

## 잣나무 (*Pinus koraiensis*) 목부의 추출성분\*1

이 학 주\*2† · 최 윤 정\*2 · 최 돈 하\*2 · 홍 인 표\*3

### Extractives of *Pinus koraiensis* wood\*1

Hak-Ju Lee\*2† · Yun-Jeong Choi\*2 · Don-Ha Choi\*2 · In-Pyo Hong\*3

#### 요 약

잣나무 목부 에탄올 조추출물로부터 7종의 화합물을 단리하였으며, 기기분석 결과 flavonoids인 5-hydroxy-7-methoxyflavone을 비롯하여 chrysin, pinocembrin, pinobanksin, galangin 그리고 stilbenoids 화합물인 3-hydroxy-5-methoxystilbene과 pinosylvin으로 각각 동정되었다.

#### ABSTRACT

Two stilbenoids and five flavonoids were isolated from wood of *Pinus koraiensis* (Pinaceae). The chemical structures of isolated compounds were determined as : 5-hydroxy-7-methoxyflavone, chrysin, galangin, pinocembrin, pinobanksin, 3-hydroxy-5-methoxystilbene and pinosylvin on the basis of Mass and NMR spectroscopic data.

**Keywords:** *Pinus koraiensis*, wood, 5-hydroxy-7-methoxyflavone, chrysin, galangin, pinocembrin, pinobanksin, 3-hydroxy-5-methoxystilbene, pinosylvin

\*1 접수 2002년 11월 1일, 채택 2003년 1월 3일

이 논문은 농림부 농림기술개발사업의 연구개발 결과임

\*2 임업연구원 화학미생물과 Div. Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

\*3 임업연구원 재료성능과 Div. Material Performance, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

† 주저자(corresponding author) : 이학주(e-mail: hakju99@hanmail.net)

## 1. 서 론

잣나무(*Pinus koraiensis*)는 소나무과에 속하는 상록교목으로 일명 홍송(紅松)이라고도 한다. 해발고도 1,000 m 이상에서 자라며 높이 30 m, 지름 1 m 정도까지 자라는 나무로 수피는 회갈색이고 얇은 조각이 떨어진다. 잎은 짧은 가지 끝에 5개씩 달리며, 뒷면에는 하얀 기공선이 있어 연한 초록색을 띠며 가장자리에 잔 톱니가 있다. 목재는 질이 연하고 결이 곧게 뻗어 가공하기 쉬우므로 가구재 및 건축재, 도구나 선박을 만드는 데 사용된다. 그러나 건축부재로 활용하기 위해 고온건조시 갈변색하는 건조 결함이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 재색변화의 원인을 구명하기 위해 잣나무 목부의 추출성분을 탐색하는 과정에서 우선적으로 얻어진 결과에 대하여 보고하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

공시목으로는 1996년 2월 임업연구원 홍릉수목원에서 채취한 수령 30년생 (흉고 직경: 28 cm)의 잣나무를 박피한 후 목부를 분쇄기로 분쇄하여 사용하였다.

### 2.2. 추출 및 분획

잣나무 목분(60~80 mesh)을 음건시킨 후, 95% 에탄올(ethanol, EtOH)에 72시간 동안 실온에서 침적하여 추출하였으며, 이 조작은 2회 실시하였다. 여기서 얻어진 EtOH 조추출물은 헥산(*n*-hexane), 디클로로메탄(dichloromethane, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) 및 에틸아세테이트(ethyl acetate, EtOAc) 등의 용매를 사용하여 순차 연속추출하여 용매분획하였다.

이 중 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부(17.12 g)를 취하여 Sephadex LH-20 column (5.5×58 cm, 용출용매 MeOH, 용출량 25 ml) chromatography를 실시하여 84개의 시험관에 분취하였으며, 각 분취물은 박층크로마토그래프(TLC; silica gel 60 F<sub>254</sub>, 전개용매 toluene-ethyl

formate-formic acid = 7:2:1, v/v/v) 상에서 UV (254 nm), 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 및 phosphomolybdic acid로 검색하여 6개의 분획물(PS-1~PS-6)로 나누었다.

