

후박의 품질평가

배기환[#] · 김영호 · 원도희* · 이준성 · 강종성
충남대학교 약학대학, *식품의약품안전본부
(Received April 24, 1997)

Quality Evaluation on Magnoliae Cortex

Ki Hwan Bae[#], Young Ho Kim, Do Hee Won*,
Jun Sung Lee and Jong Seong Kang
College of pharmacy, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea
*Korea Food and Drug Administration, Seoul 122-701, Korea

Abstract—Magnolol and honokiol, the main components of Magnoliae Cortex, were isolated and used as the standard substances for the analysis. In order to determine the contents of magnolol and honokiol in Magnoliae Cortex originated from Korea, China and Japan, both HPLC and HPTLC methods are applied and compared with each other. The components were separated on C8 column with acetonitrile-water-acetic acid (50:50:1) in HPLC and detected at UV 294 nm. The components separated on HPTLC precoated silica gel plate with chloroform-methanol (9:1) were detected directly on the plate at 254 nm. The contents of magnolol and honokiol in Magnoliae Cortex were in the wide range of 0.01~2.8% and 0.005~0.8%, respectively, according to their purchase places. It is also applicable to the quality control of various preparation from Magnoliae Cortex.

Keywords □ Magnoliae Cortex, magnolol, honokiol, *Magnolia officinalis*, *M. biloba*, *M. obovata*.

후박(厚朴, Magnoliae Cortex)은 溫中, 下氣, 燥濕, 消痰의 효능이 있고 胸腹痺滿脹痛, 反胃, 구토, 宿食不消, 痰飲喘咳, 寒濕瀉痢를 치료하는 생약이다.¹⁾ 대한약전²⁾에는 목련과(Magnoliaceae)의 *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils. 및 *M. biloba* Rehd. et Wils.의 줄기껍질과 뿌리껍질로 규정하고 있고, 일본약국방³⁾에는 *M. obovata* Thunb.(일본목련), *M. officinalis* 및 *M. officinalis* var. *biloba*의 줄기껍질로 규정하고 있으며, 중약대사전¹⁾에는 *M. officinalis* 및 *M. biloba* Rehd. et Wils.의 줄기껍질과 뿌리껍질로 규정하고 있다. 한편 국내에서는 韓厚朴 또는 土厚朴이라 하여 녹나무과(Lauraceae)의 *Machilus thunbergii* S. et Z.의 줄기껍질을 이용하고 있다. 이와 같이 후박류 생약의 기원이 다르므로 약효의 발현도 다를 것은 분명하기 때문에, 화학적으로 간편한 품질

평가법을 마련하고자 본 연구에 착수하였다.

후박의 주성분으로는 페놀성 화합물인 마그놀롤⁴⁾, 호노키올⁴⁾, piperitylmagnolol⁵⁾ 등이 보고되어 있다. 마그놀롤은 항염증, 항균작용이 있는데⁶⁾, 특히 충치균에 대한 항균작용이 강하며⁷⁻⁸⁾ 후박의 품질평가의 지표물질이기도 하다. 대한약전²⁾에는 마그놀롤에 대한 함량이 규정되어 있지 않으나 일본약국방³⁾에서는 0.8% 이상으로 명시하고 있다. 국내에는 후박 또는 당후박이라 불리는 것이 중국으로부터 많이 수입되고 있으며, 대부분의 것들이 절단되어 있으므로 외형만으로는 진위여부를 알기 힘들고 또 마그놀롤의 함량이 어느정도인지 알 수 없다. 후박 중의 마그놀롤 및 호노키올의 함량은 거의 대부분이 HPLC에 의해 분석되었고⁹⁻¹²⁾ LC-MS에 의해 대사체가 분석된 경우도 있다.¹³⁾

최근들어 생약의 품질관리에 관심이 높아지고 있는 점과 관련하여 본 연구에서는 후박으로부터 페놀계 성분인 마그놀롤과 호노키올을 분리하고 이를 표준물질

[#] 본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 042-821-5925 (팩스) 042-823-6566

로하여 HPLC와 HPTLC에 의한 후박의 분석법을 확립하였다. 이 방법에 의해 한국, 중국 및 일본에서 생산되는 후박에 함유된 이들 성분의 함량을 비교함으로써, 약용으로 사용되고 있는 후박 및 각종 제제에 함유된 후박의 품질평가의 가능성에 대하여 검토하였다.

