistillation extraction)

1) 약재처리

생지황을 원적외선으로 건조하여 압출성형기법으로 초미세(평균 직경 10 μ m 전후) 분말을 만든다(수율 25%).

2) 제법

전처리한 생지황 100g을 반응조 하부에 넣고 3차 증류수 1.5 ℓ 를 부어서 impellar, 반응조 하부, 반응조 상부, 냉각관(직류, 환류), 분액여두를 설치하고 약 60분 동안 약재를 불린 후 105℃로 120분간 전탕하여 찌꺼기를 따로 분리한다. 전탕액을 무균실에 있는 증류추출기에 넣고 107℃로 3시간 추출한 다음 PYREX 병에 받는다. 받은 약침액은 무기염류를 침강시키기 위해서 하루 동안 냉장 보관한다. 무기염류를 침강시킨 약침액은 무균실에서 무기염류를 제외한 상층액을 분리하여 염도 0.98%, pH 7.25~7.35까지 맞춘 후 0.45 μ m, 0.2 μ m, 0.1 μ m 필터로 3차 여과하여 생지황약침 1,000ml를 얻은 다음에, 멸균된 20ml vial병에 여과된 약침액을 각각 auto dispenser로 소분하여 멸균된 실리콘 마개와 알루미늄 캡으로 capping하여 120℃로 30분간 고압 멸균하여 사용하였다³⁾.

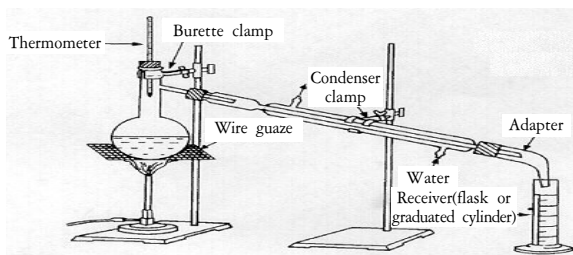


Fig. 2. Hydrodistillation extraction plant

4. GC/MS 분석

1) GC/MS 분석조건

시료의 성분을 분석하기 위하여 shimadzu GC/MS (QP2010, JAPAN)을 사용하였으며 분석조건은 아래의 Table 1과 같다.

Table 1. The GC/MS Operating Conditions

	Items	Conditions
Gs-2010	Column	DB-5MS, 30m × 0.25mm × 0.25 μ m
	Carrier gas	Helium
	Injector temp.	280℃
	Oven temp.	70℃ 3min hold, 10℃/min to 300℃, 300℃ 5min hold
	Column flow	1 ml/min
	Injection volume	1 ul
	Split ratio	1/30
MS(QP2010)	Ion source	EI
	Ion source temp.	200℃
	Interface temp.	250℃
	Scan range	50~600m/z

2) 시료조건

초임계 유체 추출법으로 추출한 生地黄精油는 CHCl₃로 10배 희석하여 주입하였으며, 증류 추출 방법으로 제조한 藥鍼液은 원액을 그대로 주입하였다. 또한 증류 추출 방법으로 제조한 藥鍼液은 동결건조하여 CHCl₃로 10배 희석하여 재분석하였다.

3) 분석조건

精油성분의 분석은 정성된 peak을 확인 후 그 RT (retention time)와 기준에 보고된 기준에 보고된 mass spectra를 비교하였으며 또한, NIST 27, 147과 Wiley 7 library를 기준으로 프로그램 검색을 시행하였다.

III. 결 과

1. 초임계 유체 추출법

초임계법으로 추출한 生地黄精油의 성분은 hexa-chloroethane(2.24%), benzenesulfonamide, N-butyl-(2.05%), hexadecanoic acid(1.93%), hexadecanoic acid, ethyl ester(3.49%), 9,12-octadecadienoic acid (z,z)(2.70%), 9-octadecenoic acid, (E)(6.14%), ethyl linoleate(4.43%), Ethyl Oleate(5.80%) 등의 9종으로 나타났다(Table 2, Fig. 3).