### 2.3. 기기분석

단리된 화합물의 구조동정을 위하여 질량(EI-MS) 스펙트럼은 임업연구원의 JEOL JMS-600W Mass Spectrometer를 사용하였고, 핵자기공명(NMR) 스펙트럼은 단리된 화합물들을 acetone-*d*<sub>6</sub>, methanol-*d*<sub>4</sub>에 용해시켜 한국기초과학지원연구원 서울분소의 Bruker AMX-500으로 측정하였다.

### 2.4. 각 성분의 단리

#### 2.4.1. 화합물 I

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-3 분획물을 silica gel column (4.5×66.5 cm, 용출용매 *n*-hexane-acetone = 9:2, v/v, 용출량 5 ml) chromatography를 실시하여 600개의 시험관에 분취하였다. 각 분취물은 UV (254 nm)로 검색하여 12개의 분획물(PS-3-1~PS-3-12)로 나누었으며, 이 중 PS-3-2의 분획물로부터 화합물 I을 단리하였다.

EI-MS *m/z*: 268 (M<sup>+</sup>, base ion), 239, 225, 210, 166, 149, 138, 120, 95, 69. <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR data: Table 1, 2. HMBC correlations: OCH<sub>3</sub>-7→C-7, H-6→C-5/C-8/C-10, H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-3→C-1'/C-2/C-4/C-10, H-2'/H-6'→C-2/C-4', H-3'/H-4'/H-5'→C-2'/C-6', OH-5→C-5/C-6/C-10.

#### 2.4.2. 화합물 II

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-3-9 분획물로부터 화합물 II를 분리하였다.

EI-MS *m/z*: 254 (M<sup>+</sup>, base ion), 226, 179, 152, 149, 124, 69. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR data: Table 1, 2. HMBC correlations: H-6→C-5/C-7/C-8/C-10, H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-3→C-1'/C-2/C-4/C-10, H-2'/6'→C-2/C-4', H-3'/4'/5'→C-1'/C-2'/6'.

### 2.4.3. 화합물 III

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-4 분획물을 silica gel column (size 2.5×50 cm, 용출용매 *n*-hexane-acetone = 3:1, v/v, 용출량 2 ml) chromatography를 실시하여 5개의 분획물(PS-4-1~PS-4-5)로 나누었으며, 이 중 PS-4-3 분획물로부터 화합물 III을 분리하였다.

EI-MS  $m/z$ : 270 (M<sup>+</sup>, base ion), 242, 213, 197, 168, 136, 105, 77. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C- NMR data: Table 1, 2. HMBC correlations: H-6→C-5/C-7/C-8/C-10, H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-2'/6'→C-2/C-2'/C-3'/C-4', H-3'/5'→C-1'/C-3'/C-4'/C-5, H-4'→C-2'/C-3'/C-5'/C-6'.

### 2.4.4 화합물 IV

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 분획물인 PS-3-6로부터 화합물 IV를 얻었다.

EI-MS  $m/z$ : 256 (M<sup>+</sup>, base ion), 179, 152, 124, 103, 69. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C- NMR data: Table 1, 2. HMBC correlations: H-3eq→C-4/C-10, H-3ax→C-1'/C-2/C-4, H-2→C-1'/C-2'/C-6', H-6→C-5/C-7/C-8/C-10, H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-3'/H-4'/H-5'→C-1'/C-2'/C-6'/C-3'/C-5', H-2'/H-6'→C-2/C-2'/C-6'/C-3'/C-4'/C-5'. OH-5→C-5/C-6/C-10. NOESY correlations: H-2↔H-3ax/H-3eq, H-2'/H-6'↔C-3ax/H-2.

