

수목추출물의 생리활성에 관한 연구(III)^{*1}

-산뽕나무 심재의 페놀성물질에 대하여-

이 성 숙^{*2} · 이 학 주^{*2} · 최 돈 하^{*2}

Studies on Biological Activity of Wood Extractives(III)^{*1}

-On the phenolic compounds isolated

from heartwood of *M. bombycis*-

Sung-Suk Lee^{*2} · Hak-Ju Lee^{*2} · Don-Ha Choi^{*2}

ABSTRACT

Two stilbenoids and two flavonoids were isolated from ethylacetate fraction of ethanol extract of *Morus bombycis* heartwood. These four compounds were identified 2',3,4',5-tetrahydroxystilbene(oxyresveratrol), 3,4',5-trihydroxystilbene (resveratrol) as stilbenoids, and 2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone(morin), 3,4',5,7-tetrahydroxyflavan((+)-afzelechin) as flavonoids by Mass and NMR spectroscopic analysis.

Keywords : *Morus bombycis*, heartwood, oxyresveratrol, resveratrol, morin, (+)-afzelechin, stilbenoid, flavonoids.

- 요약 -

향균 및 항산화활성이 우수한 산뽕나무(*Morus bombycis*)로부터 향균 및 항산화물질 탐색을 위해 심재 에탄올 추출물을 용매분획하여 얻은 에틸아세테이트 가용부로부터 4개의 페놀성 화합물을 단리하였다. 이들을 기기분석한 결과, stilbenoid인 2',3,4',5-tetrahydroxystilbene(oxyresveratrol), 3,4',5-trihydroxystilbene(resveratrol)과 flavonoid인 2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone(morin) 및 3,4',5,7-tetrahydroxyflavan ((+)-afzelechin)인 것으로 동정되었다.

1. 서 론

뽕나무과(Moraceae) 수목은 *Artocarpus*, *Morus*, *Ficus* 등의 6개 屬을 포함하는 1400餘種으로 이루어진 거대한 科로 이중, *Morus*는 한반도, 중국, 일본 등

북반구의 아열대지역의 산지에 널리 분포하고 있는 낙엽교목이다. 뽕나무의 근피는 상백피라 하여 消炎, 利尿藥으로서 주로 한방에서 응용되고 있으며(한국화학연구소, 1988), 근피 추출물은 血壓降下作用이 있는 것으로 보고되고 있다(Yamatake 등, 1976). 근피의

*1 접수 2000년 2월 20일, Received Feb. 20, 2000

본 연구는 임업연구원 임업연구사업의 일환으로 수행되었음.

*2 임업연구원 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-012, Korea

성분으로서는 morusin, kuwanon A~T, mulberro-furan A~K, mulberroside A~C 등이 포함되어 있는 것으로 알려지고 있다(Nomura, 1988). 그러나, 근 파 이외다른 부분의 성분에 관한 연구는 적으며, 특히, 산뽕나무(*M. bombycis*)에 관한 연구는 매우 드물다. 따라서, 본 연구는 수목 추출물로부터 항균 및 항산화물질을 검색할 목적으로 국내산 수목 추출물의 항균 및 항산화활성을 검정한 결과(이성숙 등, 1999), 활성이 우수한 것으로 나타난 산뽕나무로부터 물질을 분리하고 그 구조를 규명하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

공시수종인 강원도 홍천군 소재 계방산에서 채취한 흉고직경 15cm, 수령 17년생인 산뽕나무를 사용하였다.

2.2 추출 및 분획

산뽕나무 심재를 40~60mesh의 목분으로 제조하여 실내에서 건조시킨 후, 95% 에탄올로 실온에서 72시간 침적시켜 추출하였으며, 이 조작을 3회 반복하여 실시하였다. 얻어진 粗抽出物은 40℃에서 감압·농축한후 동결건조시켰다. 그리고, 에탄올 추출물(100 g)을 에틸아세테이트 및 물가용부로 분리한 후, 다시 에틸아세테이트 가용부(20 g)를 99%에탄올로 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피(33×3 cm)하여 10 ml씩 용출시켜 70개의 분획물로 분취한 후, thin layer chromatography(TLC) (Silica gel 60 F₂₅₄, 전개용매 : CHCl₃-ethyl acetate-formic acid = 5 : 4 : 1, v/v)로 전개하여 UV램프로 검색하여 F-1(0.05 g), F-2(16.98 g), F-3(0.60 g), F-4(0.29 g)의 4개의 분획물로 분획하였다.