Table 2. *Rehmanniae Radix's* Extracts Obtained by SFE(Supercritical Fluid Extraction)

RT	Compound
7.63	Hexachloroethane
17.22	Benzenesulfonamide, N-butyl-
18.90	Hexadecanoic acid
19.24	Hexadecanoic acid, ethyl ester
20.55	9,12-octadecadienoic acid(Z,Z)-
20.60	9-octadecenoic acid, (E)
20.82	Linoleic acid ethyl ester
20.88	Ethyl oleate
21.07	(1,4-diaza- 1,3-diene)dicarbonyliron Complexes

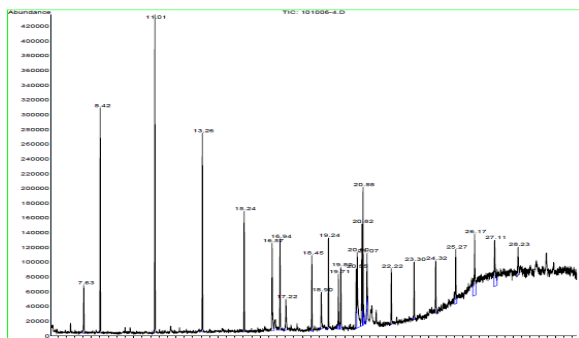


Fig. 3. GC/MS(gas chromatography/mass spectroscopy) chromatogram of essential oil from *Rehmanniae Radix's* extracts with SFE(supercritical fluid extraction)

2. 증류 추출법(hydrodistillation extraction)

1) 증류 추출 약침액

증류 추출법으로 만들어진 生地黃 藥鍼液으로 GC/

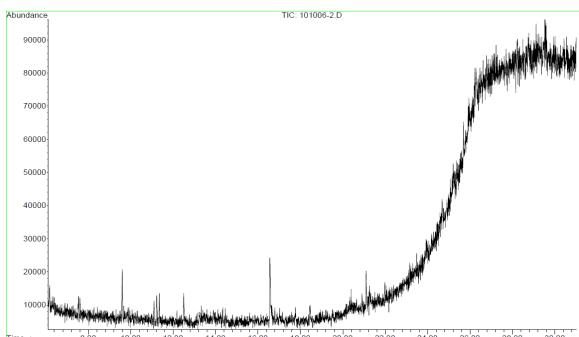


Fig. 4. GC/MS(gas chromatography/mass spectroscopy) chromatogram of essential oil from *Rehmanniae Radix's* extracts with the hydrodistillation without freeze drying

MS 분석을 시행하였을 때에는 library상 성분이 검출되지 않았다(Fig. 4).

2) 증류 추출 후 동결건조

증류 추출법으로 만들어진 生地黃 藥鍼液을 동결건조를 시행한 후 GC/MS 분석을 시행하였을 때에는 4종의 성분을 확인하였다.

증류 추출법 후 동결건조를 한 藥鍼液의 성분은 ethylbis(trimethylsilyl) amine(1.04%), 2-(Trimethylsiloxy) benzoic acid, methyl ester(2.65%), hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester(12.61%), octadecanoic acid, trimethylsilyl ester(6.28%) 등의 4종으로 나타났다 (Table 3, Fig. 5).

Table 3. *Rehmanniae Radix's* Extracts Obtained by Hydrodistillation with Freeze Drying

RT	Compound
5.22	Ethylbis(trimethylsilyl) amine
12.48	2-(trimethylsiloxy)benzoic acid, methyl ester
19.73	Hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester
21.53	Octadecanoic acid, trimethylsilyl ester

