

함박꽃나무 (*Magnolia sieboldii*)의 추출성분*1

최인호*2 · 이학주*3† · 최돈하*3 · 박재인*2 · 최태호*2

Extractives from *Magnolia sieboldii**1

In-Ho Choi*2 · Hak-Ju Lee*3† · Don-Ha Choi*3 · Jae-In Park*2 · Tae-Ho Choi*2

요 약

함박꽃나무 수피 및 목부의 EtOH 조추출물로부터 prep. TLC, silica gel 및 Sephadex LH-20 칼럼 크로마토그래피를 이용하여 4종의 화합물을 단리하였다. 이들 화합물들은 NMR, MS 등의 기기분석에 의해 sesquiterpene lactone 구조의 costunolide (I)를 비롯하여, 리그난 배당체 화합물인 syringin (II)과 1, 2-dihydroxyxanthone (III) 및 vanillic acid (IV)으로 각각 동정하였다.

ABSTRACT

Four phenolic compounds were isolated from the wood and bark of *Magnolia sieboldii*. The structures were determined as : costunolide (I), syringin (II), 1, 2-dihydroxyxanthone (III), and vanillic acid (IV), respectively, on the basis of spectroscopic data.

Keywords: *Magnolia sieboldii*, Magnoliaceae, costunolide, syringin, vanillic acid, 1, 2-dihydroxyxanthone

1. 서 론

목련과(Magnoliaceae)에 속하는 함박꽃나무(*Magnolia sieboldii*)는 낙엽소교목으로 표고 50~1,400 m

의 습기가 적당하고 비옥한 반음지에서 잘 자라며, 높이가 7~10 m에 달한다. 함경북도를 제외한 전국에 자생하며, 중국과 일본에도 분포한다. 꽃은 5-6월에 피고, 열매는 9월에 익는다(이, 1993).

* 1 접수 2003년 3월 17일, 채택 2003년 10월 21일

* 2 충북대학교 산림과학부 School of Forest Resources, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

* 3 국립산림과학원 화학미생물과 Div. Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

† 주저자(corresponding author) : 이학주(e-mail: LEEHJ99@foa.go.kr)

함박꽃나무에 관한 추출성분으로는 잎과 수피로부터 Aporphine계의 Alkaloid 화합물인 magnoporphine를 비롯하여 sesquiterpenoid인 costunolid, 리그난 배당체인 syringin과 phenylpropanoid인 syringin 4-O- β -cellobioside, 그밖에 echinacoside 및 15-acetoxycostunolid 등의 물질들이 단리되었다(박, 1996; Tada *et al.*, 1982). 또한 단리 화합물에 대한 생리활성 연구로는 costunolide에 대해 *Anti-Helicobacter pylori* 효과나 항암활성과 그에 대한 발현기작 등을 조사하였으나(Park *et al.*, 1997), 다른 목련과 수종들에 비해서는 성분연구가 미미한 실정이다.

본 연구는 목련과 수종에 대한 생리활성을 탐색하는 과정에서 단리된 화합물에 대해 NMR, MS 등의 분광학적 방법을 이용하여 그 화학구조를 명확히 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

공시수종은 2002년 5월 지리산 자연휴양림(경남 함양군 마천면 삼정리)에서 채취한 함박꽃나무(수령: 15년, 흉고직경: 7.5 cm)를 사용하였다.

2.2. 추출 및 용매분획

함박꽃나무를 박피하여 목부와 수피로 나누어 음건시킨 후, 분쇄기로 분쇄하여 분말시료로 하였다. 시료는 95% 에탄올(ethanol, EtOH)을 사용하여 실온에서 72시간 동안 침적시켜 추출하였으며, 이 조작을 3회 실시하였다. 여기서 얻어진 수피의 EtOH 조추출물은 헥산(hexane), 디클로로메탄(dichloromethane, CH₂Cl₂), 에틸아세테이트(ethyl acetate, EtOAc)로, 그리고 목부의 조추출물은 석유에테르(petroleum ether), 디에틸에테르(diethyl ether, Et₂O) 및 EtOAc 등을 사용하여 순차 연속추출하여 분획하였다.