2.3 아세틸화

시료 10 mg을 0.5 ml의 pyridine에 녹이고 여기에 0.5 ml의 무수초산을 넣어 55℃에서 24시간 반응시킨 후 반응액을 50 ml의 빙수에 떨어뜨려 10분간 방치하여 생성된 침전물을 여과하고 증류수로 세정하여 기기분석에 사용하였다.

2.4 기기분석

단리한 화합물에 대한 핵자기공명(NMR) 스펙트라

는 Tetramethylsilane(TMS)을 내부기준물질로 하여 JEOL JNM-GSX 400 및 JEOL Alpha 500으로 측정하였으며, 질량(MS) 스펙트라는 JEOL JMS-600W, 적외선(IR)흡수 스펙트라는 Nicolet 730 FT-IR spectrophotometer를 이용 KBr법으로 측정하였으며, 자외선(UV)흡수 스펙트라는 에탄올을 용매로 하여 Hewlett Packard 8452A Diode Array spectrophotometer로 분석하였다.

2.5 성분의 단리

2.5.1 화합물 I

위 분획물 중 F-2(6 g)를 45% methanol을 용출 용매로 하고 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피(33×3 cm)로 10 ml씩 용출시켜 144개의 fraction을 얻은 후 각 fraction은 TLC(Cellulose F, 전개용매 : *t*-butanol-acetic acid-H₂O = 3 : 1 : 1, v/v)로 검색하여 다시 5개의 분획(F-2-1~F-2-5)으로 나누었으며, 이중 분획 F-2-4로 부터 화합물 I(910 mg)을 단리하였다. 화합물 I은 vanillin-HCl에 대하여 정색 반응을하였으며 이들의 spectral data는 다음과 같다. EI-MS m/z(rel. int.) 244(EI-HR-MS m/z : 244.0735, C₁₄H₁₂O₄, base ion), 228(40), 198(12), 147(8.9). CI-MS m/z : 245(M+H)⁺, 287(M+C₃H₇)⁺. UV λ_{max}^{EtOH} nm(log ε) : 220(4.47), 240(sh, 4.20), 292(4.24), 302(4.47), 326(4.57). IR ν_{max}^{KBr} cm⁻¹ : 3400, 3197, 1593, 1513, 1474, 1300, 1281, 1150, 983, 744.

또한, 화합물 I을 아세틸화시켜 Ia를 얻었다. Ia의 EI-MS m/z : 412(M⁺), 370, 328, 286, 244였다.

그리고 이 화합물의 ¹H-, ¹³C-NMR 및 HMQC, HMBC의 spectral data는 Table 1에 나타났다.

2.5.2 화합물 II

위의 분획 F-2-3을 CHCl₃-methanol(10 : 1, v/v)을 용출용매로하여 실리카겔 칼럼크로마토그래피(21×2 cm)로 10 ml씩 용출시켜 60개의 분획을 얻어 이들을 TLC(Silica gel 60 F₂₅₄, 전개용매 : CHCl₃-ethylacetate-formic acid = 5 : 4 : 1, v/v)로 검색하여 5개의 분획(F-2-3-1~F-2-3-5)으로 나누었다. 이중 F-2-3-3의 분획으로부터 화합물 II(720 mg)를 단리하였다. 화합물 II는 vanillin-HCl에 대하여 정색 반응을 하였으며 이들의 spectral data는 다음과 같다.

Table 1. ¹H- and ¹³C-NMR spectra data for compounds I and II, including results of HMQC and HMBC