### 2.4.5. 화합물 V

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-3-10 분획물로부터 화합물 V를 분리하였다.

EI-MS  $m/z$ : 272 (M<sup>+</sup>), 243 (base ion), 165, 153, 148, 120. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR data: Table 1, 2. HMBC correlations: H-3→C-1'/C-2/C-4, H-2→C-1'/C-2'/C-3/C-4/C-6', H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-6→C-8/C-10, H-2'/H-6'→C-1'/C-2/C-3'/C-4'/C-5', H-3'/H-4'/H-5'→C-1'/C-2'/C-6'. NOESY correlations: H-3↔H-2/H-2'/H-6', H-2↔H-3/H-2'/H-6', H-2'/H-6'↔H-3'/H-4'/H-5'.

### 2.4.6 화합물 VI

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-3-4 분획물로부터 화합물 VI을 분리하였다.

EI-MS  $m/z$ : 226 (M<sup>+</sup>, base ion), 211, 194, 165, 152, 141, 113. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR data: Table 3. HMBC correlations: OCH<sub>3</sub>-5→C-5, H-4→C-2/C-3/C-5/C-6, H-2/H-6→C-2/C-3/C-4/C-5/C-6, H-7→C-1/C-2/C-6/C-1', H-8→C-1, H-2'/H-6'→C-3'/C-4'/C-5', H-3'/H-5'→C-1'. NOESY correlations: H-2/H-6↔H-7, H-8↔C-2'/C-6', H-4'↔H-3'/H-5', H-3'/H-5'↔H-2'/H-6'.

### 2.4.7. 화합물 VII

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 가용부의 PS-3-12 분획물을 silica gel column (size 2.5×50 cm, 용출용매 *n*-hexane-acetone = 3:1, v/v, 용출량 3 ml)으로 3개의 분획물(PS-3-12-1~PS-3-12-3)로 나누었으며, 이 중 PS-3-12-2 분획물에서 화합물 VII을 분리하였다.

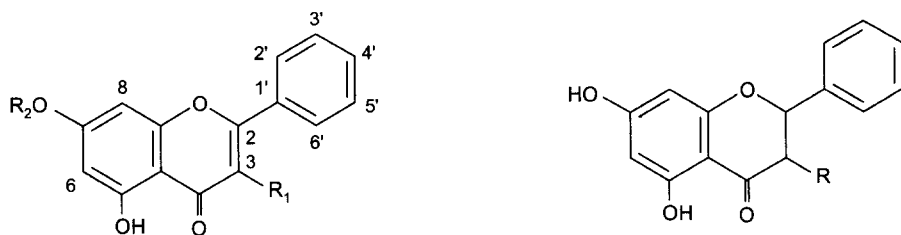
EI-MS  $m/z$ : 212 (M<sup>+</sup>), 179, 166, 153 (base ion), 120, 107, 91, 69. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR data: Table 3. HMBC correlations: H-4→C-2/C-3/C-5/C-6, H-2/H-6→C-3/C-4/C-5, H-7→C-1/C-2/C-6/C-8, H-8→C-1/C-7. NOESY correlations: H-2/H-6↔H-7, H-8↔C-2'/C-6', H-7↔H-8, H-3'/H-5'↔H-2'/H-6'/H-4'.

## 3. 결과 및 고찰

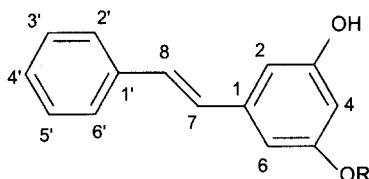
### 3.1. 화합물 I

#### (5-Hydroxy-7-methoxyflavone)

화합물 I은 EI-MS 스펙트럼에서  $m/z$  268의 분자이온 피크를 나타내었다. <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서 δ 3.88의 1개의 singlet는 methoxy기에서 기인하며, 또한 δ 7.50~7.89 사이의 multiplet의 시그널은 적분 곡선의 강도로부터 5개의 방향핵 proton이 존재함을 나타내었다. 또한 DEPT법에 의한 화합물 I의 <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서는 methoxy기를 제외하고, 총 15



