

## 곧은 나무이끼 (*Climacium dendroides*)의 식물 화학적 성분연구

남정환\* · 조인숙 · 김수정 · 남춘우 · 서종택 · 유동림 · 김원배 · 유승열 ·  
이응호 · 김민영<sup>1</sup> · 유영민<sup>1</sup> · 박희준<sup>1</sup> · 정현주<sup>2</sup>

농촌진흥청 고령지농업연구소, <sup>1</sup>상지대학교 제약공학과, <sup>2</sup>원광대학교 약학대학

### Phytochemical Constituents of *Climacium dendroides*

Jung Hwan Nam\*, In Sook Cho, Su Jeong Kim, Chun Woo Nam, Jong Taek Seo, Dong Lim Yoo,  
Won Bae Kim, Seung Yeol Ryu, Eung Ho Lee, Min Young Kim<sup>1</sup>, Young Min Yoo<sup>1</sup>,  
Hee Juhn Park<sup>1</sup>, and Hyun Ju Jung<sup>2</sup>

Highland Agricultural Institute, Rural Development Administration, Pyongchang 232-950, Korea

<sup>1</sup>Department of pharmaceutical Engineering, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

<sup>2</sup>College of Pharmacy, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Received April 15, 2008; Accepted May 22, 2008

The chromatographic separation of organic solvent extracts of liverwort led to the isolation of six compounds. 2-Chromenone (1), 3, 4-dihydroxy-cinnamic acid (2), 3, 3', 4', 5, 7-pentahydroxy-2-phenylchromen-4-one (3), kaemperol-3-O-β-D-glucopyranoside (4), 3-[[3-(3, 4-Dihydroxyphenyl)-1-oxo-2-propenyl]oxy]-1, 4, 5-trihydroxycyclohexane carboxylic acid (5) and quercetin-3-O-rutinoside (6) were isolated from the methanolic extracts of the all part of *Climacium dendroides*. Their structures were established by chemical and spectroscopic methods. All compounds were isolated for the first time from this plant *Climacium dendroides*.

**Key words :** *Climacium dendroides*, flavonoid, pyrone, phenylpropanoid, phenolic compound

### 서론

나무이끼는 참이끼목(目 Bryales) 나무이끼속(屬 *Climacium*)에 속하는 이끼류로서, 상록 소교목과 비슷하며 북반구 전역에 걸쳐 물기가 많고 그늘진 곳에서 자란다. 가장 흔한 종은 곧은 나무이끼(*C. dendroides*)와 클리마키움 아메리카눔(*C. americanum*)인데, 곧은 나무이끼는 북아메리카에서도 자라고 있다. 두 종 모두 키가 5~10m 정도 자라며 줄기 끝에 가지가 모여 난다. 적갈색의 삭(蒗: 포자낭)은 암배우체에서 만들어지는데 이 포자낭에는 기다란 돌출부를 가진 뚜껑이 있으며 가을에 익는다. 클리마키움 아메리카눔은 곧은 나무이끼에 비해 더 길고 좁은 포자낭을 지니며 돌출부도 더 길고 앞도 다르다. 두 종 모두 땅 표면에서 자라는 기는줄기로부터 매년 새로운 줄기가 만들어져 영양번식을 한다. 또 다른 북아메리카 종인 클리마키움 킨드베르기(*C. kindbergii*)는 앞의 두 종보다 덜 흔하며 아주 습한 곳이나 늪지에 서 볼 수 있다. 매우 짙은 녹색이나 거의 검은색을 띠는데, 뾰뾰하게 타래나 방석 모양을 이루어 자라 작은 식물체가 지니는 나무 모양의 외관을 보기는 어렵다. 우리나라

에는 나무이끼(*C. japonicum*)와 곧은 나무이끼가 전국에서 자라고 있다.

또한 국내에서 자생하는 *Climacium* 선류에 대한 식물 화학적 성분 연구는 아직 수행된 바가 없다 저자 등은 국내에 자생하는 나무이끼속 식물에 대한 체계적인 연구를 수행하던 중에 곧은 나무이끼에 대한 식물화학적 연구의 필요성을 인식하여, 곧은 나무이끼의 성분 연구를 수행하였다. 즉, 건조된 곧은 나무이끼의 메탄올 추출물로부터 용매 분획과 반복적인 컬럼 크로마토그래피를 통하여 6종의 화합물을 분리, 정제하여 이화학적 성상 및 기기분석 자료를 통해 그 구조를 규명 하였다.

### 재료 및 방법

**실험재료.** 곧은 나무이끼(*Climacium dendroides*)는 2007년 8월에 강원도 평창군 대관령면 황계리 새봉산에 직접 채집하여 정확히 감정한 후 사용하였고, 표본은 고령지농업연구소 유기분석실(표본번호 NIHA-002)에 보관되어 있다.