2.3. 기기분석

단리된 화합물의 질량(MS) 스펙트럼은 입엽연구

원의 JEOL JMS-600W, 핵자기공명(NMR) 스펙트럼(¹H-, ¹³C-NMR, ¹H-¹H COSY, TOCSY, HSQC, HMBC)은 한국기초과학지원연구원 서울분소의 Varian UI 500를 사용하여 측정하였다.

2.4. 각 성분의 단리

수피의 CH₂Cl₂ 가용부(77.13 g)에 대해 hexane-EtOAc (9:1, v/v)를 용출용매로 한 silica gel 칼럼 (7.0×30 cm) 크로마토그래피를 이용하여 100 ml 씩 분취하여 90개의 분취물을 얻었으며, 이들 분취물들은 박층크로마토그래피(TLC: silica gel 60 F₂₅₄, 전개용매: toluene-ethyl formate-formic acid = 5:4:1, v/v/v)에 전개시킨 후, UV (254 nm) 램프로 검색하여 6개의 분획물(MSB-1~MSB-6)로 나누었다. 또한 목부의 Et₂O 가용부(1.3 g)에 대해서는 benzene-EtOAc (5:1, v/v)를 용출용매로 한 silica gel 칼럼(4.5×39 cm)으로 5.0 ml 씩 분취하여 336개의 분취물을 얻었으며, 이들 각 분취물들은 TLC (전개용매: toluene-ethyl formate-formic acid = 3:6:1, v/v/v)에 전개시킨 후, UV램프 및 발색제(50% H₂SO₄)로 검색하여 8개의 분획물(MSW-1~MSW-8)을 얻었다.

2.4.1. 화합물 I

수피의 CH₂Cl₂ 가용부의 MSB-2 분획물로부터 화합물 I (4.19 g)을 단리하였다. Colorless needles. EI-MS *m/z* : 232 (M⁺, base ion), 217, 204, 189, 175, 161, 150, 123, 109, 81. ¹H-NMR(500 MHz) and ¹³C-NMR (125 MHz) : table 1. ¹H-¹H COSY correlations : H-5↔H-6, H-7↔H-6/H-8a/H-13ab, H-1↔H₃-14, H-2ab↔H-1/H-3ab. HMBC correlations : H-2→C-1, H-3→C-1/C-2/C-4/C-5/C-15, H-8→C-7/C-10, H-9→C-7/C-10/C-14, H-13→C-7/C-11/C-12, H-14→C-1/C-9/C-10, H-15→C-3/C-4/C-5. NOESY correlations : H-5↔H-3/H-7, Ha-13↔Hb-8, H-15↔Hb-6/H-6.