I					II			
	¹³ C	¹ H	HMQC	HMBC	¹³ C	¹ H	HMQC	HMBC
C	δ C	δ H	² JCH	³ JCH	δ C	δ H	² JCH	³ JCH
1	141.66	-	H7	H8	141.32	-	H7	H8
3	159.54	-	OH3,H2,4	-	159.66	-	H2,4	-
5	159.54	-	H4,6	-	159.66	-	H4,6	-
1'	117.30	-	-	OH2',H3',5',7	130.43	-	-	H3',5',7
2'	156.89	-	OH2',H3'	H6',8	-	-	-	-
4'	159.10	-	OH4',H3',4'	H6'	158.38	-	H3',5'	H2',6'
CH								
2	105.47	6.51(<i>d</i> , 2.0)	-	OH3,H4,6,7	105.77	6.44(<i>d</i> , 2.0)	-	H4,6,7
4	102.31	6.23(<i>t</i> , 2.0)	-	OH3,5,H2	102.66	6.15(<i>t</i> , 2.0)	-	H2,6
6	105.47	6.51(<i>d</i> , 2.0)	-	OH5,H2,7	105.77	6.44(<i>d</i> , 2.0)	-	H2,4,7
7	126.32	6.88(<i>d</i> , 16.5)	H8	H2,6	127.03	6.79(<i>d</i> , 16.5)	H8	H2,6
8	124.35	7.32(<i>d</i> , 16.5)	H7	H6'	129.40	6.95(<i>d</i> , 16.5)	H7	H2',6'
2'	-	-	-	-	128.80	7.34(<i>d</i> , 8.5)	H3'	H6',8
3'	103.62	6.43(<i>d</i> , 2.5)	-	OH2',4',H5'	116.49	6.75(<i>d</i> , 8.5)	H2'	H5'
5'	108.45	6.37(<i>dd</i> , 2.5, 8.5)	-	OH4',H3'	116.49	6.75(<i>d</i> , 8.5)	H6'	H3'
6'	128.24	7.39(<i>d</i> , 8.5)	-	H8	128.80	7.34(<i>d</i> , 8.5)	H5'	H2',8'
OH								
3,5	-	8.08(<i>s</i>)	C3,5	C2,4,6	-	-	-	-
2'	-	8.47(<i>s</i>)	C2'	C1',3'	-	-	-	-
4'	-	8.29(<i>s</i>)	C4'	C3',5'	-	-	-	-

EI-MS *m/z*(rel. int.) 228(EI-HR-MS *m/z* : 228.0786, C₁₄H₁₂O₃,base ion), 181(8.9). CI-MS *m/z* : 229(M+H)⁺, 271(M+C₃H₇)⁺. UV λ_{max}^{EIOH} nm(log ε) : 218(4.29), 238(sh, 4.08), 306(4.42), 320(4.40). IR ν_{max}^{KBr} cm⁻¹ : 3261, 1579, 1511, 1430, 1376, 1322, 1240, 989, 827.

또한 화합물 II를 아세틸화하여 IIa를 얻었다. IIa의 EI-MS *m/z* : 354(M⁺), 312, 270, 228.

그리고 이 화합물의 ¹H-, ¹³C-NMR 및 HMQC, HMBC의 spectral data는 Table 1에 나타났다.

2.5.3 화합물 III

위의 화합물 II를 단리한 후 나머지 분획물(F-2-3-1~5)을 하나로 합하여 원심 액-액 분배크로

마토그래피(Centrifugal liquid-liquid partition chromatography, 용출용매 : CHCl₃-CH₃OH-H₂O = 2 : 2 : 1, v/v)를 이용하여 화합물 III 198 mg을 분리는 하였지만 순물질로 단리하기가 어려워 이 화합물중 20 mg을 acetylation한 후 단리하여 IIIa을 얻었다.

그리고 이 화합물의 ¹H-, ¹³C-NMR 및 HMQC, HMBC의 spectral data는 Table 2에 나타났다.

2.5.4 화합물 IV

위의 분획물(F-2-2)을 다시 20% methanol을 용출용매로 하여 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피(33×3 cm)로 10 ml씩 분취하여 50개의 분획을 얻었으며, 이들을 TLC(Cellulose F, 전개용매 : *t*-butanol-acetic acid-H₂O = 3 : 1 : 1, v/v)로 검색하여 다시 4개(F-2-2-1~F-2-2-4)의 분획으로 나누었으며, 이

Table 2. ¹H- and ¹³C-NMR spectra data for compound IIIa including results of HMQC and HMBC