**기기 및 시약.** 융점은 Electrothermal digital melting point apparatus를 사용하여 측정하였다. NMR은 Varian Unity-Inova-500 spectrophotometer를 사용하였다. EI-MS spectrum은 JMS 700(Jeol, Japan)와 FAB-MS는 VG70-VSEG(VG Analytical, UK)를 사용 측정하였다. Column chromatography용 silica gel

\*Corresponding author  
Phone: +82-33-330-1565; Fax: +82-33-330-1519  
E-mail: conplab@empal.com

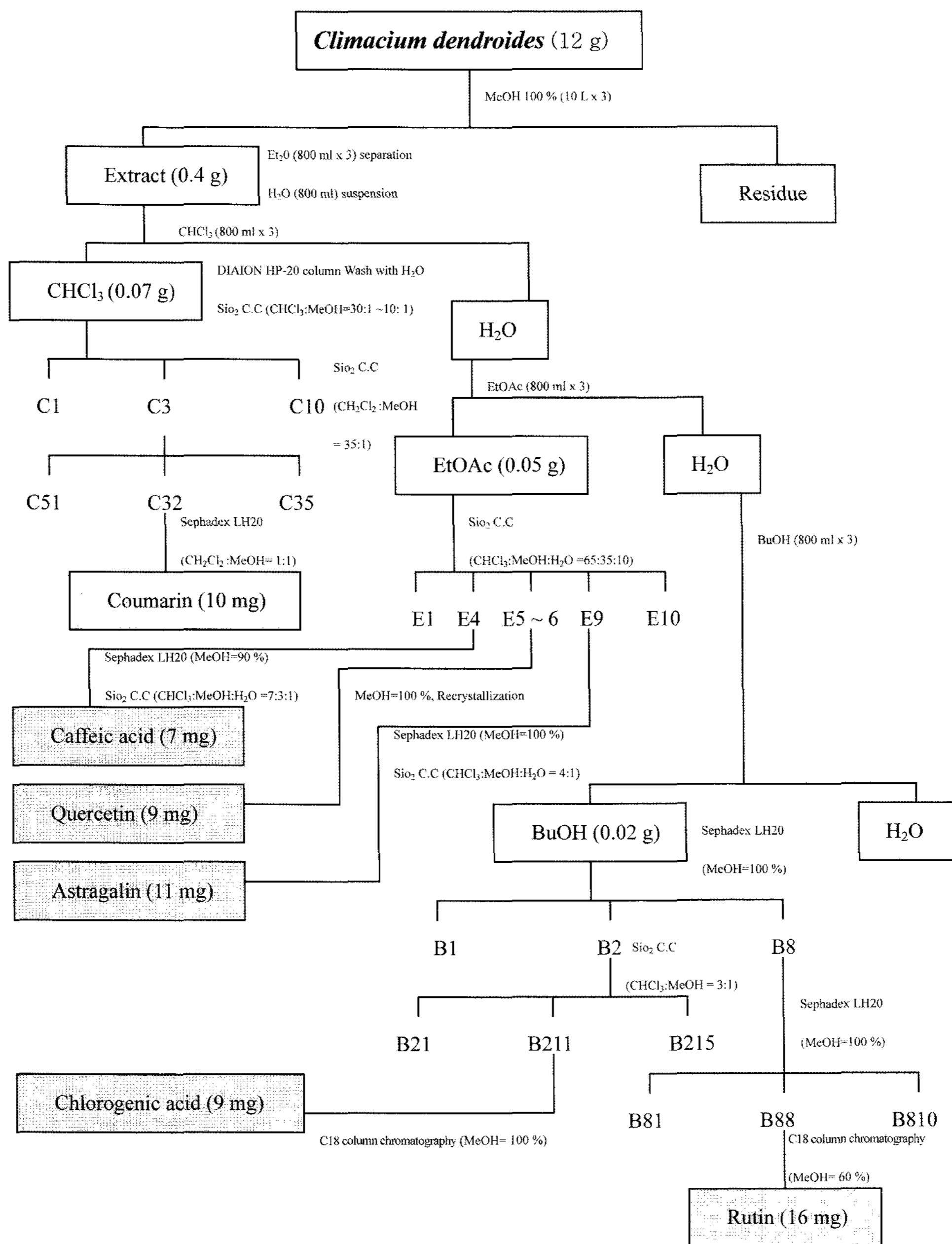
은 Kiesel gel 60(Merck)와 RP-18(Merck)를 사용하였고, molecular sieve column chromatography용 packing 물질은 Sephadex LH-20(GE)을 사용하였다. TLC plate는 Kiesel gel 60 F254 precoated plate(Art.552, Merck)를 사용하였고, TLC 발색시약은 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 사용하였으며 UV 254 nm, 365 nm 검출을 병행 하였다. 추출 및 column chromatography용 용매는 1급 시약을, 기타 시약은 1급 또는 특급을 각각 사용하였다.