실험방법

시료, 시약 및 기기 - 한약 도매상이나 한의원, 또는 한약방에서 유통되고 있는 후박은 모두 절단된 것으로서 반관상(半管狀)의 모양을 하며 두께는 2~5 mm이다. 후박 시료는, 중국산 9종(A-I, 1996년 8-12월, 서울, 대전, 금산, 부산, 온양등지에서 구입), 일본산 1종(J, 1996년 7월, 일본오사카, 토치모토) 및 국산 1종(K, 1996년 8월, 서울경동시장) 등 11종을 구입하여 사용하였다. HPTLC Kieselgel 60 F₂₅₄ (E. Merck), 에틸에테르, 메탄올, 클로로포름 등의 시약은 특급을 사용하였다. 마그놀롤과 호노키올의 표준품은 후박으로부터 이들 성분을 분리하여 TLC 및 HPLC로 순도를 확인한 후 화학구조를 규명하여 사용하였다. 기기로는 TLC Scanner 3 (CAMAG), Linomat IV (CAMAG), TLC plate Heater III (CAMAG), Twin Trough Chamber (CAMAG) 등을 사용하였고, HPLC는 Shimadzu사(LC-10AD pump, CTO-10A column oven, SPD-10AV UV-detector) 제품을 사용하였고, column은 MetaChem사의 Inertsil 5 μ C8(150×4.6 mm)을 사용하였다. HPLC용 용매는 Merck사의 LiChrosolv용매를 사용하였으며, 기타 시약 및 용매류는 국내외의 일급 또는 특급을 사용하였고 공업용인 경우에는 증류하여 사용하였다.

표준품의 분리 및 구조확인 - 화후박(*Magnolia obovata*의 수피) 5 kg을 메탄올 10리터로 실온에서 24시간 냉침하여 추출후, 추출액을 여과하고 여액을 감압하에서 농축하여 암갈색의 메탄올 엑스(600 g)를 얻었다. 메탄올 엑스는 벤젠과 물로 용매분획하여 벤젠 분획물 200 g을 얻었다. 벤젠 분획물을 실리카겔(1 kg) 컬럼에 걸어 벤젠-에틸아세테이트(1:0.5:1)로 용출하여 세 개의 분획으로 나누었다. 세 번째 분획을 실리카겔(300 g) 컬럼에 걸어 벤젠-에틸아세테이트(20:1)로 용출하여 마그놀롤과 호노키올이 많이 함유된 분획물을 각각 얻고, 각 분획을 다시 실리카겔(150 g) 컬럼에 걸어 벤젠-에틸아세테이트(20:1)로 정제하여 조결정을 얻었다.

다. 각각의 조결정을 에틸아세테이트로 재결정하여 순수한 마그놀롤 및 호노키올을 얻었다. 이 물질들의 mp와 UV, IR, NMR, mass 스펙트럼 등을 통하여 각각의 구조를 규명하였고, TLC를 이용하여 99% 이상의 순도를 갖는 것을 확인하였다.

후박검액 조제 - 절단된 후박을 분쇄기에서 조말로 한 후 약 500 mg을 정밀하게 달아 에틸에테르 30 ml를 가하여 환류냉각기가 부착된 수욕상에서 30분간 가열하고 식힌 다음 여과하였다. 잔사를 에틸에테르 20 ml로 세척하여 여액과 합하고 감압농축하여 에틸에테르 농축물을 얻은 후 이것을 메탄올 10 ml에 녹였다. 다만 예비실험에서 마그놀롤과 호노키올 함량이 다른 시료보다 월등히 낮은 시료들에 대해서는 검량선의 범위이내의 농도로 하기 위해 에틸에테르 농축물을 메탄올 1 ml에 녹였다. HPTLC에서는 이 액을 직접 검액으로 하였고 HPLC에서는 이 액을 5배로 희석한 후 0.2 μ m 막여과기로 여과한 액을 검액으로하였다.

