

국내산 주요 침엽수 잎의 추출성분(II)\*<sup>1</sup>  
- 화백나무(*Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.)  
Endlicher) 잎 추출성분 및 항산화 활성 -

이 상 극\*<sup>2</sup> · 배 영 수\*<sup>3†</sup>

A Study on the Extractives of Domestic Major Softwood  
Needles (II)\*<sup>1</sup>

- Antioxidant Activity of the Extractives from the Needles of  
*Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endlicher -

Sang-Keug Lee\*<sup>2</sup> · Young-Soo Bae\*<sup>3†</sup>

요 약

화백나무(*Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endlicher) 잎을 채취하여 건조시킨 후 분쇄하여 2.0 kg 을 acetone-H<sub>2</sub>O (7:3, v/v)로 추출하고 헥산, 메틸렌클로라이드, 에틸아세테이트 및 수용성으로 분획하여 동결 건조시켰다. 에틸아세테이트용성 분획을 sephadex LH-20으로 충전한 칼럼에서 메탄올과 에탄올-헥산 혼합액을 용리용매로 사용하여 칼럼크로마토그래피를 실시하였다. 단리된 화합물들은 TLC로 확인한 후 <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR, COSY, HETCOR 등의 스펙트럼을 사용하여 정확한 구조를 규명하였고 FAB-MS로써 분자량을 측정하였다. 화백나무 잎의 에틸아세테이트 가용부에는 (+)-catechin (화합물 I), taxifolin-3-O-β-D-xylopyranoside (화합물 II), quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside (화합물 III)가 분리되었으며 단리 화합물에 대한 항산화 실험에서는 화합물 모두 기준물질과 유사한 높은 항산화 활성을 나타내었다.

\*<sup>1</sup> 접수 2006년 5월 2일, 채택 2006년 6월 26일

\*<sup>2</sup> 국립산림과학원 화학미생물과 Dept. of Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

\*<sup>3</sup> 강원대학교 산림과학대학 임산공학과 Dept. of Wood Science & Engineering, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

† 주저자(corresponding author) : 배영수(e-mail: bae@kangwon.ac.kr)

## ABSTRACT

The dried ground needles (20 kg) of *Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endlicher were extracted with acetone-H<sub>2</sub>O (7:3, v/v), concentrated, and fractionated with a series of *n*-hexane, methylene chloride, ethyl acetate and water on a separation funnel. Each fraction was freeze dried, then a portion of ethyl acetate soluble powder was chromatographed on a Sephadex LH-20 column using a series of aqueous methanol and ethanol-*n*-hexane mixture as eluents. The isolated compounds were identified by cellulose TLC, <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR, COSY, HETCOR, FAB and EI-MS. (+)-catechin, taxifolin-3-O-β-D-xylopyrano-side, quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside were isolated from the ethyl acetate soluble fraction of *Chamaecyparis pisifera* needle. Antioxidative tests on the isolated compounds indicated that all of the compounds showed similar values to α-tocopherol and BHT as controls.

**Keywords:** *Chamaecyparis pisifera*, taxifolin, quercetin, antioxidative test

## 1. 서 언

화백나무(*C. pisifera*)는 측백나무과로서 일본 원산이며 우리나라에는 1920년경에 도입이 되었다. 화백나무는 상록 교목으로 높이 50 m, 지름 1~2 m까지 자라고 수피는 홍갈색으로 얇게 띠 모양으로 벗겨지는 특징이 있다. 잎은 난상 피침형으로 측감이 거칠고 끝이 뾰족하며 뒷면은 W자형의 백색 기공조선이 있다. 왜소하고 가는 가지가 실처럼 늘어지는 것을 실화백(*C. pisifera* cv. *Filifera*)이라 하고 실화백의 잎이 황금색인 것을 황금실화백(*C. pisifera* cv. *Filifera Aurea*)이라고 한다(김태정, 1996).

화백나무는 주로 조림용, 관상용, 건축재 등으로 이용되고 있으나 아직까지 국내에서 추출성분에 관한 연구는 거의 없는 실정이며 국외에서도 성분분석에 대한 몇 가지 문헌만을 찾아볼 수 있다. 홍 등(2001)은 편백과 화백나무의 정유성분 조성에 대한 연구에서 α-pinene, δ-3-carene, myrcene, bornyl acetate 등이 화백나무 잎의 중요 성분임을 보고하였고, Hasegawa 등(1985)은 화백나무 종자로부터 12-hydroxy-20-nor-abieta-1 외에 5종류의 새로운 diterpene을 분리하여 보고한 바 있다. Kobayashi 등(1987)은 28종류의 pisiferic acid 유도체를 가지고 화백나무에 대한 항진균 활성 시험을 실시한 바 있으며 Yatagai 등(1980)은 화백나무의 잎에서 새로운

diterpene인 pisiferin, 15-hydroxy-ferruginol, *O*-methyl pisiferic acid를 분리하여 보고하였다.