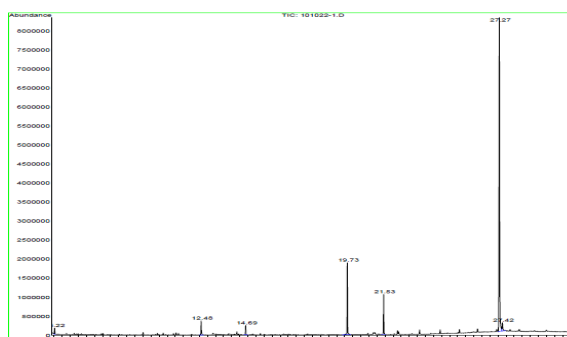


Fig. 5. GC/MS(gas chromatography/mass spectroscopy) chromatogram of essential oil from *Rehmanniae Radix's* extracts with the hydrodistillation with freeze drying

IV. 고찰

生地黃은 玄蔘科(현삼과 : Scrophulariaceae)에 속한 多年生 草木인 지황 *Rehmannia glutinosa*과 懷慶地黃 *R. glutinosa* LIBOSCH. f. *hueichingensis*의 신선한 뿌리이다¹¹⁾. 그 性은 寒하고 味는 甘苦하며, 歸

經은 心·肝·腎하여 淸熱生津, 涼血止血하여 熱病傷陰, 舌絳煩渴, 發斑發疹, 吐血, 衄血, 咽喉腫痛을 치료하는 약으로 쓰였으며^{9,10}, 동물 실험에서 고혈압¹², 혈당강하¹³ 및 간 조직 재생¹⁴에 유효하다고 보고되고 있다. 또한 생지황약침은 임상 실험에서 자율신경계의 조절을 통해 인체의 불균형을 회복시킨다는 효능³이 밝혀져 차후 많은 질환에 응용될 수 있을 것으로 사료된다.

藥鍼液은 그 성분과 한의학적인 효능에 의거해서 사용되고 있는데, 예를 들면 웅담은 주 성분이 tauroursodeoxycholic acid이기 때문에 간질환에 사용되며, 한의학적인 효과는 淸熱, 平肝작용과 기운의 소통을 원활히 하는 작용을 하여 화병, 갱년기 증후군 등을 치료하는 데 사용된다. 오공은 주 성분이 alanine 과 glycine, glutamic acid 성분으로 항경련, 진통, 염증 억제 등의 작용을 하며, 한의학적으로 祛風, 鎮痙, 解毒 작용이 있으므로 急性 驚風, 破傷風에 사용된다¹. 하지만 단순히 이에 그치지 않고 bee venom의 진립선암에 성장 억제¹⁵나, 웅담약침액은 다종의 각막염 유발균에 미치는 항균력에 대한 연구¹⁶, 오공약침액의 생리활성¹⁷ 및 소염약침의 대장염 유발 흰쥐의 c-Fos 단백 발현에 어떤 영향을 미치는지¹⁸ 등에 관한 여러 가지 약침의 효과를 규명하기 위한 노력을 하고 있다.

약침성분 연구들로는 HPLC를 사용하여 꿀벌에서 추출한 봉독을 가지고 조제한 봉약침의 melittin의 정성 및 정량분석은 활발히 진행^{19,20}되고 있으나, 생지황을 물을 사용하여 100℃ 부근에서 가열하여 증류된 수증기를 응축하는 방식의 증류 추출법으로 제조된 물질과 초임계 유체 추출법을 통한 성분의 비교 연구는 아직까지 없는 실정이다.

약침액은 알코올 수침법과 증류 추출법·압착 추출법·회석법 등으로 만드는데, 증류 추출법은 그 제조 방법의 용이성으로 다용된다. 하지만 고온에서 가열하는 과정 중에 본래의 성분과는 다른 성분이 나타날 수도 있다. 이에 비해 초임계 유체기술은 증류 추출에 비하여 더 낮은 온도에서의 추출 및 효율적인 추출이 가능하여 천연물의 추출, 정제에 활용되고 있는데, 주로 精油(essential oil) 성분을 추출하는 데 응용되고 있다^{21,22}.