후박-대추 혼합검액 조제 - 후박은 대추와 혼합하여 쓰는 경우가 많으므로 대추의 성분에 의한 방해정도를 측정하기 위하여 후박-대추 혼합물 검액을 다음과 같이 조제하였다. 절단된 후박과 대추를 각각 분쇄기에서 조말로 한 후 500 mg씩을 정밀하게 달아 후박검액의 조제와 같이 조작하여 검액을 조제하였다.

HPLC에 의한 성분분석 - Inertsil 5 μ m, C8 (150×4.6 mm)을 고정상으로 아세토니트릴-물-초산(50:50:1)액을 이동상으로 하여 분석하였다. 이때 검출기파장은 294 nm, 이동상유속은 1.0 ml/min, 주입용량은 5.0 μ l였다.¹⁴⁾ 예비실험결과 각 성분의 분리도는 컬럼온도 40°C에서 가장 양호하였으므로 컬럼온도를 40°C로 고정하였다.

HPTLC에 의한 성분분석 - 고정상으로 HPTLC precoated silica 60 F₂₅₄ plate (Merck)를 이용하였고, 이동상으로 클로로포름-메탄올(9:1)을 이용하였다. 미리 제조된 검액 1 μ l를 각각 시료점적기로 10s/ μ l속도로 길이 4 mm의 밴드상으로 점적한 후 전개용매로 30분 이상 포화된 trough 전개소에서 전개시키고 측정슬릿의 크기를 3×0.1 mm로 하여 254 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

표준품으로 분리한 물질들(Fig. 1)의 확인 - Com-

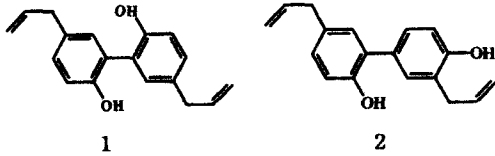


Fig. 1 — Structures of magnolol(1) and honokiol(2).

pound 1 - mp. 102~3°C, FeCl₃/MeOH 시약으로 처리시 청녹색으로 발색하여 페놀성 화합물이었음을 알 수 있었고, mass m/z 266(M⁺)로서 분자량이 266임을 알 수 있었다. UV spectrum은 MeOH 용액에서 294 nm에서 극대흡수를 보였고 알카리 첨가에 의하여 323 nm로 극대흡수가 전이되었다. IR spectrum에서는 3160, 1220 cm⁻¹에서 hydroxyl group이, 1610, 1494, 884, 825 cm⁻¹에서 1,2,4-치환페닐기가, 1643, 1412, 993, 915 cm⁻¹에서 -CH=CH₂가 각각 확인되었다. ¹H-NMR spectrum에서, 3.4 ppm에서의 4개의 proton은 aryl-CH₂-CH=, 5.1 ppm에서의 4개의 proton은 -CH=CH₂, 6.0 ppm에서의 2개 proton은 -CH=CH₂의 proton에 각각 기인하는 것이며, 6.8~7.3 ppm에서의 6개의 proton은 aromaticproton으로 확인되었다. 이상의 물리화학적 data를 종합한 결과 이 물질은 Fujita 등⁴⁾에 의하여 분리 보고된 마그놀올의 그것과 일치하였다.

Compound 2 - mp. 87~88°C, FeCl₃/MeOH 시약으로 처리시 청녹색으로 발색하여 페놀성화합물임을 알 수 있었고, mass m/z 266(M⁺)로서 분자량이 266임을 알 수 있었다. UV spectrum은 EtOH 용액에서 294 nm에서 극대흡수를 보였고 알카리 첨가에 의하여 312 nm로 극대흡수가 전이되었다. IR spectrum에서는 3280 cm⁻¹에서 hydroxyl group이, 1610, 1500, 882, 826 cm⁻¹에서 1,2,4-치환페닐기가, 1645, 1410, 987, 907 cm⁻¹에서 -CH=CH₂가 각각 확인되었다. ¹H-NMR spectrum에서, 3.3 과 3.4 ppm에서의 2개의 doublets는 2개의 aryl-CH₂-CH=, 5.1 ppm에서의 4개의 proton은 2개의 -CH=CH₂, 5.7 ppm부근에서 broad singlet으로 나타난 2개의 proton은 2개의 OH, 6.0 ppm에서의 2개의 proton은 2개의 -CH=CH₂의 proton에 각각 기인하는 것이며, 6.9~7.4 ppm에서 나타난 6개의 proton은 aromaticproton으로 확인되었다. 이상의 물리화학적 data를 종합한 결과 이 물질은 Fujita 등⁴⁾에 의하여 분리 보고된 호노키올의 그것과 일치하였다.