IIIa					
	¹³ C	¹ H	HMQC	HMBC	
C	δ C	δ H		² JCH	³ JCH
2	152.99	-	-	-	H6'
3	134.96	-	-	-	-
4	169.78	-	-	-	-
5	150.48	-	-	H6	-
7	154.26	-	-	H6,8	-
9	157.25	-	-	H8	-
10	115.02	-	-	-	H6
1'	119.86	-	-	H6'	H3'
2'	148.97	-	-	H3'	H6'
4'	153.06	-	-	H3',5'	H6'
CH					
6	114.04	6.86(<i>d</i> , 2.0)	-	-	H8
8	109.05	7.21(<i>d</i> , 2.0)	-	-	H6
3'	117.39	7.09(<i>d</i> , 2.5)	-	-	H5'
5'	119.42	7.14(<i>dd</i> , 2.5, 8.5)	-	H6'	H3'
6'	130.72	7.55(<i>d</i> , 8.5)	-	H5'	-
OCO(CH ₃)					
3	167.65(20.22 ^a)	2.16(<i>s</i>)	-	-	-
5	169.34(21.04)	2.42(<i>s</i>)	-	-	-
7	167.84(21.15)	2.32(<i>s</i>)	-	-	-
2'	168.77(21.02)	2.22(<i>s</i>)	-	-	-
4'	168.52(21.13)	2.31(<i>s</i>)	-	-	-

note) a : ¹³C-NMR signal of methyl carbon in acetyl group

중 F-2-2-3으로부터 화합물 IV(56 mg)를 분리하였다. 화합물 IV는 은 vanillin-HCl에 대하여 분홍색으로 정색 반응을 하였으며 이 화합물의 NMR spectral data는 다음과 같다.

¹H-NMR(400MHz, methanol-*d*₄) : δ 2.51(1H, *dd*, *J*₁=8.5Hz, *J*₂=16.0Hz, H-4ax), 2.87(1H, *dd*, *J*₁=5.6Hz, *J*₂=16.0Hz, H-4eq), 3.97(1H, *m*, H-3), 4.58(1H, *d*, *J*=7.8Hz, H-2), 5.84(1H, *J*=2.3Hz, H-6), 5.92(1H, *d*, *J*=2.3Hz, H-8), 6.79(2H, *d*, *J*=8.5Hz, H-3', 5'), 7.22(2H, *d*, *J*=8.5Hz, H-2', 6').

¹³C-NMR(100MHz, methanol-*d*₄) : δ 28.90(C-4),

68.85(C-3), 82.87(C-2), 95.50(C-8), 96.33(C-6), 100.91(C-10), 116.04(C-3', C-5'), 129.61(C-2', C-6'), 131.50(C-1'), 156.99(C-5), 157.57(C-4'), 157.86(C-7), 158.40(C-9).

3. 결과 및 고찰

3.1 화합물 I

산뽕나무 심재의 에탄올 추출물로부터 항균활성이 있는 것으로 추정되는 페놀성물질을 분리하였으며,

얻어진 4개의 화합물에 대해서는 기기분석에 의해 그 화학적 구조를 밝혔다. 화합물 I은 노란색 분말상태로 얻어졌으며, 산뽕나무 심재의 에탄올 추출물을 TLC로 분석한 결과 주성분의 하나로 생각되었다. 화합물 I의 EI-MS 스펙트럼에서는 molecular ion peak(M^+)가 m/z 244로 나타났으며 CI-MS에서는 $245(M+H)^+$ 를 나타내 분자량이 244인 것으로 밝혀졌다. 이 화합물을 아세틸화한 Ia의 EI-MS에서는 M^+ 가 m/z 412를 나타내, 화합물 I에는 -OH기가 4개 존재하는 것으로 확인되었다. 그리고 이 화합물의 high resolution EI-MS를 측정된 결과 분자량이 244.0735로 이 data를 기준으로 원소 조성을 계산한 결과 $C_{14}H_{12}O_4$ 로 나타났다. 이 화합물의 수소 부족지수(Index of hydrogen deficiency; IHD)는 9로써 2개의 방향족환(IHD=4)과 1개의 2중결합을 갖는 stilbene 화합물인 것을 알 수가 있었다.

1H -NMR 스펙트럼에서는 6.88ppm과 7.32ppm의 2개의 doublet 시그널은 stilbene부분 구조의 H-7 및 H-8의 proton에서 유래하는 것으로서 그 결합정수(J)가 16.5Hz로써 olefinic proton이 trans 형태로 존재한다는 것을 알 수 있다. 이는 IR스펙트럼에서 1593, 1513 cm^{-1} 의 흡수대의 존재로도 확인되었다. 또한, 6.23ppm의 1H, triplet과 6.51ppm의 2H, doublet의 2개의 signal은 그 결합정수가 2.0Hz로 서로 meta coupling을 하고 있는 전형적인 1, 3, 5가 치환된 2개의 방향족환과 1개의 2중결합을 갖는 stilbene 화합물인 것을 알 수가 있었다.