**추출 및 분획.** 건조 중량 약 12 g의 곧은 나무이끼를 상온에서 100% methanol 800 ml를 넣고, 24시간 진탕 시켜 3회 반복 추출하였다. 추출물은 40°C 이하에서 감압·농축하여 methanol 액기스 0.4 g을 얻었다. 이를 증류수에 현탁 시키고 동량의 dimethylether를 가하여 3회 분획을 실시한 후 다시 수층을 포집하여 동량의 chloroform(CHCl<sub>3</sub>), ethyl acetate(EtOAc),

*n*-butanol(BuOH)로 순차적으로 용매 분획하여 얻은 chloroform 분획(0.07 g), ethyl acetate 분획(0.05 g), *n*-butanol 분획(0.02 g)으로부터 화합물 6종을 분리하였다.

**화합물의 분리.** CHCl<sub>3</sub> 분획(0.07 g)을 DIAION HP-20 column에 흡착 시킨 후 증류수 800 ml로 수지를 충분히 세척 후 100% methanol로 용출, 진공 농축하여 다시 CHCl<sub>3</sub>:MeOH (30:1~10:1)을 유출 용매로 하여 SiO<sub>2</sub> column chromatography를 실시하여 10개의 분획(C1~C10)으로 나누었으며, 그 중 C3 분획을 다시 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH(35:1)을 용매로 하여 SiO<sub>2</sub> column chromatography 실시하여 5개의 소분획(C31~C35)으로 나누었다.

이중 소분획 C32를 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH(1:1)를 용매로 하여 Sephadex LH-20로 정제하여 백색의 분말상 화합물 1(10 mg)을 얻었다. EtOAc 분획(0.05 g)은 CHCl<sub>3</sub>:MeOH:H<sub>2</sub>O(65:35:10)을



Scheme 1. Isolation of six compounds from *Climacium dendroides*.

전개용매로 하여 SiO<sub>2</sub> column Chromatography를 실시하여 10개(E1~E10) 소분획을 얻은 후, 소분획 E4를 농축하여 이를 methanol(90%)를 용매로 하여 Sephadex LH-20을 실시한 후 다시 CHCl<sub>3</sub>:MeOH:H<sub>2</sub>O(7:3:1) 전개 용매로 SiO<sub>2</sub> column chromatography를 실시, 정제하여 백색의분말상 화합물 **2**(7 mg)를 얻었다.

소분획 E5~6 농축하여 이들을 methanol(100%) 용매로 재결정하여 황색 침상결정의 화합물 **3**(9 mg)을 얻었고, E9 분획을 농축 후 methanol(100%)을 전개용매로 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하고 다시 농축 후 CHCl<sub>3</sub>:MeOH(4:1)을 용매로 하여 SiO<sub>2</sub> column chromatography로 정제하여 황색 침상결정 화합물 **4**(11 mg)를 얻었다.

*n*-Butanol 분획(0.02 g)을 농축 후 methanol(100%)을 전개용매로 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하여 8개의 분획(B1-B8)으로 나누고 이중 B2를 CHCl<sub>3</sub>:MeOH(3:1)을 전개용매로 하여 SiO<sub>2</sub> column chromatography를 실시하여 15개의 소분획(B21~B215)으로 나누었으며 소분획 B211 분획을 methanol(80%)을 용매로 하여 C18 column chromatography로 정제하여 황색 오일상의 화합물 **5**(9 mg)을 얻었고 B8 분획을 MeOH(100%)를 용매로 하여 Sephadex LH-20 column chromatography를 실시하여 10개의 소분획(B81~B810)으로 나누고 이중 소분획 B88 분획을 methanol(60%)을 용매로 하여 C18 column chromatography로 정제하여 황색 분말상 화합물 **6**(16 mg)을 얻었다.