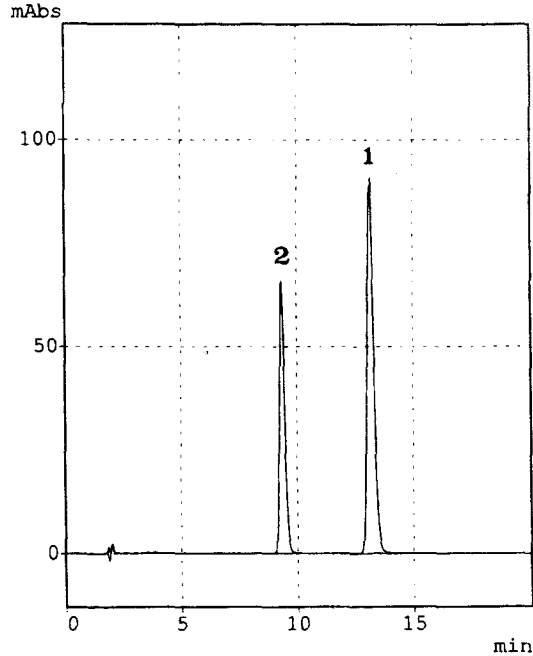


Fig. 2 — Chromatogram of magnolol(1) and honokiol(2) standards in HPLC. Acetonitrile-water-acetic acid (50:50:1) was used as mobile phase on C8 column. Column temperature: 40°C. Detection: 294 nm.

HPLC에 의한 성분분석 - 실험방법의 분석조건에서 시료로부터 다른 물질의 방해 받지않고 마그놀올과 호노키올을 완전히 분리할 수 있었다. Fig. 2와 Fig. 3은 HPLC에 의한 표준물질과 시료의 크로마토그램인데 국산후박의 경우(K) 중국(A) 이나 일본후박(J)에 비해 크로마토그램의 패턴이 완전히 다른 것으로 보아 기원식물이 다른 것으로 확인되었고, 마그놀올과 호노키올은 거의 함유되어 있지 않았다. Fig. 4는 피크의 높이로부터 얻어진 두 표준품에 의한 검량선으로 모두 양호한 직선성을 보였다. 직선의 식은 마그놀올의 경우 50-400 µg/ml범위에서 $y=7933x-9915$ ($r=0.999$)이었고, 호노키올은 25-200 µg/ml범위에서 $y=9864x-17308$ ($r=0.999$)이었다. Table I에서 보는 바와 같이 11종의 시료 중 일본약국방의 함량규정인 0.8%이상의 마그놀올을 함유하고 있는 시료는 중국산 2종과 일본후박등 3종 뿐이었고, 나머지 시료들의 경우에는 0.01~0.54%로서 함량미달일 뿐만 아니라 시료에 따라 큰 차이를 나타내었다. 규정에 적합한 시료들의 경우에도 마그놀올과 호노키올 함량이 각각 1.58~2.83%, 0.36~0.78%로서 산지에 따라 차이가 있었고, 두종의 중국산 후박의 마그놀올