초임계 유체는 어떤 물질의 임계점(critical point) 이상의 온도와 압력 조건에서 존재하는 유체로서 액체와 기체의 중간 특성을 보이며, 추출공정에 매우 적합한 열역학적 특성(높은 용해도, 선택성, 압축성, 감

압에 따른 자발적 분리성)과 이동 특성(낮은 표면장력과 점도, 높은 확산계수)이 있어서 추출대상 물질의 복잡한 구조 속으로 침투하여 원하는 성분을 효율적으로 추출해 낼 수 있으며, 이를 이용한 초임계 유체 추출법은 용매의 회수가 비교적 간단한 조작으로 가능하고 초임계 유체의 높은 선택도와 용해효과를 화학제품의 원료 및 중간재 생산이나 잔류물에서의 고가성분 회수 등에 이용할 수 있으며, 모든 처리과정을 한 공정 안에서 수행할 수 있으므로 시간 및 에너지를 절약하게 되어 높은 경제성이 있으므로, 식품 및 향장품 산업에 주로 이용되었으며 최근에는 고분자 합성 및 분획, 특수염색 등에 이용되는 등 그 응용범위가 확장되는 추세이다^{4,6,8}.

生地黄의 초임계 추출 시 사용된 유체는 임계점 이상온에 가깝고, 무독성·불연성이면서 가격이 매우 저렴한 이산화탄소($T_c=31^\circ\text{C}$, $P_c=73\text{atm}$)를 사용하였는데, 환경친화성 또는 에너지 절약형 공정개발이 가능하고, 특히 잔존용매가 전혀 남지 않기 때문에 천연물에서 유효성분을 추출하는 데 유리하다^{4,23}.

초임계 유체 추출법(SFE)으로 추출한 生地黄의 精油성분을 GC/MS(gas chromatography/mass spectrum) 분석법을 통해 확인한 바 9종이 검출되었고, 성분은 hexachloroethane(2.24%), benzenesulfonamide, N-butyl-(2.05%), hexadecanoic acid(1.93%), hexadecanoic acid, ethyl ester(3.49%), 9,12-octadecadienoic acid (z,z)(2.70%), 9-octadecenoic acid, (E)(6.14%), ethyl linoleate(4.43%), ethyl oleate(5.80%) 등이었다.

증류 추출법으로 추출한 生地黄 藥鍼液도 GC/MS를 통해서 분석하였으나 그대로 시행하였을 때에는 성분이 검출되지 않았으며, 동결건조 후 시행하였을 때에는 4종의 성분을 분석하였으며, 성분은 ethylbis(trimethylsilyl) amine(1.04%), 2-(trimethylsiloxy) benzoic acid, methyl ester(2.65%), hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester(12.61%), octadecanoic acid, trimethylsilyl ester(6.28%) 등으로 나타났다.

生地黄의 성분은 glycosides가 주성분이며, catalpol, aucubin, leonuride, rehmannioside A, rehmannioside B, rehmannioside C, rehmannioside D, melittoside, geniposide, 6-O-E-feruloyl ajugol 등²⁴으로 알려져 있으며, 그중 활발히 연구되고 있는 물질인 catalpol은 신경보호효과²⁵ 및 뇌에서의 혈관 재생²⁶에 도움을 주는 효능이 있다는 연구가 있으며, aucubin은 간독성에 방어/보호 작용²⁷ 및 빛에 대한 피부 보호 효능²⁸이 있다고 밝혀지고 있다.

본 실험에서는 위의 성분과 동일한 성분은 검출되지 않았으나, 이는 추출 방식과 성분 분석 방법의 차이로 生地黃을 초임계 유체 추출법과 증류 추출법을 통해 얻는 과정에 구조적 변화가 있거나, 성분 분석 방법의 차이에 의한 것으로 생각된다.