화합물 **1**. White powder; m.p.: 325~330°C; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.89 (1H, d, *J*=9.6 Hz, H-4), 7.51-7.58 (2H, m, H-5, 7), 6.46 (1H, d, *J*=9.6 Hz, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 162.7 (C-2), 155.2 (C-9), 145.6 (C-4), 133.1(C-7), 129.4(C-5), 125.8 (C-6), 120.3 (C-10), 117.5 (C-3), 117.1 (C-8)

화합물 **2**. White powder; m.p.: 222~223°C; EI-MS *m/z*: 180[M<sup>+</sup>]; FeCl<sub>3</sub> test: positive; IR λ<sub>max</sub> KBr, cm<sup>-1</sup>: 3450 (OH), 1650 (C=O), 1515; UV λ<sub>max</sub> (MeOH) nm: 323, 295, 230; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.53 (1H, d, *J*=15.9 Hz, H-8), 7.05 (1H, d, *J*=1.5 Hz H-2), 6.95 (1H, dd, *J*=8.0, 1.5 Hz, H-6), 6.78 (1H, d, *J*=8.0 Hz, H-5), 6.21 (1H, d, *J*=15.9 Hz, H-7); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 171.0 (C-9), 149.3 (C-4), 146.8 (C-4), 146.7 (C-8), 127.7(C-6), 116.4 (C-5), 115.6 (C-7), 115.0 (C-2)

화합물 **3**. Yellow needles; m.p.: 310~313°C; FeCl<sub>3</sub>, Mg-HCl, Zn-HCl test: positive; IR λ<sub>max</sub> KBr, cm<sup>-1</sup>: 3380, 3300 (OH), 1670 (α,β-unsaturated ketone), 1610, 1510 (aromatic C=C), 1360, 1315, 817; UV λ<sub>max</sub> (MeOH) nm: 258, 305 (sh), 375; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>+D<sub>2</sub>O) δ: 6.17 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.39 (1H, d, *J*=2.0 Hz H-8), 6.87(1H, d, *J*=8.0 Hz, H-5'), 7.53 (1H, dd, *J*=2.0, 8.0 Hz, H-6'), 7.66 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2), 12.46 (1H, s, C<sub>5</sub>-OH); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>) δ: 146.9 (C-2), 135.7 (C-3), 175.7 (C-4), 160.7 (C-5), 98.2 (C-6), 163.9 (C-7), 93.4 (C-8), 156.2 (C-9), 103.0 (C-10), 122.0 (C-1'), 115.3 (C-2'),

145.0 (C-3'), 147.6 (C-4'), 115.6 (C-5'), 120.0 (C-6')

화합물 **4**. Yellow needles; m.p.: 187~191°C; Mg/HCl and Zn/HCl test: positive; UV λ<sub>max</sub> (MeOH) nm: 266, 298sh, 320sh, 352; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 8.04 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, d, *J*=8.8 Hz H-8), 6.39 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.20 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 5.25 (1H, d, *J*=7.1 Hz, anomeric H), 3.70~3.19 (sugar H); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 158.5 (C-2), 135.4 (C-3'), 179.5 (C-4), 163.1, (C-5), 99.9(C-6), 166.0 (C-7), 94.7 (C-8), 159.1 (C-9), 105.8 (C-10), 122.8 (C-1'), 132.3 (C-2'), 116.1 (C-3'), 161.6 (C-4'), 116.1 (C-5'), 132.3 (C-6'), 104.1 (C-1''), 75.7(C-2''), 78.4 (C-3''), 71.4 (C-4''), 78.0 (C-5''), 62.6 (C-6'')

화합물 **5**. Yellow oil; m.p.: 211~213°C; IR λ<sub>max</sub> KBr, cm<sup>-1</sup>: 3470-3353 (OH), 2927, 1727 (>C=O), 1601 (aromatic), 1458 (cycloalkane), 1189 (phenol); UV λ<sub>max</sub> (MeOH) nm: 216, 242,300 (sh), 326; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.67 (1H, d, *J*=15.9 Hz, H-7'), 7.05 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2'), 6.94 (1H, dd, *J*=8.2, 2.0 Hz, H-6'), 6.78 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-5'), 6.29 (1H, d, *J*=15.9 Hz, H-8'), 5.38 (1H, ddd, *J*=11.2, 6.2, 5.0 Hz, H-5'), 4.11 (1H, dd, *J*=6.2, 3.0 Hz, H-3), 3.67 (1H, dd, *J*=10.0, 3.7 Hz, H-6), 2.15 (1H, dd, *J*=14.7, 3.1 Hz, H-2), 2.07 (1H, dd, *J*=14.7, 2.1 Hz, H-6ax), 2.01 (1H, dd, *J*=14.7, 3.1 Hz, H-2eq); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 181.0 (C-7), 169.2 (C-9'), 149.5 (C-4'), 146.9 (C-7',3'), 127.9 (C-1'), 123.0 (C-6'), 116.6 (C-8'), 115.6 (C-2'), 115.2 (C-5'), 77.8 (C-1), 75.3 (C-4), 73.2 (C-5), 72.7 (C-3), 40.7 (C-6), 39.3 (C-2)