최근 천연물에 대한 관심이 높아지면서 생명공학 분야에 대한 연구가 활발해지고 있으며 특히, 목재 추출성분에 대하여 식품관련 산업과 의약분야에서 실용화를 시도하고 있다. 또한 목재 추출성분 중 생리활성이 뛰어난 성분들을 이용한 기능성 물질로서의 활용방안이 지속적으로 이어지고 있지만 국내외 적으로 침엽수종 잎의 추출성분에 관한 연구나 실험은 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내에 식재되어 있는 침엽수 잎 추출성분들의 효율적 이용에 관한 연구의 하나로, 화백나무의 추출성분을 분리·정제하여 화학구조를 결정하고, 기초적인 생리활성실험으로서 DPPH 라디칼 소거능법을 이용한 항산화 실험을 수행하여 수목으로부터 얻어지는 천연물을 약리적 및 기능적으로 응용하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

2000년 7월 강원도 춘천시 사농동 산림개발연구원의 화백나무 잎을 채취하여 실험실에서 약 2주간 건조한 후 분쇄기를 사용하여 분쇄하였다.

## 2.2. 추출물의 조제 및 분리

분쇄하여 기건된 화백나무 잎 2.0 kg을 10 ℓ의 유리용기에 넣고 Acetone-H<sub>2</sub>O (7:3, v/v)의 혼합용액에 침적하여 실험실에서 약 3일간 추출하였으며, 충분한 양을 얻기 위하여 이와 같은 조작을 4회 반복 실시하여 농축하였다. 농축된 추출물은 분획갈때기에서 핵산, 메틸렌클로라이드, 에틸아세테이트를 사용하여 핵산 가용부, 메틸렌클로라이드 가용부, 에틸아세테이트 가용부 및 물 가용부로 분리하고 동결건조 시켜서 분말상의 시료로 사용하였다.

## 2.3. 추출물의 분리 및 단리

화백나무 잎의 추출물로부터 분획된 에틸아세테이트 가용부에서 단일 화합물을 단리, 정제하기 위하여 반복적인 칼럼크로마토그래피를 실시하였으며 충전물질로는 Sephadex LH-20을 사용하였고 용출용매는 EtOH-*n*-hexane 혼합액과 MeOH 수용액을 사용하였다. 칼럼으로부터 떨어지는 용출액은 fraction collector (Gilson FC 204)를 이용하여 순차적으로 시험관에 받았으며 분리된 물질의 확인은 셀룰로오스 박층크로마토그래피(TLC)를 이용하여 확인하였다. 전개용매로 6% AcOH (solvent A)과 *t*-BuOH-AcOH-H<sub>2</sub>O (3:1:1, v/v/v, solvent B)을 사용하였으며 TLC 상에 전개된 화합물은 UV램프(ENF-240C)로 254 nm에서 관찰하였고, Vanillin-HCl-EtOH 용액을 전개된 TLC 판에 분무하여 발색되는 색깔을 관찰하였다. 또한 단리화합물의 순도를 확인하기 위하여 solvent A와 solvent B를 순차적으로 교차하여 전개하는 2차원 박층크로마토그래피를 실시하였다. 한편, 결정 또는 침전물이 생기는 경우에는 재결정법을 실시하여 정제하였다.

화백나무 잎의 에틸아세테이트 가용부 20.0 g을 유리칼럼에 주입하고 용출용매로 MeOH-H<sub>2</sub>O (5:1, v/v)를 사용하여 6개의 fraction으로 분리하였으며 CLE로 표기하였다. CLE-4 fraction을 MeOH-H<sub>2</sub>O (2:1, 1:2, 1:4, v/v)를 용출용매로 연속적인 칼럼크로마토그래피를 실시하여 taxifolin-3-O-β-D-xylo-

pyranoside (화합물 II)를 단리 하였으며 CLE-5 fraction을 용출용매 MeOH-H<sub>2</sub>O (2:1, 1:2, 1:3, 1:4, v/v)과 EtOH-*n*-hexane (4:1, v/v)을 사용하여 칼럼크로마토그래피를 실시한 결과 (+)-catechin (화합물 I) 및 taxifolin-3-O-β-D-xylopyranoside (화합물 II)를 단리 하였다. 한편, CLE-5 fraction에서 발생한 결정을 재결정법으로 정제하여 quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside (화합물 III)을 단리 하였다.