화합물 II의 1H -NMR 스펙트럼에서는 6.79ppm(1H, H-7) 및 6.95ppm(1H, H-8)의 2개의 doublet 시그널은 그 결합정수가 16.5Hz로 trans 형태의 olefinic proton의 존재를 시사하고 있다. 그리고, 6.75ppm(1H, $J=8.5Hz$)과 7.34ppm(1H, $J=8.5Hz$)의 2개의 doublet signal은 aromatic ring에 존재하는 proton이 meta coupling을 하고 있는 1, 4번의 탄소에 위치한 수소가 치환된 2치환 벤젠핵의 패턴을 나타내고 있다. 또한, 화합물 II의 1H - 1H long range COSY에서는 H-2', 6'/H-8위 및 H-2, 6/H-7위와의 상관피크의 존재가 확인되어 2개의 방향족 환의 1번 위치에 olefinic bond를 가진 것으로 증명되었다. ^{13}C -NMR 스펙트럼의 158.38ppm 시그널은 *p*-hydroxyphenyl 부분구조의 C-4'위의 탄소에 귀속하였다. 그 밖에 IR, UV, HMQC 및 HMBC(Table 1)등에서 상관피크의 존재등을 확인한 결과, 화합물 II은 3,4',5-trihydroxystilbene, 즉 resveratrol로 동

정되었다(Fig. 1).

3.3 화합물 III

노란색 분말로 단리되어진 화합물 III은 구조동정을 위해 acetylation하여 IIIa를 얻었다. 화합물 IIIa의 1H -NMR 스펙트럼의 2.16ppm(3H, C-3-OAc) singlet 시그널은 알콜성 아세틸기, 또한 2.22ppm(3H, C-2'-OAc), 2.31ppm(3H, C-4'-OAc), 2.32ppm(3H, C-7-OAc) 및 2.42ppm(3H, C-4'-OAc)의 합계 4개 singlet 시그널은 각각 페놀성 아세틸기에 유래한 proton으로, 이들 귀속은 HMQC, HMBC의 측정으로 상관피크의 존재를 확인할 수 있었다. 그리고 6.86ppm(1H, $J=2.0Hz$) 및 7.21ppm(1H, $J=2.0Hz$)의 2개 doublet 시그널은 A환의 6위 및 8위의 proton에 귀속하였으며, 또한 7.09ppm(1H, d , $J=2.5Hz$), 7.14ppm(1H, dd , $J_1=2.5Hz$, $J_2=8.5Hz$) 및 7.55ppm(1H, d , $J=8.5Hz$)의 3개 시그널은 3', 5' 및 6'-의 proton에 각각 귀속하였는데, 이는 2, 4-2치환 phenyl기의 특징적인 패턴을 나타내고 있다. 또한, ^{13}C -NMR의 169.78ppm 시그널은 카르보닐기에 유래하는 탄소에 귀속하였다. 그 밖의 기기분석의 결과, 화합물III은 2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone, 즉 morin으로 동정되었다(Fig. 1).

3.4 화합물 IV

화합물IV는 유백색 분말로 얻어졌다. 이 화합물의 1H -NMR spectrum의 저자장측에 나타난 6.79ppm(2H, $J=8.5Hz$)과 7.22ppm(2H, $J=8.5Hz$)의 2개 doublet signal은 4개의 수소원자에 의한 signal로 ortho coupling을 하고 있기 때문에 flavonoid의 B환이 H-1, H-4가 치환된 벤젠핵을 가지기 때문에 이 signal들은 H-3', 5'와 H-2', 6' proton에 귀속되며, 또한 ^{13}C -NMR 스펙트럼의 68.85ppm, 82.87ppm signal은 C환의 heterocyclic flavan-3-ol 부분구조의 3위 및 2위의 탄소를 나타내고 있으며, 28.90ppm 시그널은 C-4위의 methylen탄소에 각각 귀속되었다.