2.4.2. 화합물 II

수피의 EtOAc 가용부(4.62 g)로부터 용출용매

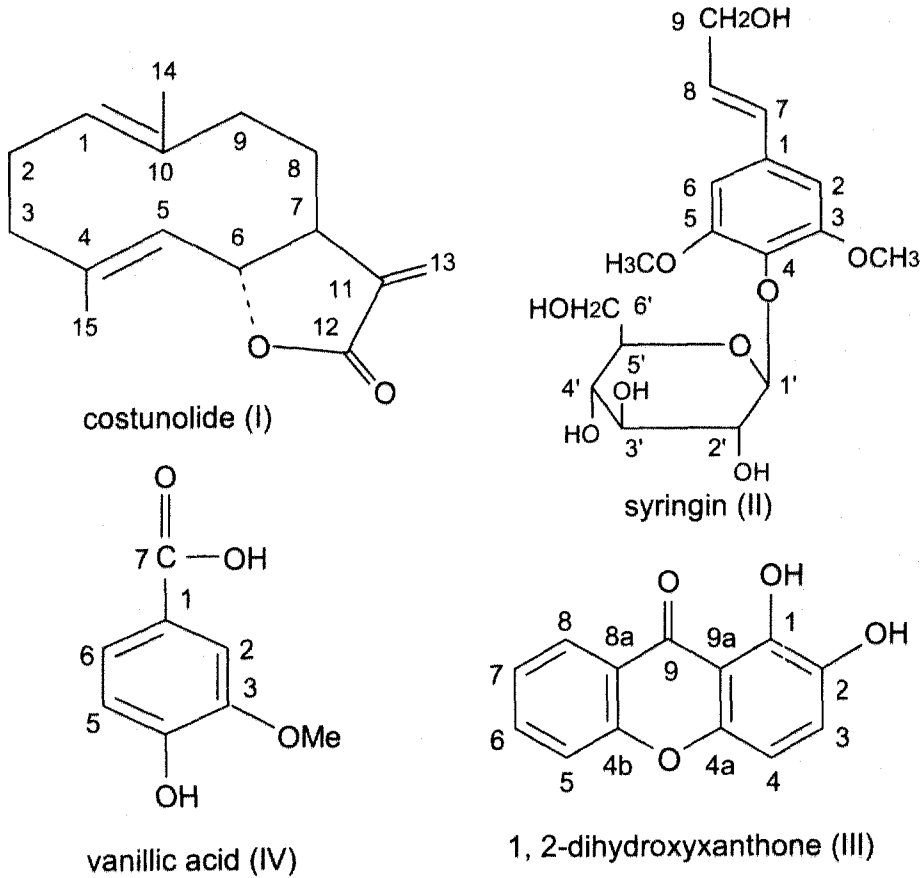


Fig. 1. Compounds isolated from the *Magnolia sieboldii*.

CHCl₃-MeOH (9:1, v/v)을 사용한 silica gel 칼럼 (3.0×59 cm) 크로마토그래피를 이용하여 20 ml 씩 분취하여 230개의 분취물을 얻었으며, 이들 분취물들은 UV로 검색하여 7개의 분획물(MSE-1~MSE-7)로 나누었으며, 이중 MSE-3 분획물로부터 화합물 II (50 mg)를 분리하였다. Colorless needles. EI-MS *m/z* : 372 (M⁺), 211, 210 (base ion), 182, 167, 153. ¹H-NMR (500 MHz) and ¹³C-NMR (125 MHz) : table 2. ¹H-¹H COSY correlations : H-8↔H-7/H-6, H-2'↔H-1'/H-3', H-4'↔H-3'/H-5', H-5'↔H-6'. HMBC correlations : H-2/6↔C-1/C-3/ C-4/ C-5/C-7, OMe-3/5↔C-3/C-5, H-7↔C-2/C-6/ C-9, H-8↔C-1/C-9, H-9↔C-7/C-8, H-2'↔C-4', H-3'↔C-2'/C-4', H-4'↔C-3', H-5'↔C-3'/C-4', H-6'↔

C-5'. TOCSY correlations : H-7↔H-8↔H-9, H-1'↔H-2'↔H-3'↔H-4'↔H-5'↔H-6'. NOESY correlations : H-2/6↔OMe.

2.4.3. 화합물 III

목부의 Et₂O 가용부의 MSW-3 분획물을 prep. TLC (전개용매: CH₂Cl₂-MeOH = 5:1, v/v)를 이용하여 화합물 III (7.7 mg)을 단리하였다. Yellow needles. EI-MS *m/z* : 228 (M⁺), 166, 145, 111, 97. ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) : δ 7.20 (1H, *d*, *J* = 8.5 Hz, H-4), 7.42 (1H, *dt*, *J* = 1.5, 7.0 Hz, H-7), 7.49 (1H, *dt*, *J* = 1.5, 7.0 Hz, H-6), 7.74 (1H, *dd*, *J* = 1.0, 8.5 Hz, H-5), 7.89 (1H, *d*, *J*

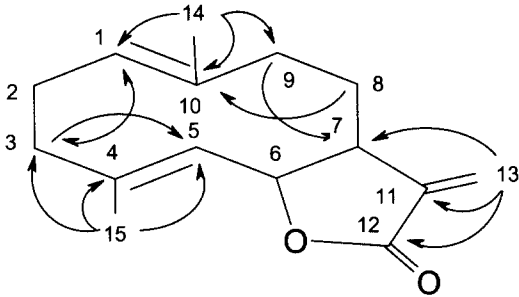


Fig. 2. Selected HMBC correlations for costunolide (I).