$R_1=H, R_2=Me$  : 5-hydroxy-7-methoxyflavone ( I )      $R=H$  : pinocembrin (5, 7-dihydroxyflavanone ( IV )  
 $R_1=H, R_2=H$  : chrysin (5, 7-dihydroxyflavone) ( II )      $R=OH$  : pinobanksin (3, 5, 7-trihydroxyflavanone ( V )  
 $R_1=OH, R_2=H$  : galangin (3, 5, 7-trihydroxyflavone ) ( III )



$R=Me$  : 3-hydroxy-5-methoxystilbene ( VI )  
 $R=H$  : pinosylvin (3, 5-dihydroxystilbene) ( VII )

Fig. 1. Compounds isolated from wood of *Pinus koraiensis*.

개의 탄소 시그날이 확인되며, 이 중 8개의 tertiary 탄소와 7개의 quaternary 탄소가 있음을 확인할 수 있었다.  $^1H-^1H$  COSY 스펙트럼은 방향핵내의 H-6위 ( $\delta$  6.37, 1H, *d*,  $J = 2.1$  Hz)와 H-8위 ( $\delta$  6.49, 1H, *d*,  $J = 2.1$  Hz.) proton이 서로 상관관계에 있으며, 이들의 결합정수로부터 H-6위, H-8위의 proton이 서로 *meta*결합을 하고 있음을 나타내고 있다 (Silverstein *et al.*, 1998). 또한 HMBC 스펙트럼을 통해  $\delta$  12.71 (1H, *s*, OH)의 수산기 proton과 C-5 위, C-6위, C-10위 탄소와 교차피크를 확인함으로써 수산기가 C-5위 탄소에 결합한 화합물임을 알 수 있었다. 이상의 결과, 화합물 I은 5-hydroxy-7-methoxyflavone으로 동정하였다. 이 화합물은 헛개 나무 목부로부터도 분리되었다(최 등, 2003).

### 3.2 화합물 II (chrysin)

화합물 II은 EI-MS에서 분자이온 피크  $m/z$  254

$[M]^+$ 를 나타내었다.  $^1H$ -NMR 스펙트럼에서 나타나는  $\delta$  6.95은 한개의 singlet 시그날은 화합물 II의 HMBC 스펙트럼에서 C-1' ( $\delta$  130.59), C-2 ( $\delta$  163.13), C-4 ( $\delta$  181.78), C-10 ( $\delta$  103.86) 탄소와 교차피크를 나타내므로 heterocyclic 부분구조의 H-3 위에 귀속하였다. 그리고 II의  $^{13}C$ -NMR 스펙트럼은 DEPT, HMQC, HMBC 스펙트럼을 확인하여 각각의 시그날을 귀속한 결과, 화합물 II는 5, 7-dihydroxyflavone인 chrysin으로 동정되었다.

### 3.3. 화합물 III (galangin)

화합물 III의  $^1H$ -NMR 스펙트럼에서  $\delta$  4.55 (1H,  $J = 11.5$  Hz)과  $\delta$  4.99 (1H,  $J = 11.5$  Hz) 두개의 doublet 시그날은 H-3위와 H-2위 proton에 귀속하였으며,  $\delta$  5.89 (1H,  $J = 2.0$  Hz)과  $\delta$  5.93 (1H,  $J = 2.0$  Hz) 두개의 doublet는 H-8위와 H-6위의 proton에 각각 귀속하였다.  $\delta$  6.84 (2H,  $J = 2.5$ ,

Table 1.  $^{13}\text{C}$  NMR data of compounds I ~ V (125 MHz, acetone- $d_6$ )