또한 生地黃의 초임계 유체 추출법과 生地黃의 증류 추출법을 통해 얻은 물질에서 완전히 일치되는 물질은 발견할 수 없었으며, 이는 증류 추출법이 물질을 수조 속에 넣어 높은 온도로 얻어내는 방법이기 때문에 성분의 변성이 일어날 수 있으므로 초임계 유체 추출법으로 얻은 물질과 완전히 일치하지 않았을 것으로 생각된다. 하지만 두 가지 추출법에서 골격이 되는 구조가 hexadecanoic acid, octadecanoic acid로 비슷하게 나와 이것이 生地黃 藥鍼液의 주요 물질이라 생각되며, 이는 신⁸⁾의 논문에서도 일치하는 결과이다.

아직까지 生地黃 藥鍼液에 대한 정확한 자료가 충분치 않은바, 추후 生地黃의 성분 추출을 위한 증류법의 최적 조건과 성분에 대한 연구가 필요하며, hexadecanoic acid와 octadecanoic acid이 주요 물질이라는 연구도 추가적으로 이루어져야 한다. 또한 생지황 약침에만 국한하지 말고, 다른 약침 부분에서도 각각의 약효 성분을 찾을 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이며, 더 나아가 임상활동에 대한 정확한 지침도 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

초임계 유체 추출법을 통해 추출된 生地黃의 精油 성분과 藥鍼液의 성분에 대한 GC/MS 분석 및 비교에 대해 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초임계 유체 추출법으로 추출한 生地黃의 精油의 성분 분석 결과 9종이 검출되었는데, 성분은 hexachloroethane(2.24%), benzenesulfonamide, N-butyl-(2.05%), hexadecanoic acid(1.93%), hexadecanoic acid, ethyl ester(3.49%), 9,12-octadecadienoic acid(z,z)(2.70%), 9-octadecenoic acid, (E)(6.14%), ethyl linoleate(4.43%), ethyl oleate(5.80%) 등이었다.
2. 증류 추출법으로 추출한 生地黃 藥鍼液의 성분 분석 결과, 유효성분은 검출되지 않았다.
3. 증류 추출법으로 추출한 生地黃 藥鍼液을 동결

건조 후 성분 분석 결과 4종의 성분이 검출되었는데, 성분은 ethylbis(trimethylsilyl)amine(1.04%), 2-(trimethylsiloxy)benzoic methyl ester(2.65%), hexadecanoic acid, trimethylsilyl ester(12.61%), octadecanoic acid, trimethylsilyl ester(6.28%) 등이었다.

생지황 증류 추출 약침액과 초임계 추출물의 성분이 완전 일치하지는 않지만 주된 구조가 hexadecanoic acid, octadecanoic acid로 추측되며, 향후 생지황 증류 추출에 대한 성분 및 이번 성분의 효능에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

VI. 참고문헌

1. 대한약침학회 학술위원회. 약침학. 서울 : 엘스비아코리아. 2008 ; 3, 9-30, 208-10.
2. 남상천. 면역의학. 포항 : 경락의학사. 1997 : 159-64.
3. 신진철, 김락형, 송범용, 육태한. 생지황 약침이 정상인의 심박변이도(HRV)에 미치는 영향. 대한약침학회지. 2008 ; 11(1) : 83-97.
4. 정승현, 장규섭, 고경희. 강황으로부터 초임계 유체 추출한 curcumin의 생리활성. 한국식품과학회지. 2004 ; 36(2) : 317-20.
5. Palmer MV, Ting SST. Applications for supercritical fluid technology in food processing. Food Chemistry. 1995 ; 52(4) : 345-52.
6. 김인덕, 권륜희, 허예영, 정혜진, 강환열, 하배진. 한방원료의 초임계 추출을 이용한 항노화 및 주름개선 효과. 한국생물공학회지. 2008 ; 23(6) : 529-34.
7. 박창호. 한약재 가공실험 및 이론. 서울 : 청문각. 2004 : 83, 90-5.
8. 신민섭, 육태한. 초임계 유체 추출법을 이용한 龍膽瀉肝湯 藥鍼液의 精油성분에 대한 研究. 대한약침학회지. 2008 ; 11(1) : 177-87.
9. 주영승. 운곡본초학(상). 서울 : 서림재. 2004 : 180-6.
10. 신길구. 신씨본초학. 서울 : 수문사. 1981 : 92-3.
11. 주영승. 전복의 자생약초. 전주 : 창원. 2004 : 72-3.