Table 1. ¹H and ¹³C-NMR spectral data for costunolid (500 MHz, CD₃OD)

Position	¹³ C	¹ H
1	127.92 <i>d</i>	4.87 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 4.5, 10.0)
2	27.14 <i>t</i>	a 2.33 (1H, <i>m</i>)
		b 2.14 (1H, <i>m</i>)
3	40.38 <i>t</i>	a 2.04 (1H, <i>m</i>)
		b 2.33 (1H, <i>m</i>)
4	142.74 <i>s</i>	-
5	128.66 <i>d</i>	4.78 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> = 10.0)
6	83.87 <i>d</i>	4.70 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 8.5, 10.0)
7	51.64 <i>d</i>	2.64 (1H, <i>m</i>)
8	29.07 <i>t</i>	a 1.76 (1H, <i>m</i>)
		b 2.14 (1H, <i>m</i>)
9	42.10 <i>t</i>	a 2.42 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 6.2, 13.2)
		b 2.14 (1H, <i>m</i>)
10	138.41 <i>s</i>	-
11	142.10 <i>s</i>	-
12	172.86 <i>s</i>	-
13	120.21 <i>d</i>	a 5.62 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> = 3.5)
		b 6.16 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> = 3.5)
14	16.40 <i>q</i>	1.44 (3H, <i>s</i>)
15	17.52 <i>q</i>	1.71 (3H, <i>s</i>)

* *J* values in parentheses are recorded in Hz

* Assignment are based on DEPT, HSQC and HMBC spectra.

= 8.5, Hz, H-3), 8.29 (1H, *dd*, *J* = 1.0, 8.5 Hz, H-8). ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) : δ 111.89 (*s*,

Table 2. ¹H and ¹³C-NMR spectral data for syringin (500 MHz, CD₃OD)

Position	¹³ C	¹ H
1	135.30 <i>s</i>	-
2	105.48 <i>d</i>	6.74 (2H, <i>s</i>)
3	154.39 <i>s</i>	-
4	135.91 <i>s</i>	-
5	154.39 <i>s</i>	-
6	105.48 <i>d</i>	6.74 (2H, <i>s</i>)
7	130.08 <i>d</i>	6.53 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> = 16.0)
8	131.30 <i>d</i>	6.32 (1H, <i>dt</i> , <i>J</i> = 5.5, 16.0)
9	63.61 <i>t</i>	4.21 (2H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 1.5, 5.5)
OMe-3	57.06 <i>q</i>	3.85 (3H, <i>s</i>)
OMe-5	57.06 <i>q</i>	3.85 (3H, <i>s</i>)
glucose		
1'	105.37 <i>d</i>	4.87 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> = 6.5)
2'	75.76 <i>d</i>	3.46 (1H, <i>m</i>)
3'	71.37 <i>d</i>	3.40 (1H, <i>m</i>)
4'	77.86 <i>d</i>	3.42 (1H, <i>m</i>)
5'	78.40 <i>d</i>	3.20 (1H, <i>m</i>)
6'	62.60 <i>t</i>	3.65 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 5.0, 12.0)
		3.77 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> = 2.5, 12.0)

* *J* values in parentheses are recorded in Hz

* Assignment are based on DEPT, HSQC and HMBC spectra.