C	I	II	III*	IV	V*
2	164.92 <i>s</i>	164.00 <i>s</i>	146.99 <i>s</i>	79.98 <i>d</i>	85.04 <i>d</i>
3	106.32 <i>d</i>	105.58 <i>d</i>	138.56 <i>s</i>	43.62 <i>t</i>	73.72 <i>d</i>
4	183.29 <i>s</i>	182.44 <i>s</i>	177.74 <i>s</i>	196.86 <i>s</i>	198.20 <i>s</i>
5	163.10 <i>s</i>	162.41 <i>s</i>	162.67 <i>s</i>	165.34 <i>s</i>	165.34 <i>s</i>
6	98.89 <i>d</i>	99.15 <i>d</i>	99.45 <i>d</i>	96.98 <i>d</i>	97.46 <i>d</i>
7	166.83 <i>s</i>	166.54 <i>s</i>	166.00 <i>s</i>	167.37 <i>s</i>	168.75 <i>s</i>
8	93.38 <i>d</i>	94.25 <i>d</i>	94.59 <i>d</i>	95.93 <i>d</i>	96.35 <i>d</i>
9	158.83 <i>s</i>	158.30 <i>s</i>	158.52 <i>s</i>	164.20 <i>s</i>	164.39 <i>s</i>
10	106.32 <i>s</i>	105.52 <i>s</i>	104.73 <i>s</i>	103.29 <i>s</i>	101.85 <i>s</i>
1'	132.22 <i>s</i>	131.63 <i>s</i>	132.70 <i>s</i>	140.07 <i>s</i>	138.55 <i>d</i>
2'	127.30 <i>d</i>	126.60 <i>d</i>	128.81 <i>d</i>	127.31 <i>d</i>	128.93 <i>d</i>
3'	130.01 <i>d</i>	129.36 <i>d</i>	129.49 <i>d</i>	129.49 <i>d</i>	129.41 <i>d</i>
4'	132.81 <i>d</i>	132.07 <i>d</i>	130.93 <i>d</i>	129.42 <i>d</i>	129.90 <i>d</i>
5'	130.01 <i>d</i>	129.36 <i>d</i>	129.49 <i>d</i>	129.49 <i>d</i>	129.41 <i>d</i>
6'	127.30 <i>d</i>	126.60 <i>d</i>	128.81 <i>d</i>	127.31 <i>d</i>	128.93 <i>d</i>
OCH <sub>3</sub>	56.46 <i>q</i>				

\* These data were recorded in methanol- $d_4$ .

Table 2.  $^1\text{H}$ -NMR data of compounds I ~ V (500 MHz, acetone- $d_6$ )

H	I	II	III*	IV	V*
2				557 <i>dd</i> (3.1, 12.7)	590 <i>d</i> (11.5)
3 <sub>eq</sub>				283 <i>dd</i> (3.1, 17.2)	452 <i>d</i> (11.5)
3 <sub>ax</sub>	6.82 <i>s</i>	6.79 <i>s</i>	-	3.17 <i>dd</i> (12.7, 17.2)	
6	6.35 <i>d</i> (1.9)	6.30 <i>d</i> (2.0)	6.19 <i>d</i> (2.0)	5.97 <i>d</i> (2.3)	5.93 <i>d</i> (2.2)
8	6.73 <i>d</i> (1.9)	6.59 <i>d</i> (2.0)	6.40 <i>d</i> (2.0)	5.59 <i>d</i> (2.3)	5.90 <i>d</i> (2.2)
2	8.08 <i>m</i>	8.07 <i>dd</i> (1.8, 7.8)	8.18 <i>d</i> (7.0)	7.57 <i>d</i> (7.5)	7.52 <i>dd</i> (1.8, 8.0)
3'	7.62 <i>m</i>	7.61 <i>m</i>	7.48 <i>m</i>	7.45 <i>m</i>	7.38 <i>m</i>
4'	7.62 <i>m</i>	7.61 <i>m</i>	7.48 <i>d</i> (7.5)	7.45 <i>m</i>	7.38 <i>m</i>
5'	7.62 <i>m</i>	7.61 <i>m</i>	7.48 <i>m</i>	7.45 <i>m</i>	7.38 <i>m</i>
6'	8.08 <i>m</i>	8.07 <i>dd</i> (1.8, 7.8)	8.18 <i>d</i> (7.0)	7.57 <i>d</i> (7.5)	7.52 <i>dd</i> (1.8, 8.0)
OCH <sub>3</sub>	3.94 <i>s</i>	-	-	-	-
OH	12.85 <i>s</i>	-	-	12.15 <i>s</i>	-