## 2.4. 단리화합물의 구조분석

단리된 화합물들의 구조 분석은 NMR spectrometer (Brucker ADVANCE DPX.)를 사용하여 <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼과 COSY, HETCOR 스펙트럼을 분석하였으며 분자량은 Mass spectrometer (VG70-VSEQ)를 이용하여 FAB-MS를 측정하였다.

### 2.4.1. 화합물(II) : Taxifolin-3-O-β-D-xylopyranoside

R<sub>f</sub> : 0.63 (solvent A), 0.25 (solvent B)

FAB-MS : *m/z* 437 [M+H]<sup>+</sup>.

<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, δ, MeOH-*d*<sub>4</sub>) : 3.06 (2H, *dd*, *J* = 8.57 Hz and *J* = 11.54 Hz, H-2'', 5''b), 3.23 (1H, *m*, H-4''), 3.49 (1H, *dd*, *J* = 7.44 Hz and *J* = 12.48 Hz, H-3''), 3.87 (1H, *d*, *J* = 5.51 Hz, H-1''), 3.94 (1H, *dd*, *J* = 4.62 Hz and *J* = 11.78 Hz, H-5''a), 4.74 (1H, *d*, *J* = 9.90 Hz, H-3), 5.19 (1H, *d*, *J* = 9.87 Hz, H-2), 5.90 (1H, *s*, H-6), 5.91 (1H, *s*, H-8), 6.76~6.83 (2H, *m*, H-5', 6'), 6.95 (1H, *s*, H-2').

<sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, δ, MeOH-*d*<sub>4</sub>) : 65.95 (C-5''), 70.81 (C-3''), 73.43 (C-2''), 75.79 (C-4''), 77.47 (C-3), 83.61 (C-2), 96.37 (C-8), 97.37 (C-6), 102.51 (C-1''), 103.07 (C-10), 115.69 (C-5'), 116.27 (C-2'), 120.87 (C-6'), 128.96 (C-1'), 146.50 (C-3'), 147.35 (C-4'), 164.11 (C-9), 165.48 (C-5), 168.96 (C-7), 195.63 (C-4).

2.4.2. 화합물(III) : Quercetin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside

R<sub>f</sub> : 0.63 (solvent A), 0.25 (solvent B)

FAB-MS : m/z 449 [M+H]<sup>+</sup>.

<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz,  $\delta$ , acetone-*d*<sub>6</sub>) : 0.93 (3H, *m*, H-Me), 3.29~4.22 (4H, *m*, H-2'', 3'', 4'', 5''), 5.34 (1H, *s*, H-1''), 6.19 (1H, *d*, *J* = 1.96 Hz, H-6), 6.36 (1H, *d*, *J* = 1.97 Hz, H-8), 6.90 (1H, *d*, *J* = 8.30 Hz, H-5'), 7.30 (1H, *dd*, *J* = 2.00 Hz, 8.29 Hz, H-6'), 7.33 (1H, *d*, *J* = 1.99 Hz, H-2').

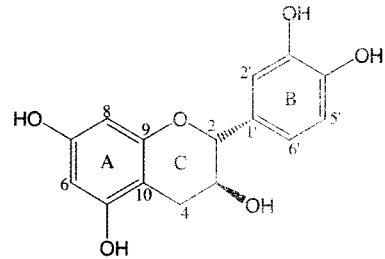
<sup>13</sup>C-NMR (100 MHz,  $\delta$ , acetone-*d*<sub>6</sub>) : 15.01 (C-Me), 69.23 (C-5''), 69.38 (C-3''), 69.49 (C-2''), 70.53 (C-4''), 92.04 (C-8), 97.16 (C-6), 100.86 (C-1''), 103.16 (C-10), 113.68 (C-5'), 114.19 (C-2'), 120.19 (C-6'), 120.43 (C-1'), 133.53 (C-3), 143.76 (C-3'), 147.16 (C-4'), 155.85 (C-9), 156.62 (C-2), 160.55 (C-5), 163.35 (C-7), 176.95 (C-4).