12. 박정배, 김경식. 지황수침이 실험적 신성 고혈압 백서의 신장기능에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1994 ; 11(1) : 225-35.
13. 김정상. 생지황(Rhemanniae Radix)이 streptozotocin으로 유발된 고혈당 생쥐에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 2004 ; 33(7) : 1133-8.
14. 김윤상, 손영중, 이영중, 금윤상. 地黄이 CCl4로 損傷된 쥐의 肝회복에 미치는 效果. 대한본초학회지. 2000 ; 15(1) : 45-51.
15. 양창열, 송호섭. Bee venom의 세포자멸사를 통한 전립선 암세포의 성장 및 LNCaP의 이종이식에 미치는 영향. 대한약침학회지. 2010 ; 13(1) : 15-35.
16. 윤성식, 서형식. 웅담약침액이 다종의 각막염 유발균에 미치는 항균력에 대한 실험. 대한약침학회지. 2010 ; 13(1) : 45-52.
17. 김성철, 서근영, 이성원, 박성주, 김재효, 안성훈, 황성연. 水醇추출법으로 조제된 오공 약침액의 생리활성 효과. 대한약침학회지. 2010 ; 13(1) : 5-13.
18. 송정방, 손인철, 안성훈, 김재효. 消炎 藥鍼이 대장염 유발 흰쥐의 c-Fos 단백질 발현에 미치는 효과. 대한약침학회지. 2010 ; 13(3) : 47-62.
19. 장성봉, 차배선, 권기록. 봉독침의 봉독함량 분석. 대한약침학회지. 2005 ; 8(2) : 53-8.
20. 장성봉, 권기록. 봉독침의 봉독함량과 LD50및 조직학적 소견 관찰. 대한약침학회지. 2006 ; 9(1) : 155-65.
21. 문형철, 박진홍, 김대호, 유재은, 김정화, 김창호, 김종대, 박영식, 이학주, 이현용. 노간주나무와 유향나무의 초임계 공법으로 추출한 정유의 면역 활성 비교. 한국약용작물학회지. 2004 ; 12(3) : 243-8.
22. 이승진, 전병수. 초임계 이산화탄소를 이용한 유자과피로부터 휘발성 정유성분의 추출. 한국생물공학회지. 2002 ; 17(2) : 148-52.
23. 이현수, 문형철, 박진홍, 김대호, 유재은, 박영식, 류이하, 최근표, 이현용. 초임계 추출 공법을 이용해 회향, 유향 및 노간주나무로부터 분리한 정유 성분의 생리활성 비교. 한국약용작물학회지. 2003 ; 11(2) : 115-21.
24. 전국한의학대학 공동교재편찬위. 본초학. 서울 : 영림사. 2004 : 233-5.
25. Tian YY, Jiang B, An LJ, Bao YM. Neuroprotective effect of catalpol against MPP⁺-induced oxidative stress in mesencephalic neurons. European Journal of Pharmacology. 2007 ; 568 : 142-8.
26. Zhu HF, Wan D, Luo Y, Zhou JL, Chen L, Xu XY. Catalpol Increases Brain Angiogenesis and Up-Regulates VEGF and EPO in the Rat after Permanent Middle Cerebral Artery Occlusion. International Journal of Biological Sciences. 2010 ; 6(5) : 443-53.
27. 장일무, 윤혜숙, 양규환. Aucubin의 약리 및 독성. 약학회지. 1984 ; 28(1) : 35-48.
28. Ho JN, Cho HY, Lim EJ, Kim HK. Effects of Aucubin Isolated from *Eucommia ulmoides* on UVB-induced Oxidative Stress in Human Keratinocytes HaCaT. Food Science and Biotechnology. 2009 ; 18(2) : 475-80.