\* Data were recorded in methanol- $d_4$ ; *J* values in parentheses are recorded in Hz.

Table 3. <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR data of compounds VI and VII

C	VI (acetone-d <sub>6</sub> )		VII (methanol-d <sub>4</sub> )	
	δ H	δ c	δ H	δ c
1	-	140.40 s	-	140.81 s
2	6.69 (t, 22)	107.09 d	6.49 (d, 22)	106.15 d
3	-	159.61 s	-	159.73 s
4	6.36 (t, 22)	101.93 d	6.20 (t, 22)	103.22 d
5	-	162.21 s	-	159.73 d
6	6.69 (t, 22)	104.37 d	6.49 (d, 22)	106.15 d
7	7.12 (d, 163)	129.52 d	6.69 (d, 163)	129.51 d
8	7.18 (d, 163)	129.67 d	6.02 (d, 163)	129.92 d
1'	-	138.34 s	-	138.78 s
2'	7.58 (dd, 14, 7.5)	127.38 d	7.49 (dd, 14, 7.5)	127.49 d
3'	7.36 (dt, 14, 7.5)	129.52 d	7.30 (dt, 14, 7.5)	129.69 d
4'	7.27 (dt, 14, 7.5)	128.42 d	7.20 (dt, 14, 7.5)	128.55 d
5'	7.36 (dt, 14, 7.5)	129.52 d	7.30 (dt, 14, 7.5)	129.69 d
6'	7.58 (dd, 14, 7.5)	127.38 d	7.49 (dd, 14, 7.5)	127.49 d
OMe	3.79 (s)	55.50 q	-	-
OH	8.33 (s)	-	-	-

※ The same as Table 1, 2.

9.0 Hz)과 δ 7.36 (2H, d, J = 2.5, 9.0 Hz)의 double doublet 시그널은 각각 H-3'/H-5', H-2'/H-6'의 proton에 귀속하였는데, 이는 1', 4'-2치환 벤젠핵의 존재를 나타내고 있었다. 화합물 III의 <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서는 화합물 I, II와 유사한 시그널을 보이며 15개의 탄소 피크를 나타내었다. 각 시그널은 δ 73.64 C-3, δ 84.98 C-2, δ 96.34 C-8, δ 97.38 C-6, δ 101.82 C-10, δ 116.15 C-3'/5', δ 129.31 C-1', δ 130.38 C-2'/6', δ 159.23 C-4', δ 164.55 C-9, δ 165.34 C-5, δ 168.87 C-7, δ 198.47 C-4로 각각 귀속하였다(Agrawal, 1989). 또한 NOESY 스펙트럼에서 δ 4.99의 H-2위 proton은 H-3위 proton과 H-2'/6' proton과의 상관피크를 나타냄으로써 이들 proton들이 서로 근접하고 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과, 화합물 III은 3, 5,

7-trihydroxyflavone인 galangin으로 동정되었다.