2.5. DPPH Radical 소거법을 이용한 항산화 실험

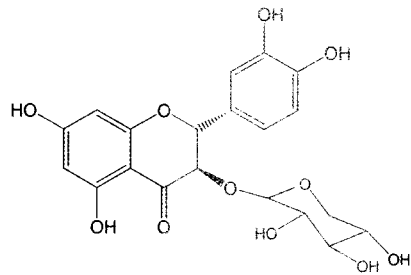
각 가용부와 단리화합물들을 적당한 농도로 희석한 메탄올 용액 4.0 ml와 0.15 mM의 DPPH 1.0 ml를 섞은 후 상온에서 30분간 반응시킨 뒤 514 nm에서 흡광도 감소를 측정하였다. 항산화 효과는 시료 무침가 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검체의 농도(IC<sub>50</sub>)로 나타내었다. 항산화력은 합성항산화제인 BHT와 천연항산화제인  $\alpha$ -tocopherol과 비교하면서 각 화합물 및 분획물의 IC<sub>50</sub>을 구하여 항산화력이 우수한 물질을 탐색하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

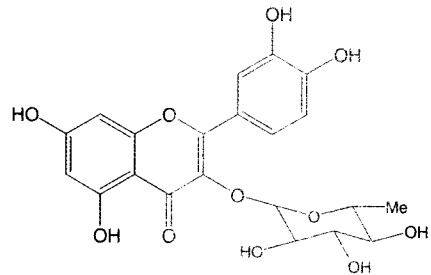
화백나무 잎의 에틸아세테이트 가용부로부터 (+)-catechin (I), taxifolin-3-O- $\beta$ -D-xylopyranoside (II), quercetin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside (III)을 단리 하였으며 (+)-catechin은 노간주나무 잎의



(+)-Catechin (I)



Taxifolin-3-O- $\beta$ -D-xylopyranoside (II)



Quercetin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside (III)

Fig. 1. Compounds isolated from the needles of *C. pisifera*.

추출성분(이 등, 2004)에서 보고한 바 있다.

3.1. 화합물(II)

화합물(II)는 노란색 분말로서 R<sub>f</sub> 값은 0.63 (solvent A)과 0.25 (solvent B)였다. 이 화합물은 aglycone이 taxifolin이므로 C-3 에 xylose가 결합하고 있는 형태의 구조로서 <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서 5.91 ppm (*J* = 9.87 Hz)과 4.74 ppm (*J* = 9.90 Hz)의 doublet signal은 C환의 H-2와 H-3에 해당하는 것이다. <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서 C-2는 2 ppm up-field되고 C-3이 4 ppm downfield된 83.61 ppm과

77.47 ppm에서 나타나고 있으며 carbonyl 탄소인 C-4가 3 ppm upfield된 195.63 ppm에서 signal을 나타내고 있는 것은 xylose가 C-3에 결합되어 있다는 증거이다. 이것은 Ishimaru 등(1994)이 보고한 taxifolin 배당체 화합물의 NMR값과 일치하고 있다. 한편, <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서 3.87 ppm의 doublet signal은 xylose의 H-1"에 해당하는 것으로 *J*값이 5.51 Hz인 것으로 보아 β-D-xylose의 형태임을 알 수 있었고, H-3"은 3.49 ppm (*J* = 7.44 Hz, 12.48 Hz)에서 double doublet으로, H-4"은 3.23 ppm에서 multiplet signal을 나타내고 있다. 또한, H-5"a는 3.94 ppm (*J* = 4.62 Hz, 11.78 Hz)에서 double doublet으로, H-5"b는 3.06 ppm (*J* = 8.57 Hz, 11.54 Hz)에서 double doublet signal을 나타내고 있다. <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서 xylose의 C-1"은 102.51 ppm에서 downfield되어 나타나며 C-2", 3", 4", 5"이 각각 73.43 ppm, 70.81 ppm, 75.79 ppm, 65.95 ppm에서 xylose 탄소들의 전형적인 signal을 나타내고 있다 (Agrawal, 1992). 이상의 결과는 Dubeler 등(1996)이 *Fagus sylvatica*의 수피로부터 단리한 taxifolin 배당체 화합물 및 Bergeron 등(1997)이 보고한 화합물과 일치하였으며 COSY 스펙트럼에서 인접한 수소 간의 교차 signal을 통한 상관관계 및 HETCOR 스펙트럼에서 연관된 수소와 탄소와의 교차 signal을 통해서 결합위치를 분석하였다. FAB-MS 스펙트럼에서 분자량 분석은 [M+H]<sup>+</sup> *m/z* 437로서 이 화합물의 분자량 436과 일치하였다.