C-9a), 116.38 (*d*, C-4), 123.15 (*d*, C-4), 124.30 (*d*, C-8), 125.44 (*s*, C-8a), 126.69 (*d*, C-3), 127.14 (*d*, C-5), 127.32 (*d*, C-6), 136.77 (*s*, C-4a), 159.84 (*s*, C-1), 160.29 (*s*, C-2), 169.22 (*s*, C-4b), 175.80 (*s*, C-9). ¹H-¹H COSY correlations : H-3↔H-4, H-5↔H-6, H-6↔H-7, H-7↔H-8. HMBC correlations : H-3→C-1/C-4a, H-4→C-9a/C-3, H-5→C-7, H-7→C-8a, H-8→C-6.

2.4.4. 화합물 IV

목부의 Et₂O 가용부의 MSW-8 분획물(980 mg)에 대해 benzene-EtOAc-CHCl₃ (2:1:1, v/v/v)을 용출 용매로 한 silica gel 칼럼(3.0×23 cm)을 이용하여 6 ml 씩 463개의 분취물을 얻었으며, 이들 분취물들

은 UV로 검색하여 9개의 분획물(MSW-8-1~MSW-8-9)으로 나누었다. 이 중 MSW-8-4의 분획물로부터 EtOAc-CH₂Cl₂ (5:1, v/v)을 전개용매로 한 prep. TLC로 정제하여 화합물 IV (14.3 mg)를 단리하였다. Colorless needles, EI-MS m/z : 168 (M⁺, base ion), 153, 151, 124, 109, 97, 81. ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD): δ 3.88 (3H, s, OMe-3), 6.71 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5), 7.48 (1H, dd, J = 2.0, 8.5 Hz, H-6), 7.57 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2). ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD): δ 55.04 (q, OMe-3), 112.83 (d, C-2), 114.87 (d, C-5), 123.37 (d, C-6), 127.46 (s, C-1), 147.78 (s, C-3), 152.03 (s, C-4), 174.95 (s, C-7). HMBC correlations: CH₃-3 \rightarrow C-3, H-2 \rightarrow C-6/C-3/C-4/C-7, H-5 \rightarrow C-1/C-3, H-6 \rightarrow C-2/C-4.

3. 결과 및 고찰

3.1. 화합물 I (costunolide)

함박꽃나무 수피의 주요성분의 하나로 여겨지는 화합물 I은 무색의 침상결정으로 단리하였다. EI-MS 스펙트럼에서는 molecular ion (M⁺) peak가 m/z 232에서 나타났으며, 주요 이온 peak로는 m/z 217, 175, 150, 123, 109 등이었다. ¹H-NMR 스펙트럼에서 δ 1.44 (3H, s, CH₃-14), δ 1.71 (3H, s, CH₃-15)에서 나타나는 2개의 singlet 시그널은 메틸기(methyl group)에 유래하는 것으로 H-14, H-15 proton에 귀속시켰다. 또한 저자장측에 나타나는 δ 5.62 (1H, d, J = 3.5 Hz, H-13a) 및 δ 6.16 (1H, d, J = 3.5 Hz, H-13b)의 2H에 상당하는 두개의 doublet 시그널은 H-13위의 메틸렌(methylene) proton에 기인한다. 이는 화합물 I의 ¹H-¹H COSY 스펙트럼에서 H-13위의 메틸렌 proton과 H-7위의 메틴(methine) proton과의 상관피크의 존재로부터 확인할 수 있었다. DEPT법에 의한 ¹³C-NMR 스펙트럼에서는 모두 15개의 탄소 시그널 중, quaternary 및 tertiary 탄소가 각 4개씩 그리고 secondary 탄소가 5개 존재함을 알 수 있었다. 이 중 δ 172.86 과 δ 82.02의 시그널

은 lactone 부분구조에 기인하는 C-12의 카보닐기 및 C-6의 메틴탄소에 각각 귀속하였다. 화합물 I의 HMBC 스펙트럼에서는 H-14의 메틸 proton과 C-1, C-9, C-10 탄소사이, H-15 proton과 C-3, C-4, C-5 탄소, 그밖에 H-13 메틸렌과 C-7, C-12, C-11 탄소와의 교차피크들을 확인함으로써 H-14, H-15위 메틸기와 lactone 부분구조에서의 H-13위 proton의 결합위치 등을 알 수 있었다(Fig. 2). 이상의 분석 결과, 화합물 I은 sesquiterpene lactone 부분구조를 갖는 costunolide으로 동정하였다(Fig. 1).