화합물 **6**. Yellow powder; m.p.: 221°C; FAB-MS *m/z*: 611[M+Na]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 1.13 (3H, d, *J*=6.0 Hz, H-6''), 4.35 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-1''), 5.31 (1H, d, *J*=7.5 Hz, H-1'''), 6.22 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.40 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.89 (1H, d, *J*=8.5 Hz, H-5'), 7.63 (1H, dd, *J*=2.0, 8.5 Hz, H-6'), 7.65 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-2''); <sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 156.7 (C-2), 133.5 (C-3), 177.6 (C-4), 161.5 (C-5), 100.1 (C-6), 164.8 (C-7), 93.8 (C-8), 156.8 (C-9), 103.8 (C-10), 121.8 (C-1'), 115.5 (C-2'), 145.0 (C-3'), 148.8 (C-4'), 116.5 (C-5'), 121.3 (C-6'), 101.4 (Glc-1), 74.2 (Glc-2), 76.6 (Glc-3), 70.1 (Glc-4), 76.1 (Glc-5), 67.1 (Glc-6), 101.0 (Rha-1), 70.5 (Rha-2), 70.7 (Rha-2), 72.0 (Rha-3), 68.4 (Rha-4), 17.8 (Rha-6)

## 결과 및 고찰

화합물 **1**, **2**, **3**, **4**, **5** 및 **6**은 나무이끼에서는 처음 분리되었으나 식물에서 흔히 보고되는 잘 알려진 성분들이다. 이들 성분의 구조는 IR, UV, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR 및 MS 스펙트럼 자료를 문헌과 비교하여 구조를 결정하였다.

화합물 **1**은 흰색 분말상의 물질로써 융점은 325~330°C이며, 10% vanillin sulfuric acid 시약에서 흑색으로 발색되었다. <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼에서는 a-pyrone ring에 기인하는 3, 4번 위치

전형적인 proton signal이  $\delta$  7.89 (1H, d,  $J=9.6$  Hz, H-4)과 6.46 (1H, d,  $J=9.6$  Hz, H-3)에 나타났으며 5, 7번 위치의 multiplet signal이  $\delta$  7.51-7.58 (2H, m, H-5, 7)에서 관찰 되었다.  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum에서는 Methine group의 signal을  $\delta$  145.6 (C-4), 133.1 (C-7), 129.4 (C-5), 125.8 (C-6), 117.5 (C-3), 117.1 (C-8)에서 확인 할 수 있었고,  $\delta$  162.7 (C-2)에서 carbonyl signal을 관찰할 수 있었다. 이상의 자료로부터 화합물 1은 2-chromenone(coumarin)으로 구조를 추정하였고 기존의 문헌<sup>1-5)</sup>을 비교하여 구조를 확인·동정하였다.

화합물 2는 백색 분말상의 물질로써  $\text{FeCl}_3$ 에서 양성반응을 보였고 융점은  $222\sim 223^\circ\text{C}$ 이며, MS spectrum에서는  $m/z$  180에서 molecular ion peak를 관찰할 수 있었고 IR spectrum에서는 3450 (OH), 1650 (C=O)  $\text{cm}^{-1}$  등에서 강한 흡수대를 관찰할 수 있었다.  $^1\text{H-NMR}$  spectrum에서는  $\delta$  7.53 (1H, d,  $J=15.9$  Hz, H-8)과 6.21 (1H, d,  $J=15.9$  Hz, H-7)에서 trans coupling하는 proton signal을 확인 할 수 있었고  $\delta$  7.05 (1H, d,  $J=1.5$  Hz H-2), 6.95 (1H, dd,  $J=8.0, 1.5$  Hz, H-6)와 6.78 (1H, d,  $J=8.0$  Hz, H-5)의 proton signal은 ABX의

coupling system으로 관찰할 수 있었다.  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum에서는  $\delta$  171.0 (C-9)에서 carbonyl signal을 확인하였고  $\delta$  149.3 (C-4), 146.8 (C-4), 146.7 (C-8), 127.7 (C-6), 116.4 (C-5), 115.6 (C-7), 115.0 (C-2)에서는 olefinic carbon signal을 관찰할 수 있었다. 이상의 자료로부터 화합물 2는 3, 4-dihydroxycinnamic acid(caffeic acid)로 구조를 추정하였고, 기존의 문헌<sup>6-10)</sup>을 비교하여 구조를 확인·동정하였다.