### 3.2. 화합물(III)

화합물(III)은 노란색 결정으로서 *R<sub>f</sub>* 값은 0.63 (solvent A)과 0.25 (solvent B)였으며 agly-cone이 quercetin이고 C-3위치에 rhamnose가 결합된 구조이다. <sup>1</sup>H-NMR에서 6.19 ppm과 6.36 ppm에서 나타나는 H-6과 H-8은 <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서 각각 92.04와 97.16 ppm에 해당하며 OH기가 결합된 C-5와 C-7이 160.55, 163.35 ppm에서 signal이 나타나는 것으로서 전형적인 phloroglucinol A환임을 알 수 있다. <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서 6.90 ppm의 signal은

H-5'으로서 doublet이며 *J*값은 8.30 Hz로 H-6'과 *ortho* coupling 되었음을 알 수 있다. 또한, 7.30 ppm의 double doublet signal은 H-6'이 H-5'와 *ortho* coupling, H-2'와 *meta* coupling되어 *J* 값이 2.00과 8.29 Hz였고 7.33 ppm의 signal은 H-2'이 H-6'과 *meta* coupling되어 *J* 값이 1.99 Hz인 doublet으로 나타난 것으로 flavonol의 catechol B환의 전형적인 signal을 나타내고 있다. 한편, <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서 C-3'과 C-4'의 signal이 143.76 ppm과 147.16 ppm에서 나타나는 것으로 OH기가 결합되어 있음을 알 수 있고 114.19 ppm, 113.68 ppm, 120.19 ppm에서 각각 C-2', 5', 6'에 해당하는 signal이 나타나고 있다. 이상은 Oleszek 등(2002)이 보고한 quercetin 배당체 화합물들의 NMR값과 일치하였다. <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서 5.34 ppm의 signal은 C-3에 결합되어 있는 rhamnose의 H-1"에 해당되는 것으로 다른 rhamnose의 수소들에 비해 downfield되어 나타나고 있으며 singlet signal을 나타내는 것으로서 α-L-rhamnose 형태인 것을 알 수 있었다. 나머지 rhamnose의 H-2", 3", 4", 5"에 해당하는 수소들은 3.29 ~ 4.22 ppm에서 signal을 나타내고 있으며, 0.93 ppm에서 rhamnose의 methyl기가 전형적인 signal을 보이고 있다. <sup>13</sup>C-NMR 스펙트럼에서 100.86 ppm의 signal은 rhamnose의 C-1"으로 C-3과 결합을 하고 있기 때문에 downfield되어 나타나고 있으며 나머지 C-2", 3", 4", 5"에 해당하는 signal이 각각 69.49 ppm, 69.38 ppm, 70.53 ppm, 69.23 ppm에서 나타나고 있고, methyl기 탄소가 15.01 ppm에서 전형적인 signal을 보이고 있다. 한편, C-2와 C-3은 156.62 ppm과 133.53 ppm에서 피크를 주고 있는데, C-2가 Agrawal (1989)이 보고한 quercetin보다 10 ppm정도 더 down-field된 것으로서 glucose가 C-3에 결합하고 있는 것을 알 수 있었으며 carbonyl 탄소인 C-4는 인접한 C-2, 3이 이중결합이고 C-3에 결합된 glucose의 영향으로 Markham 등(1984)이 보고한 화합물보다 10 ppm upfield되어 176.95 ppm에서 나타나는 것을 볼 수 있다. 이상은 Harborne과 Mabry (1982)가 보고한 화합물과 일치하였으며 FAB-MS 스펙트럼에서 분자량 분석은 [M+H]<sup>+</sup> *m/z* 449로서

Table 1. Antioxidation activities of the fractionated extractives and isolated compounds from the needles of *C. pisifera*

	Sample	IC <sub>50</sub> (μg)
Control	BHT	12 μg
	<i>α</i> -tocopherol	14 μg
Crude and fractionated extractives from the needles of <i>C. pisifera</i>	Crude extractive	-
	<i>n</i> -Hexane soluble fraction	22 μg
	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> soluble fraction	-
	EtOAc soluble fraction	13 μg
	H <sub>2</sub> O soluble fraction	28 μg
compounds Isolated from the needles of <i>C. pisifera</i>	(+)-Catechin	11 μg
	Taxifolin-3-O-β-D-xylopyranoside	11 μg
	Quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside	14 μg

이 화합물의 분자량 448과 일치하고 있다.