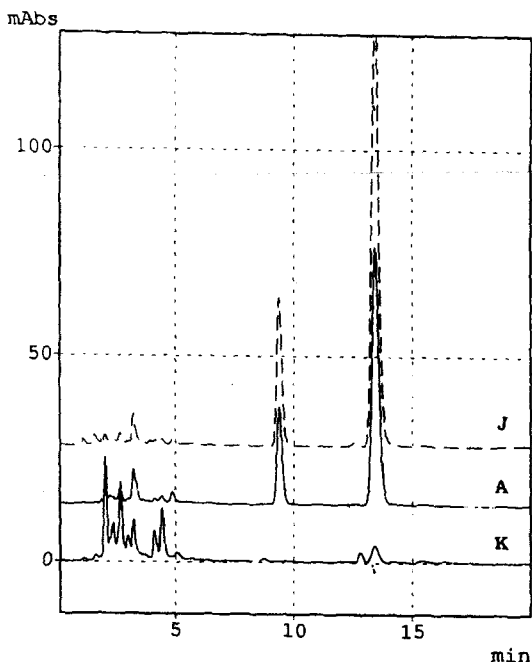


Fig. 3 - Chromatogram of sample J(Japan), A(China) and K(Korea) in HPLC. Separation and detection conditions were the same as Fig. 2.

함량은 서로 비슷하였으나 호노키올 함량은 큰 차이가 있었다. 규정에 적합한 시료들을 대상으로한 후박-대추 혼합검액 중의 마그놀올과 호노키올의 함량(Table II)은 각각 1.61~2.75%, 0.41~0.81%로서 후박검액과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았으므로(P<0.01) 본 방법으로 후박중 마그놀올과 호노키올을 분석할 때 대추성분

Table I - Contents of magnolol and honokiol in Magnoliae Cortex by means of HPLC and HPTLC

samples	magnolol (%)		honokiol (%)		
	HPLC	HPTLC	HPLC	HPTLC	
A	1.58±0.02	1.52±0.05	0.78±0.01	0.72±0.05	
B	1.59±0.04	1.62±0.08	0.36±0.01	0.34±0.01	
C	0.54±0.03	0.53±0.04	0.12±0.01	0.12±0.01	
D	0.53±0.02	0.55±0.03	0.11±0.01	0.12±0.01	
China	E	0.26±0.02	0.27±0.02	0.05±0.01	0.05±0.01
	F	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005
	G	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005
	H	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005
	I	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005
Japan	J	2.83±0.04	2.79±0.16	0.68±0.02	0.72±0.04
Korea	K	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005

Data are give as mean±S.D. (n=3 in HPLC, n=4 in HPTLC)

Table II - Contents of magnolol and honokiol in the mixture of Magnoliae Cortex and Zyziphi Fructus by means of HPLC and HPTLC

samples	magnolol (%)		honokiol (%)		
	HPLC	HPTLC	HPLC	HPTLC	
China	A	1.61±0.09	1.74±0.16	0.81±0.04	0.82±0.09
	B	1.62±0.04	1.48±0.08	0.41±0.08	0.32±0.01
Japan	J	2.75±0.08	2.76±0.27	0.67±0.02	0.74±0.09

Data are given as mean±S.D. (n=3 in HPLC, n=4 in HPTLC)

이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

HPTLC에 의한 성분분석 - 실험방법의 조건으로 마그놀올과 호노키올을 완전히 분리할 수 있었다(Fig. 5). 락타이드로 점적하는 것이 점형태로 점적하는 것보다 분리면에서 유리하였고, 전개조 내를 전개용매로 충분히 채

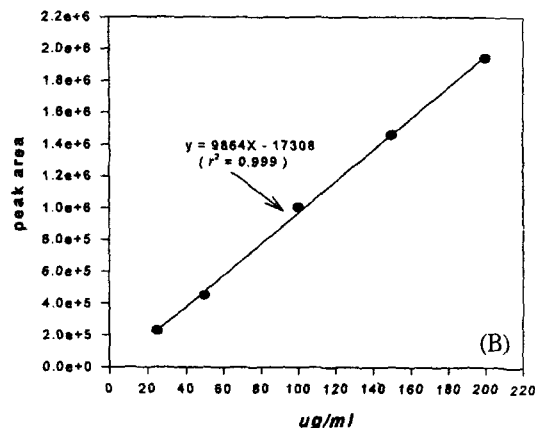
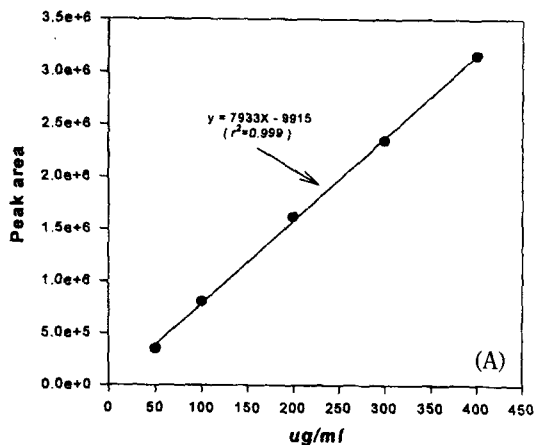