특히 flavan-3-ol 화합물의 경우 C-2와 C-3는 chiral center이므로 결합된 치환기의 위치에 따라 4개의 epimer가 존재할 수가 있다. 이들 화합물중 수소가 trans- 형태인 catechin과 cis- 형태인 epicatechin은 H-2의 signal에 의해 구별이 가능한데 (+)-catechin의 경우 H-2는 4.57ppm에서 결합정수(J)가 7.4 Hz를 가진 doublet의 signal을 나타내며, (-)-epicatechin의 경우는 H-2가 4.82ppm에서 singlet

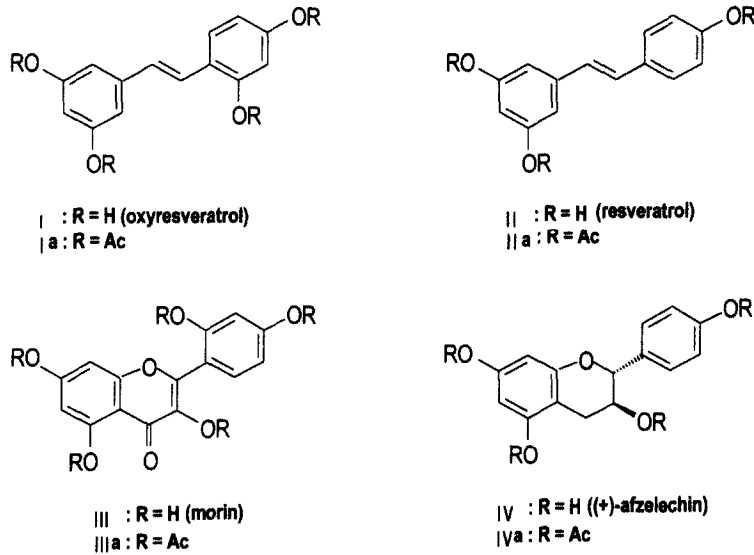


Fig. 1. Structure of compound I, II, III, IV.

된 3치환 벤젠핵의 존재를 나타내며 6.37ppm의 1H, double doublet($J_1=2.5\text{Hz}$, $J_2=8.5\text{Hz}$)과, 6.43ppm(1H, d , $J=2.5\text{Hz}$) 및 7.39ppm(1H, d , $J=8.5\text{Hz}$)의 3개의 signal은 방향족 환에 있는 proton이 서로 ortho- 및 meta- coupling을 하고 있는 전형적인 1, 2, 4가 치환된 3치환 벤젠핵의 존재를 시사하고 있다. 이는 화합물 I의 UV 스펙트럼에서의 λ_{max} 220, 302 nm의 존재로도 확인되었다.

또한, 화합물 I의 ^{13}C -NMR에서는 합계 12개의 시그널이 나타났으며, 이중 126.32ppm 및 124.35ppm peak는 stilbene부분구조 중의 C-7 및 C-8의 탄소에 각각 귀속되었으며 HMQC, HMBC(Table 1) 분석결과, 화합물 I은 2',3,4',5-tetrahydroxystilbene, 즉 oxyresveratrol로 동정되었다(Fig. 1).

3.2 화합물 II

화합물 II는 유백색 분말로 분리되었으며, EI-MS 스펙트럼에서는 M^+ 가 m/z 228, CI-MS에서는 $229(\text{M}+\text{H})^+$ 를 나타내어 분자량이 228인 것으로 증명되었으며, 아세틸화시킨 IIa의 EI-MS에서는 M^+ 가 m/z 354를 나타내 이 화합물에는 -OH기가 3개 존재하는 것으로 확인되었다. 그리고 이 화합물의 high resolution EI-MS를 측정된 결과 분자량이 228.0786으로 이 data를 기준으로 원소 조성을 계산한 결과 $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$ 으로 나타났다. 이 화합물의 IHD 역시 9로

의 signal을 보이며 (+)-catechin의 ^{13}C -NMR spectrum에서 C-2와 C-3 signal이 각각 82.9, 68.9에 나타난다는(Kim 등, 1997) 보고가 있는데 화합물 IV의 NMR spectrum에서도 동일한 결과를 나타냄에 따라 화합물 IV는 3,4',5,7-tetrahydroxyflavone, 즉 (+)-afzelechin으로 동정되었다(Fig. 1).