화합물 3은 황색 침상의 물질로써 융점은  $310\sim 313^\circ\text{C}$ 이며, 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{EtOH})$ 에서 노란색으로 발색되었다. 화합물 3의 구조는 IR, UV 스펙트럼,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$  스펙트럼 자료를 문헌<sup>11-13)</sup>과 비교하여 3,3',4',5,7-pentahydroxy-2-phenylchromen-4-one(quercetin)으로 구조를 확정하였다.

화합물 4는 황색 침상의 물질로써 융점은  $187\sim 191^\circ\text{C}$ 이며, 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{EtOH})$ 에서 노란색으로 발색되었다. Mg-HCl 및 Zn-HCl test에 양성반응을 보였고 UV spectrum에서는 352 nm와 267 nm에서 두 개의 특징적인 흡수대를 확인할 수 있었다.

$^1\text{H-NMR}$  spectrum에서는  $\delta$  8.04 (2H, d,  $J=8.8$  Hz, H-2',6')와 6.88 (2H, d,  $J=8.8$  Hz H-8)에서 4'-hydroxy phenyl기에

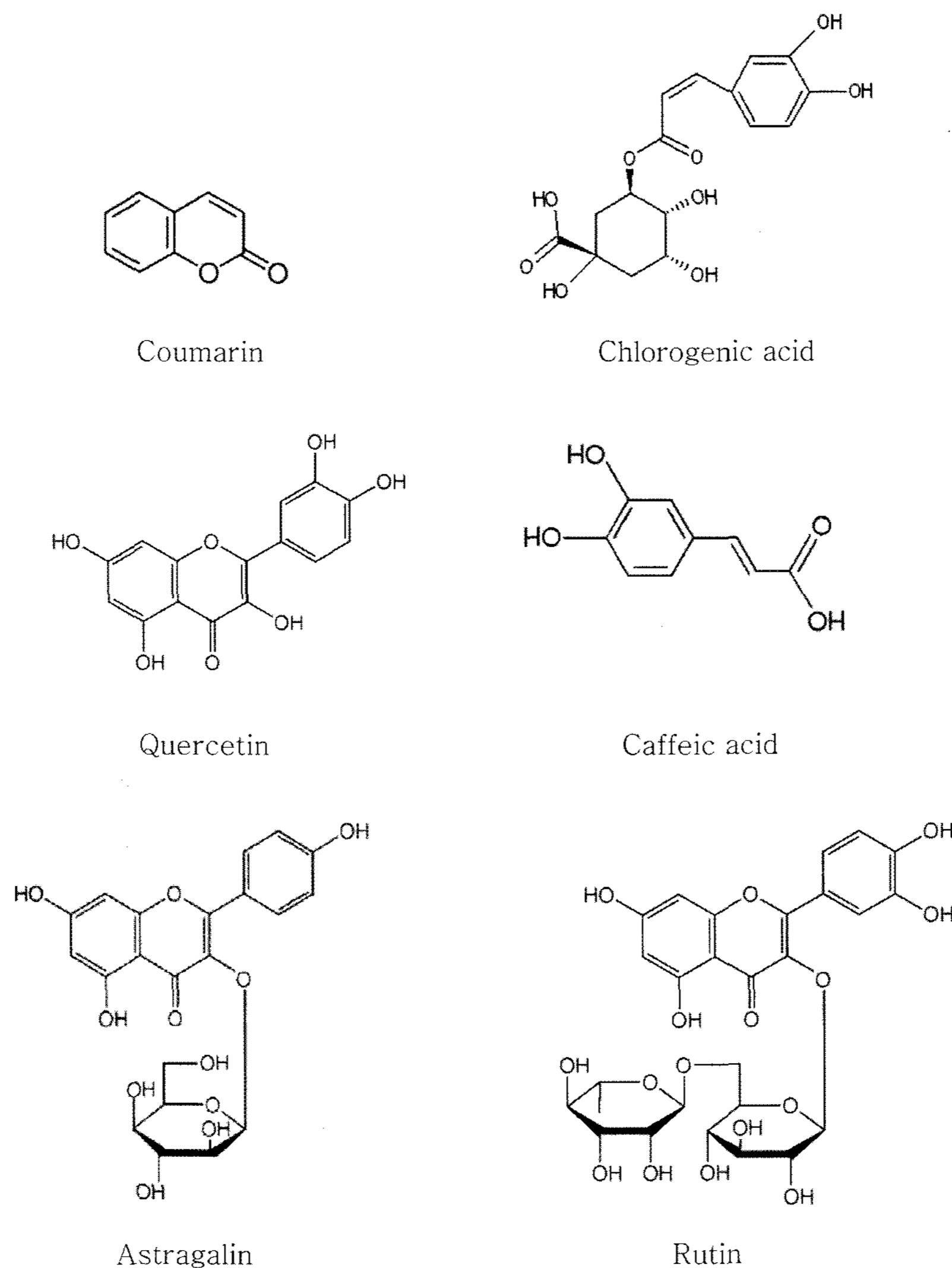


Fig 1. The structure of six compounds isolated from *Climacium dendroides*.