Fig. 4 - Calibration curves of magnolol(A) and honokiol (B) by HPLC. Each point represents the mean value of 3 experiments.

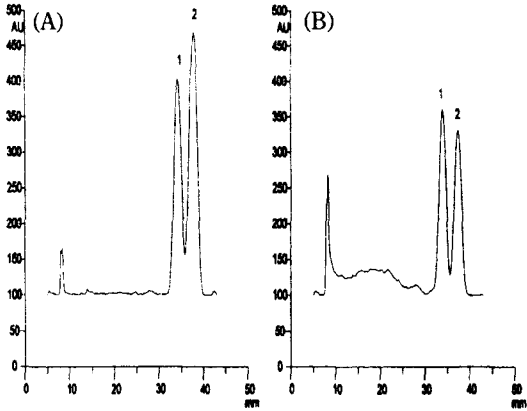


Fig. 5—Chromatograms of a mixture of standards(A) and a sample(B) in HPTLC. Chloroform-methanol(9:1) was used as mobile phase on precoated silica 60 TLC plate. 1: magnolol, 2: honokiol.

포화시켰을 때 분리도가 좋았다. 검액에서 마그놀올과 호노키올은 표준물질의 Rf치(마그놀올 0.71, 호노키올 0.51)와 plate로부터 직접 측정된 UV 스펙트럼을 표준품의 스펙트럼과 비교하여 확인하였다. 마그놀올과 호노키올의 UV 최대 흡수파장이 각각 290 nm와 255 nm이다. Fig. 6은 피크의 면적으로부터 얻어진 두 표준품의 검량곡선으로 직선을 벗어난 형태를 보이고 있다. 이러한 모양은 TLC에서 일반적이며 보통 이것을 함수로 직

선화하거나 Michaelis-Menten의 근사식을 사용하여 함량을 구하기도 한다.¹⁵⁾ 여기서는 Michaelis-Menten의 근사식을 사용하였는데 마그놀올의 경우 $y=1431x/(1.69+x)$, 호노키올의 경우 $y=1198x/(0.533+x)$ 이었다. 이 근사식을 Wallis, Mann 등이 제시한 방법으로 검정하였을때 이 식은 검량식으로 사용할 수 있는 것으로 판단되었다. 한편, 검량곡선 작성시 가장 낮은 농도의 표준품은 자료의 수를 늘려서 오차를 줄이고자 하였다. HPLC방법에서와 마찬가지로 11종의 시료중 일본약국방의 함량규정인 0.8% 이상의 마그놀올을 함유하고 있는 시료는 중국산 2종과 일본후박등 3종 뿐이었고, 나머지 시료들의 경우에는 0.01~0.55%로서 함량미달일 뿐만 아니라 시료에 따라 큰 차이를 나타내었다. 규정에 적합한 시료들의 경우에도 마그놀올과 호노키올 함량은 각각 1.52~2.79%, 0.34~0.72%로서 t-test를 이용하여 검증한 결과 HPLC방법과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다(P<0.01)(Table I). 후박-대추혼합검액 중의 마그놀올과 호노키올의 함량(Table II)은 각각 1.48~2.76%, 0.32~0.82%로 후박검액과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다 (P<0.01). HPTLC법은 HPLC법에 비해 정밀도는 약간 떨어지나 한번에 여러 시료를 동시에 처리할 수 있는 특성때문에 품질평가에 유용하게 사용할 수 있었다.