### 3.4. 화합물 IV (pinocembrin)

화합물 IV는 EI-MS에서 분자이온 피크 m/z 256을 나타냈다. δ 5.44 (1H, J = 3.5, 12.5 Hz)의 한 개의 double doublet 시그널은 heterocyclic 부분구조의 H-2위, 그리고 δ 3.07 (1H, J = 12.5, 17.0 Hz, H-3ax.)과 δ 2.75 (1H, J = 3.5, 17.0 Hz, H-3eq.) 두개의 double doublet 시그널은 그 결합정수로부터 H-3위의 equatorial 및 axial proton으로 각각 귀속하였다. 화합물 IV의 <sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY 스펙트럼에서 서로 가까이 있는 H-2위의 proton과 H-3위의 proton 사이와, H-3위의 axial과 equatorial proton의 상관 피크를 볼 수 있었다. 또한 H-2'/H-6'의 proton, H-2

위 proton과 H-3위의 axial proton이 NOESY 스펙트럼을 통하여 상관피크를 보임으로써 H-2위 proton과 H-3위의 axial proton이 공간상 가까이 있음을 알 수 있었다. 화합물 IV의 HMBC 스펙트럼에서는 H-3위의 equatorial proton과 C-1'위 탄소간의 교차피크가 나타나 있고, H-3위 axial proton과 C-10위 탄소의 교차피크가 나타나 있다. 이상의 결과, 화합물 IV은 5, 7-dihydroxyflavanone인 pinocembrin으로 동정되었다. 이 화합물은 우리나라에 자생하는 산벗나무 목부로부터도 분리되었다(이 등, 2001).

### 3.5. 화합물 V (pinobanksin)

화합물 V의 EI-MS에서 분자이온 피크  $m/z$  243  $[M]^+$ 를 나타내었다.  $^1H$ -NMR 스펙트럼에서  $\delta$  4.55 (1H,  $J = 11.5$  Hz, H-3)과  $\delta$  5.08 (1H,  $J = 11.5$  Hz, H-2) 두개의 doublet 시그널은 heterocyclic 부분구조의 H-3위와 H-2위의 proton에 유래한다.  $\delta$  5.92 (1H,  $J = 2.0$  Hz, H-8)과  $\delta$  5.95 (1H,  $J = 2.0$  Hz, H-6) 두개의 doublet는 *meta*결합에 기인하는 것으로 H-8위, H-6위 proton에 귀속하였으며, H-8위의 proton은 HMBC 스펙트럼에서 C-9위, C-7위 탄소와의 교차피크를 확인할 수 있었다.  $\delta$  7.04~ $\delta$  7.44에서 나타나는 multiple signal은 H-3', H-4', H-5' proton,  $\delta$  7.50의 multiple 시그널은 H-2', H-6' proton으로 귀속하였다. 화합물 V의  $^{13}C$ -NMR 스펙트럼에서  $\delta$  198.24의 signal은 카보닐기에서 유래한 C-4위 탄소,  $\delta$  101.87과  $\delta$  164.39의 시그널은 quaternary 탄소인 C-10, C-9위에 각각 귀속하였다. 이상의 결과, 화합물 V는 3, 5, 7-trihydroxyflavanone인 pinobanksin으로 동정하였다.

### 3.6. 화합물 VI

#### (3-hydroxy-5-methoxystilbene)

화합물 VI의 EI-MS 스펙트럼에서 분자량은 226을 나타내었다.  $^1H$ -NMR 스펙트럼에서는 전형적인 stilbenoid 구조에서 볼 수 있는  $\delta$  7.04 (1H,  $J = 16.2$  Hz, H-7)과  $\delta$  7.10 (1H,  $J = 16.2$  Hz, H-8)의 두개의 doublet 시그널이 나타났으며, 이들의 결합정