3.2. 화합물 II (syringin)

화합물 II는 무색의 침상결정으로 분리하였으며, EI-MS에서 molecular ion (M⁺) peak가 m/z 372에서 나타났으며, m/z 210은 base ion피크로 aglycone 부분구조에 기인한다. ¹H-NMR의 δ 3.85 (6H, s, OMe-3, 5)의 6H에 상응하는 singlet 시그널은 methoxyl기에서 유래하는 것으로 OMe-3, 5에 각각 귀속하였다. δ 4.87 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-1')의 doublet 시그널은 glucose의 아노머 proton인 H-1'에, δ 3.65 (1H, dd, J = 5.0, 12.0, H-6') 및 δ 3.77 (1H, dd, J = 2.5, 12.0, H-6')에 나타나는 특징적인 2개의 double doublet는 glucose 부분구조에서 기인하는 H-6'위의 proton에 귀속하였다. 또한 δ 6.32 (1H, dt, J = 5.5, 16.0 Hz, H-8), δ 6.53 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-7)의 두개의 doublet 시그널은 결합 정수(J = 16.0 Hz)로부터 *trans* 형태의 분자구조를 시사하고 있다. ¹³C-NMR 스펙트럼에서 모두 17개의 탄소 시그널이 나타났는데, 이 중 quaternary 4개, tertiary 탄소가 7개임을 알 수 있었다. δ 57.06의 시그널은 methoxyl기의 탄소, δ 105.37의 시그널은 glucose에서 유래하는 C-1'의 아노머 탄소에 귀속하였다. 또한 δ 75.76, δ 71.37, δ 77.86, δ 78.40 및 δ 62.60의 시그널은 C-2', C-3', C-4', C-5', C-6'의 탄소에 각각 귀속하였다. 화합물 II의 HMBC 스펙트럼에서는 glucose에서 유래하는 아노머 proton H-1'과 aglycon 부분의 C-4위 탄소와의 교차피크, NOESY에서는 H-2/6 proton과 메톡실기 proton과의 상관 피크 등을 확인할 수 있었다. 이상의 결과, 화합물

II는 glucose가 C-4위에 glycoside 결합을 하고 있는 syringin으로 동정하였다(Fig. 1).

3.3. 화합물 III (1, 2-dihydroxyxanthone)

화합물 III은 노란색 침상으로 얻었으며, EI-MS에서 molecular ion(M^+) peak가 m/z 228에서 나타났다. 1H -NMR 스펙트럼에서 적분곡선의 강도로 부터 6개의 proton이 있는 것을 알 수 있었다. 방향핵 영역의 δ 7.89 ($d, J = 8.5, H-3$), δ 7.20 ($d, J = 8.5$ Hz, H-4)의 2H의 상당하는 2개의 doublet 시그날은 H-3 및 H-4위에 귀속하였다. δ 7.42 (1H, $J = 1.5, 7.0$ Hz, H-7), 7.49 (1H, $J = 1.5, 7.0$ Hz, H-6)의 2개의 double triplet와 δ 7.74 ($dd, J = 1.0, 8.5$ Hz, H-5), 8.29 ($dd, J = 1.0, 8.5$ Hz, H-8)이 2H에 상당하는 double doublet의 시그날은 xanthone 화합물의 1, 2-치환 부분구조의 특징적 시그날로, H-7, H-6, H-5 및 H-8위의 proton에 각각 귀속하였다. 이는 1H - 1H COSY 스펙트럼에서 H-5위에서 부터 H-8위 proton 사이의 상관피크의 존재로 확인할 수 있었다. 화합물 III의 ^{13}C -NMR에서는 모두 13개의 탄소 시그날을 확인하였는데, quaternary 탄소가 7개, tertiary가 6개임을 알 수 있었다. 이 중 δ 111.89는 C-9a, δ 125.44는 C-8a, δ 136.77은 C-4a, δ 169.22는 C-4b위 탄소에, δ 175.80은 카보닐기의 C-9위 탄소에 각각 귀속하였다. 또한 HMBC 스펙트럼에서는 H-3 proton과 C-1, C-4a 탄소와, H-4 proton과 C-9a 및 C-3 탄소와의 교차피크로부터 수산기의 결합 위치 등을 확인할 수 있었다. 이상의 분석 결과, 화합물 III은 1, 2-dihydroxyxanthone으로 동정하였다(Fig. 2).