기인하는 2개의 aromatic proton signal을 확인할 수 있었고  $\delta$  5.25 (1H, d,  $J=7.1$  Hz, anomeric H)에서는 당의 anomeric proton signal을 관찰할 수 있었다.  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum에서 chemical shift를 확인하여 이상의 자료로부터 화합물 4의 구조는 문헌치<sup>14,16</sup>와 비교하여 kaempferol-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside (astragalín)로 구조를 확정하였다.

화합물 5는 황색 오일상의 물질로써 융점은 211~213°C이며 IR spectrum에서는 3470-3353 (OH), 2927, 1727 (C=O), 1601 (aromatic), 1458 (cycloalkane), 1189 (phenol)  $\text{cm}^{-1}$  강한 흡수대를 확인할 수 있었고 UV spectrum에서는 216 nm, 242 nm, 300(sh) nm, 326 nm 흡수대를 관찰할 수 있었다.  $^1\text{H-NMR}$  스펙트럼에서는  $\delta$  6.94 (1H, dd,  $J=8.2, 2.0$  Hz, H-6')와 6.78 (1H, d,  $J=8.2$  Hz, H-5')에서 caffeic acid 모핵의 6, 5 번의 전형적인 proton signal을 확인할 수 있었다.  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum에서는  $\delta$  123.0 (C-6')과 115.2 (C-5')에서 caffeic acid 모핵의 6, 5번 carbon signal을 확인 하였고  $\delta$  40.7 (C-6), 39.3 (C-2)에서는 2개의 methylene group을 관찰할 수 있었다. 이상의 자료로부터 화합물 5는 문헌치<sup>17-20</sup>와 비교하여 3-[[3-(3,4-dihydroxyphenyl)-1-oxo-2-propenyl]oxy]-1,4,5-trihydroxycyclohexanecarboxylic acid(chlorogenic acid)로 구조를 확정하였다.

화합물 6은 황색 분말상 물질로써 융점은 211°C이고 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (EtOH)에서 황색으로 발색되었다. IR spectrum에서는 3350 (OH), 1654 (C=O), 1605, 1507 (aromatic C=C)  $\text{cm}^{-1}$  등에서 강한 흡수대를 관찰할 수 있었다.  $^1\text{H-NMR}$  스펙트럼에서는  $\delta$  6.89 (1H, d,  $J=8.5$  Hz, H-5'), 7.63 (1H, dd,  $J=8.5$  Hz, H-6') 및 7.65 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-2')에서 flavonoid의 B ring의 proton들과  $\delta$  6.22 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-6) 및 6.40 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-8)에서 A ring의 proton 들을 관찰할 수 있었다. 또한, 당 부분의  $\delta$  5.31 (1H, d,  $J=7.5$  Hz, H-1)의 signal부터 glucose의 anomeric proton이  $\beta$ 결합을 하고 있음을 알 수 있었고,  $\delta$  4.35의 singlet signal은 rhamnose의 anomeric proton으로 추정되었으며,  $\delta$  1.13 (3H, d,  $J=6.0$  Hz, H-6")은 rhamnose의 methyl기로 추정하였다.  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum에서 당 으로부터 기인하는 총 12개의 carbon signal  $\delta$  101.4 (Glc-1), 74.2 (Glc-2), 76.6 (Glc-3), 70.1 (Glc-4), 76.1 (Glc-5), 67.1 (Glc-6), 101.0 (Rha-1), 70.5 (Rha-2), 70.7 (Rha-2), 72.0 (Rha-3), 68.4 (Rha-4), 17.8 (Rha-6)을 통해 2개의 당이 결합하고 있음을 확인할 수 있었고, 특히, glucose의 C-6 위치에 당이 결합되어 있음을 추측할 수 있었다. 또한, 총 27개의 carbon signal 중 당의 signal을 제외하고 총 15개의 carbon signal이 관찰되었으며, 이는 flavonoid의 골격을 나타내는 signal로 추정 하였으며,  $\delta$  177.6에서 C-4의 carbonyl기를 관찰할 수 있었다. 이상의 자료로부터 화합물 6은 quercetin-3-O-rutinoside(rutin)로 구조를 추정하였고, 기존의 문헌<sup>21,22</sup>을 비교하여 구조를 동정하였다. 국내 자생이끼의 성분에 관한 연구가 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서 수행되어진 곧은 나무이끼의 성분 연구는 천연물 예방 의약품의 개발 시 지표성분으로 이용될 수 있으며 다양한 약리적 활성을 검토 함으로써 의약품의 소재로 충분한 가치가 있다고 판단된다.