이상의 산뽕나무 심재로부터 분리된 4개의 화합물 중 oxyresveratrol, resveratrol, morin 모두 뽕나무로부터 분리된 적이 있는 기지의 물질이나(Deshpande 등, 1975; Takasugi 등, 1978; Venkataraman, 1976), (+)-afzelechin의 경우에는 뽕나무로부터 분리되었다는 보고는 아직 없다. 특히, oxyresveratrol의 경우에는 여러 종의 뽕나무 심재로부터 다량으로 검출되나, 변재에서는 검출되지 않는 것으로 보고되고 있다(Takasugi 등, 1978). 양적으로는 oxyresveratrol > resveratrol > morin > (+)-afzelechin 순으로, 일반적으로 뽕나무에서 많이 분리되는 morin의 양이 적고 상대적으로 oxyresveratrol과 resveratrol의 양이 많은 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 공식식물로 사용한 산뽕나무가 수령 17년의 수목으로 환경적인 스트레스나 병해충에 대한 phytoalexin으로서 oxyresveratrol과 resveratrol이 심재에 다량으로 축적된 것으로 생각된다. 이러한 가능성을 뒷받침하는 예로서 oxyresveratrol의 경우에는 뽕나무(*M. alba*)에 병원균인 *Fusarium solani*

f.sp. *mori*를 접종한 목질부로부터 phytoalexin으로 검출된다는 보고가 있으며(Deshpande 등, 1975), resveratrol도 땅콩을 비병원균인 *Helminthosporium carbonum*으로 접종했을 경우 배축에 축적된다는 보고가 있다(Ingham, 1976).

4. 결 론

국내산 수목 추출물의 항균 및 항산화활성을 검정한 결과(이성숙 등, 1999), 활성이 우수한 것으로 나타난 산뽕나무로부터 물질을 단리하고, 구조를 동정하기 위해, 심재 추출물을 용매분획하여 얻은 에틸아세테이트 가용부로부터 칼럼크로마토그래피, TLC, 액-액 분배크로마토그래피 등의 방법을 이용하여 4개의 페놀성화합물을 단리하였다. 이들을 기기분석하여 구조를 동정한 결과, stilbenoid인 2',3,4',5-tetrahydroxystilbene (oxyresveratrol), 3,4',5-trihydroxystilbene (resveratrol)과 flavonoid인 2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone(morin) 및 3,4',5,7-tetrahydroxyflavan((+)-afzelechin)으로 밝혀졌다. 이들 화합물 중 oxyresveratrol, resveratrol, morin은 뽕나무로부터 단리된 적이 있는 물질이나(Deshpande 등, 1975; Takasugi 등, 1978; Venkataraman, 1976), (+)-afzelechin는 뽕나무로부터 단리되었다는 보고는 없다. 또한, 양적으로는 oxyresveratrol > resveratrol > morin > (+)-afzelechin 순이었는데, 금후 다량으로 단리된 oxyresveratrol과 resveratrol의 항균 및 항산화활성을 포함한 생리활성에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Deshpande, V. H., R. Srinivasan and A. V. Rama Rao. 1975. Wood phenolics of *Morus* species : Part IV-phenolics of the heartwood of five *Morus* species. Indian J. Chem. 13: 453~457.
2. Ingham, J. L. 1976. 3,5,4'-Trihydroxystilbene as a phytoalexin from groundnuts(*Arachis hypogaea*). Phytochemistry 15: 1791~1793.
3. Kim, Jin-Kyu, Wan-Geun Park and Young-Soo Bae. 1997. Flavonoid Glycosides from Needles of *Larix leptolepis*(Pinaceae). Mokchae Konghak 25(2): 81~87.
4. Nomura, T. 1988. Phenolic compounds of the mulberry tree and related plants. In : Progress in the chemistry of organic natural products, Eds W. Herz and H. Grisebach, Springer-Verlag, New York, pp88~201.
5. Takasugi, M., L. Monoz, T. Masamune, A. Shirata and K. Takahashi. 1978. Stilbene phytoalexin from diseased mulberry. Chem. Letters. 1241~1242.
6. Venkataraman, K. 1972. Wood phenolics in the chemotaxonomy of the moraceae. Phytochemistry 11: 1571~1586.
7. Yamatake, Y. M. Shibata and M. Nagai. 1976. Pharmacological studies on root bark of mulberry tree (*Morus alba* L.). Japan J. Pharmacol. 26: 461~469.
8. 이성숙, 이학주, 강하영, 최돈하. 1999. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구 (I). 산림과학논문집 61: 82~89.
9. 한국화학연구소. 1988. 한국유용식물자원연구총람. pp639~643.