3.4. 화합물 IV (vanillic acid)

무색이 침상결정으로 단리한 화합물 IV는, EI-MS에서 molecular ion (M^+) peak가 m/z 168에서 나타났다. 1H -NMR 스펙트럼에서 δ 3.88 (3H, s, OMe-3)의 3H의 singlet는 methoxyl기에 기인한다. 저장장 추의 δ 6.71 (1H, $d, J = 8.5$ Hz, H-5), δ 7.57 (1H, $d, J = 2.0$ Hz, H-2)의 2개의 doublet와 δ 7.48

(1H, $dd, J = 2.0, 8.5$ Hz H-6)의 1개의 double doublet 시그날은 전형적인 1, 3, 4-치환 방향핵의 존재를 시사하고 있다. ^{13}C -NMR 스펙트럼에서는 7개의 탄소 시그날이 나타났으며, 이 중 δ 55.04는 OMe-3, δ 127.46는 C-1, δ 174.95는 카복실기의 C-7 탄소에 귀속하였다. HMBC에서는 H-2위 proton과 C-3, C-4, C-6, C-7위 탄소와, H-6위 proton과 C-4위 탄소, 그리고 H-5위 proton과 C-1, C-3위 탄소와의 교차피크들을 각각 확인할 수 있었다. 이상의 결과, 화합물 IV는 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid인 vanillic acid으로 동정하였다(Fig. 2).

4. 결 론

함박꽃나무 수피 및 목부의 EtOH 조추출물로부터 prep. TLC, silica gel 및 Sephadex LH-20 칼럼 크로마토그래피를 이용하여 4종의 phenolic 화합물을 분리하였다. 이들 화합물들은 NMR, MS 등의 기기 분석에 의해 sesquiterpene lactone 구조의 costunolide (I), 배당체 화합물인 syringin (II)과 1, 2-dihydroxyxanthone (III), vanillic acid (IV)으로 각각 동정하였다.

참 고 문 헌

1. 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. p. 373.
2. 박희준. 1996. 함박꽃나무 잎으로 부터 새로운 Aporphine 계 Alkaloid 성분의 분리. 생약학회지 27(2): 123~128.
3. Agrawal, P. K. 1989. Carbone-13 NMR of Flavonoids. Elsevier. pp. 564.
4. Harborne, J. B. 1988. The Flavonoids, Advances in research since 1980. Chapman & Hall. New York. pp. 674.
5. Harborne, J. B. 1994. The Flavonoids. Advances in research since 1986. Chapman & Hall. New York. pp. 676.
6. Park J. B., C. K. Lee, and H. J. Park. 1997. Anti-*Helicobacter pylori* Effect of Costunolide Isolated from the Stem Bark of *Magnolia sieboldii*. Arch. Pharm. Res. 20(3): 275~279.

7. Park H. J., W. T. Jung, P. Basnet, S. Kodota, and T. Namba. 1996. Syringin 4-O-beta-glucoside, a new phenylpropanoid glycoside, and costunolid, a nitric oxide synthase inhibitor, from the stem bark of *Magnolia sieboldii*. J Nat Prod. 59(12): 1128~1130.
8. Robert M. S. and F. X. Webster. 1996. Spectrometric Identification of Organic Compounds. John Wiley & Sons, Inc.
9. Tada, H., R. Fujioka, and Y. Takayama. 1982. 15-Acetoylecostunolid from *Magnolia sieboldii*. Phytochemistry. 21(2): 458~459.