### 3.3. 분획물 및 단리 화합물의 항산화능

화백나무 잎의 각 분획물과 단리된 화합물들을 가지고 DPPH radical 소거법을 이용하여 기초적인 항산화 실험을 실시하였다. 기준물질로는 합성 항산화제인 BHT와 천연 항산화제인 *α*-tocopherol을 사용하여 항산화능을 비교하였다.

분획물은 에틸아세테이트 가용부에서 우수한 활성을 나타내었으며, 단리 화합물들은 모두 기준물질과 비슷한 높은 항산화 활성을 나타내었다(Table 1). 이것은 단리 화합물들이 포함되어 있는 에틸아세테이트 가용부에서 우수한 활성을 나타내는 것과 관련이 있음을 알 수 있었다.

## 4. 결 론

화백나무 잎의 에틸아세테이트 가용부를 sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피를 수행하여 분석한 결과 (+)-catechin (347 mg), taxifolin-3-O-β-D-xylopyranoside (882 mg), quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside (112 mg)를 단리 하였다. Quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside는 주로 결정으로 얻을 수 있었으며 단리 된 양으로 보아 taxifolin-3-O-β-

D-xylopyranoside가 화백나무 잎의 주요성분임을 알 수 있었다.

화백나무 잎의 각 분획물 및 단리 화합물에 대한 DPPH radical 소거법을 이용한 항산화 실험에서 에틸아세테이트 가용부 및 단리 된 화합물 모두 기준물질과 비슷한 항산화 효능을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

1. 김태욱. 1996. 한국의 수목. 교학사. pp. 15~49.
2. 함연호. 2000. 사시나무屬과 버드나무屬 主要 樹種 樹皮의 抽出成分에 關한 研究. 강원대학교 박사학위논문.
3. 홍철운, 김철생, 김남균, 김영희. 2001. 편백과 화백의 잎과 열매에서 분리한 정유성분의 조성. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 44(2): 116~121.
4. Agrawal, P. K. 1989. Carbon-13 NMR of flavonoids. Elsevier.
5. Agrawal, P. K. 1992. NMR spectroscopy in the structural elucidation of oligosaccharides and glycosides. *Phytochemistry*: 31(10): 3307~3330.
6. Bergeron, C., A. Marston, S. Antus, R. Gauthier, and K. Hostettmann. 1998. Flavonoids from *Pyrola Elliptica*. *Phytochemistry*: 49(1): 233~236.
7. Fossen, T., A. T. Pedersen, and Q. M. Andersen. 1998. Flavonoids from Red Onion (*Allium Cepa*). *Phytochemistry*: 47(2): 281~285.
8. Harborne, J. B. and T. J. Mabry. 1982. The

- Flavonoids: advances in research. Chapman and Hall Ltd.
9. Hasegawa, S., T. Kojima, and Y. Kirose. 1985. Terpenoids from the seed of *Chamaecyparis pisifera*: the structures of six diterpenoids *Phytochemistry*: 24(7): 1545~1551.
  10. Isimaru, K., T. Omoto, I. Asai, K. Ezaki and K. Shimonura. 1995. Taxifolin-3-Arabinoside from *Fragaria X Ananassa*. *Phytochemistry*: 40(1): 345~347.
  11. Kobayashi, K., C. Nishino, H. Tomita, and M. Fukushima. 1987. Antifungal activity of pisiferic acid derivatives against the rice blast fungus. *Phytochemistry*: 26(12): 3175~3179.
  12. Markham, K. R., R. F. Webby, and C. Vilain. 1984. 7-O-methyl-(2R,3R)-dihydroquercetin 5-O- $\beta$ -D-glucoside and other flavonoids from *Podocarpus nivalis*. *Phytochemistry*: 23(9): 2049~2052.
  13. Oleszek, W., A. Stochmal, P. Karolewski, A. M. Simonet, F. A. Macias, and A. Tava. 2002. Flavonoids from *Pinus sylvestris* needles and their variation in trees of different origin grown for nearly a century at the same area. *Biochemical Systematics and Ecology*: Vol. 43.1/ BSE1023
  14. Yatagai, M. and T. Takahashi, 1980. New diterpenes from *Chamaecyparis pisifera*. *Phytochemistry*: 19(6): 1149~1151.