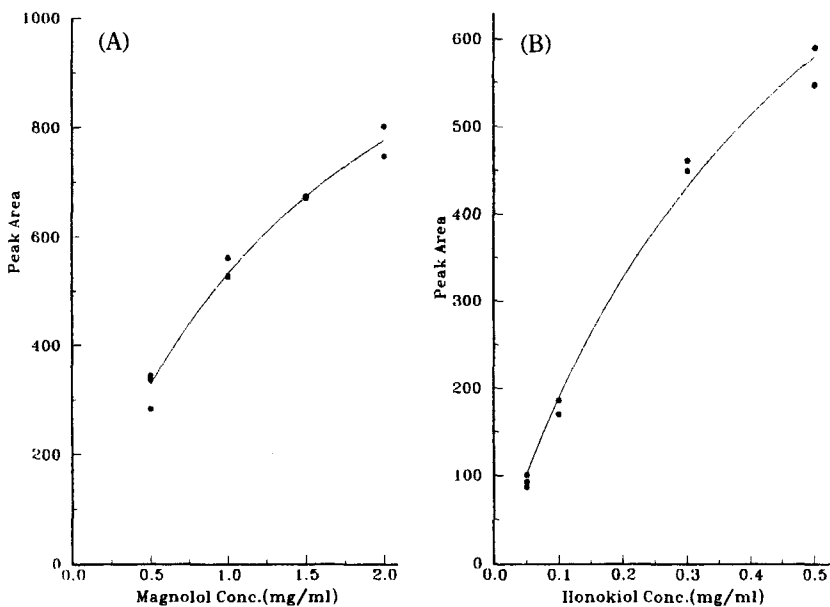


Fig. 6—Calibration curves of magnolol(A) and honokiol(B) standards approximated to Michaelis-Menten equation in HPTLC.

Table I에서 보는 바와 같이 후박중 마그놀올과 호노키올의 함량은 산지에 따라 차이가 많고 이것에 따라 약효의 차이가 날 수 있으므로 품질표준화가 시급하다고 본다. 예비실험에 의하면 동일한 산지의 후박이라도 구입처에 따라 성분함량이 상당히 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 대한약전²⁾에는 마그놀올의 함량에 관한 규정이 없으나 장기적으로는 일본약국방³⁾과 같이 마그놀올 함량을 설정하여 엄격하게 품질을 관리하여야 할 것이다. 특히 본 실험에 사용된 국산후박은 기원식물이 전혀 다른 것으로 나타나 사용하지 않아야 할 것이다.

결 론

1. 후박중의 마그놀올과 호노키올을 HPTLC와 HPLC법으로 분석한 결과 두가지 방법에서 유의성이 있는 차이를 나타내지 않았으므로 어느 방법을 활용하여도 좋을 것으로 판단된다.

2. 시중에서 유통되고 있는 후박으로부터 마그놀올과 호노키올의 함량을 HPTLC와 HPLC의 방법으로 분석하여 본 결과 일본산의 和厚朴함량이 가장 높게 나타났고, 중국산은 구입처에 따라 함량의 차이가 크게 나타났으며, 대부분의 시료는 일본약국방규정 마그놀올 함량 0.8%에 이르지 못했다. 그러므로 중국산 후박에 대하여는 엄격한 품질관리가 요망된다.

3. 국내에는 和厚朴의 기원이 되는 일본목련(*Magnolia obovata*)이 많이 식재되고 있으므로 厚朴의 자원으로 활용해도 좋을 것이다.

4. 후박과 대추를 1:1의 비율로 혼합한 시료에서 대추성분들은 후박 중의 마그놀올과 호노키올의 함량에 영향을 미치지 않았다. 따라서 본 분석법은 후박을 주약 효물질군으로하는 제제의 품질관리에 활용될 수도 있을 것으로 기대된다.

5. 韓厚朴 또는 土厚朴이라 불리는 한국산 후박은 후박나무(*Machilus thunbergii*)의 수피를 사용하고 있으며, 마그놀올과 호노키올이 함유되어 있지 않으므로, 후박으로 사용하지 말아야 할 것이다.