수가  $J = 16.2$  Hz로 이 두 proton은 서로 *trans* 형태로 존재한다는 것을 시사한다.  $\delta$  6.30 (1H,  $J = 2.2$  Hz, H-4)과  $\delta$  6.61 (1H,  $J = 2.2$  Hz, H-2, 6) 사이의 3개의 triplet 시그널은 1, 3, 5-3치환 벤젠핵의 존재를 나타내고 있었다. 또한  $\delta$  3.79에서 1개의 methoxy기 시그널을 볼 수 있었다. 이는 화합물 VI의 HMBC 스펙트럼에서 C-5위의 탄소와 교차피크를 보임으로써 C-5위 탄소와 결합되어 있음을 알 수 있었다. 화합물 VI의  $^{13}C$ -NMR 스펙트럼에서 나타나는  $\delta$  101.96,  $\delta$  104.75,  $\delta$  107.03의 탄소는 각각 C-4위, C-6위, C-2위 탄소로부터 유래한다. stilbenoid구조에서 나타나는 H-7, H-8의 proton이 벤젠핵 영역의 H-2/6위와 H-2'/6'위와의 상관피크를 보임으로써 공간적으로 서로 가까이 있다는 것이 화합물 VI의 NOESY 스펙트럼에서 확인되었다. 이상의 결과, 화합물 VI은 3-hydroxy-5-methoxystilbene으로 동정되었다.

### 3.7. 화합물 VII (pinosylvin)

화합물 VII의 분자량은 EI-MS에서  $m/z$  212  $[M]^+$ 를 나타내었다.  $^1H$ -NMR 스펙트럼은 화합물 VI과 유사한 stilbenoid구조의  $\delta$  7.00 (1H,  $J = 16.5$  Hz, H-7)과  $\delta$  7.05 ppm (1H,  $J = 16.5$  Hz, H-8) 2개의 doublet 시그널을 나타내었다.  $\delta$  103.24 (C-4),  $\delta$  106.14 (C-2, 6)의 3개 시그널은 1, 3, 5-3치환 벤젠핵의 C-2, C-6, C-4위 탄소에 각각 귀속하였다. 화합물 VII의 NOESY 스펙트럼에서 H-7 proton (1H)은 H-2/6위 proton과 H-8 proton (1H)은 H-2'/6' proton과 서로 상관관계에 있음을 알 수 있었다. 이상의 기기분석 및 문헌검색(Harborn, 1982; 1988; 1992; Markham, 1982)에 의해, 화합물 VII은 3, 5-dihydroxystilben인 pinosylvin으로 동정하였다.

## 4. 결론

잣나무 목부 에탄올 추출물의  $CH_2Cl_2$  가용부로부터 Sephadex LH-20 및 silica gel column chromatography를 이용하여 7종의 페놀성 화합물을

단리하였으며, 기기분석 결과, flavonoids인 5-hydroxy-7-methoxyflavone (I)를 비롯하여 chrysin (II), galangin (III), pinocembrin (IV), pinobanksin (V) 그리고 stilbenoids 화합물인 3-hydroxy-5-methoxy-stilbene (VI)과 pinosylvin (VII)으로 각각 동정하였다.

## 참 고 문 헌

1. 이학주, 이성숙, 최돈하, 加藤 厚. 2001. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구 (VI) -산벚나무 심재의 Flavonoids-. 목재공학 29(2): 133~139.
2. 최윤정, 이학주, 이성숙, 최돈하. 2003. 수목 추출성분의 생리활성에 관한 연구 (X) -헛개나무 목부의 항균활성 물질-. 목재공학 31(1): 1~9.
3. Agrawal, P. K. 1989. Carbone-13 NMR of flavonoids. Elsevier. New York. pp. 564.
4. Harborn, J. B. 1994. The flavonoids. Chapman & Hall. New York. pp. 676.
5. Harborn, J. B. and T. J. Mabrt. 1982. The flavonoids : Advances in Reserch. Chapman & Hall. New York. pp. 19~134.
6. Harborn, J. B., T. J. Mabrt and H. Mabry. 1988. The flavonoids. Chapman & Hall. New York. pp. 621.
7. Markham, K. R. 1982. Technicals of Flavonoid Identification. Academic press. New York. pp. 113.
8. Silverstein, R. M and F. X. Webster. 1998. Spectrometric Identification of Organic Compounds. John wiley & Sons, Inc. pp. 185~187.