감사의 말씀

본 연구는 1996년도 보건복지부 신약개발사업연구비 및 생약품질표준화사업 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 그리고 실험재료를 보내주신 한국약품

시험연구소의 한대석 교수님, 경희대학교 김남재 박사님께 감사드립니다.

문 헌

- 1) 강소신의학원 : 증약대사전, 상해과학기술출판사 출판, 상무인서관홍콩분관 인쇄, 홍콩, 하책, p. 1628 (1978).
- 2) 대한공정서협회 : 대한약전 6개정판, 한국메디칼인덱스, 서울, p. 992, p. 1218 (1992).
- 3) 일본공정서협회 : 일본약국방, 제13개정, 廣川書店, 동경, D, p. 345, B, p. 221 (1996).
- 4) Fujita, M., Itokawa, H., and Sashida, Y. : Studies on the components of *Magnolia obovata* Thunb. II. On the components of the methanol extract of the bark. *Yakugaku Zasshi* **93**, 422 (1973).
- 5) Yahara, S., Nishiyori, T., Kohda, A., Nohara, T. and Nishioka, I. : Isolation and characterization of phenolic compounds from *Magnoliae Cortex* produced in China. *Chem. Pharm. Bull.* **39**, 2024 (1991).
- 6) Yamazaki, R., Sugatani, J., Fuji, I., Kuroyanagi, M., Umehara, K., Ueno, A., Suzuki, Y. and Miwa, M. : Development of a novel method for determination of acetyl-CoA:1-alkyl-sn-glycero-3-phosphocholine acetyltransferase activity and its application to screening for acetyltransferase inhibitors. Inhibition by magnolol and honokiol from *Magnoliae cortex*. *Biochem. Pharmacol.* **47**, 995 (1994).
- 7) Namba, T., Tsunozuka, M., Bae, K., and Hattori, M. : Studies on dental caries prevention by traditional Chinese medicines (Part I). Screening of crude drugs for antibacterial action against *Streptococcus mutans*. *Shoyakugaku Zasshi* **35**, 295 (1981).
- 8) Namba, T., Tsunozuka, M. and Hattori, M. : Dental caries prevention by traditional Chinese medicines, Part II. Potent antibacterial action of *Magnoliae Cortex* extracts against *Streptococcus Mutans*. *Planta medica* **44**, 100 (1982).
- 9) Sheu, S. J. and Lu, C. F. : Determination of eight constituents of hsiao-cheng-chi-tang by high-performance liquid chromatography. *J.*

- Chromatogr.* **704**, 518 (1995).
- 10) Tsai, T. H., Chou, C. J., Cheng, F. C. and Chen, C. F. : Pharmacokinetics of honokiol after intravenous administration in rats assessed using high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* **566**, 41 (1994).
 - 11) Ueda, J., Asaka, N., Tanaka, I., Hayashi, Y., Hirose, Y., Momma, N., Yasuda, T., and Ohsawa, K. : A simultaneous determination of honokiol and mangolol in Oriental pharmaceutical decoctions containing Magnoliae Cortex bark by ion-pair high-performance liquid chromatography. II. *Yakugaku Zasshi* **113**, 894 (1993).
 - 12) Homma, M., Oka, K., Kobayashi, H., Niitsuma, T., Yamamoto, S., Itoh, H. and Takahashi, N. : Liquid chromatographic determination of magnolol in urine collected from volunteers after a single dose of saiboku-to, an oriental herbal medicine for bronchial asthma. *J. Pharm. Pharmacol.* **45**, 839 (1993).
 - 13) Hattori, M., Sakamoto, T., Endo, Y., Kakiuchi, N., Kobashi, K., Mizuno, T. and Namba, T. : Metabolism of magnolol from magnoliae cortex. I. Application of liquid chromatography-mass spectrometry to the analysis of metabolites of magnolol in rats. *Chem. Pharm. Bull.* **32**, 5010 (1984).
 - 14) 原田正敏 : 常用生薬の成分定量. 廣川書店, 東京 p. 145 (1989).
 - 15) Kang, J. S. and Ebel, S. : Identification and quantification of tetracycline antibiotics by cyanophase HPTLC. *J. Planar Chromatogr.* **2**, 434 (1989).