## 초 록

곧은 나무이끼의 전초에서 물질을 분리 및 동정하기 위해 곧은 나무이끼의 MeOH 추출물을  $\text{CHCl}_3$ , EtOAc 및 BuOH로 용매 분획하였다.  $\text{CHCl}_3$  분획으로부터 2-chromenone(coumarin)을 분리 하였고 EtOAc 분획에서 3,4-dihydroxy-cinnamic acid (caffeic acid), 3,3',4',5,7-pentahydroxy-2-phenyl-chromen-4-one (quercetin)과 kaempferol-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside(astragalín)을 분리하였다. BuOH 분획으로부터 3-[[3-(3,4-Dihydroxyphenyl)-1-oxo-2-propenyl]oxy]-1,4,5-trihydroxycyclohexanecarboxylic acid(chlorogenic acid)와 quercetin-3-O-rutinoside(rutin)를 분리하여 IR, UV, Mass, NMR과 이화학적 방법으로 그 구조를 규명하였다. 곧은 나무이끼에서 이 물질들이 분리된 것은 처음으로 보고되는 것이다.

**Key words:** *Climacium dendroides*, flavonoid, pyrone, phenylpropanoid, phenolic compound

## 참고문헌

- Jung, H. W., Choi, J. Y., Lee, J. G., Choi, E. H., Oh, J. S., Kim, D. C., Kim, J. A., Park, S. H., Son, J. K. and Lee, S. H. (1978) Isolation of melanogenesis inhibitors from *Cinnamomi Cortex*. *Kor. J. Pharmacogn.* **38**, 382-386.
- Min, B. S. (2006) Coumarins and polyacetylene from the roots of *Angelica purpuraeifolia*. *Nat. Prod. Sci.* **12**, 129-133.
- Lee, S. H., Kang, S. S. and Shin, K. H. (2002) Coumarins and pyrimidine from *Angelica gigas* roots. *Nat. Prod. Sci.* **8**, 58-61.
- Moon, H. I. and Zee, O. P. (1999) Anticancer compounds of *Plantago asiatica* L. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **7**, 143-146.
- Mukherjee, K. K., Mitra, S. K. and Ganguly, S. N. (1998) A new Coumarin from the seeds of Jute *Corchorus olitorius* L. *Nat. Prod. Sci.* **4**, 51-52.
- Jang, C. H., Eun, J. S., Lim, J. P., Park, H. W., Kim, J. W., Shin, T. Y., Eom, D. O., Baek, N. I. and Kim, D. K. (2003) Phytochemical components from the whole plants of *Bothriospermum tenellum*. *Kor. J. Pharmacogn.* **34**, 119-122.
- Kwon, Y. S., In, K. K. and Kim, C. M. (2000) Chemical constituents from the roots of *Ostericum koreanum*. *Kor. J. Pharmacogn.* **31**, 284-287.
- Lee, M. W. (2002) Phenolic compound from *Lepisorus thunbergianus*. *Kor. J. Pharmacogn.* **31**, 284-287.
- Park, S. S. (1973) Studies on polyphenols in higher plants (II). *Kor. J. Pharmacogn.* **4**, 67-70.
- Kim, T. H. (1975) Studies on unutilized plant resources (I) components of wild edible plants. *Kor. J. Pharmacogn.* **6**, 23-27.
- Park, J. C., Park, J. G., Hur, J. S., Choi, M. R., Yoo, E. J., Kim, S. H., Son, J. C. and Kim, M. S. (2004) Inhibitory effects of methanol extract, phenolic acids and flavonoids from the leaves of *Eucalyptus darylpleana* against 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Nat. Prod. Sci.* **10**, 244-247.
- Huong, D. T., Dat, N. T., Cai, X. F. and Shen, G. (2004)

- Phenolic components from the leaves and twinges of *Rhamnus taquetii*. *Kor. J. Pharmacogn.* **35**, 139-142.
13. Lee, E. H., Kim, H. J., Song, Y. S., Jin, C. B., Lee, K. T., Cho, J. S. and Lee, Y. S. (2003) Constituents of the stems and fruits of *Opuntia ficusindica* var. *saboten*. *Arch. Pharm. Res.* **26**, 1018-1023.
  14. Lee, M. S., Lim, S. C. and Park, H. J. (1994) Phthalate ester and flavonoids isolated from leaves of *Erythronium japonicum*. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **2**, 67-72.
  15. Won, H. M., Kwon, Y.S., Lee, J. H. and Kim C. M. (2004) Chemical constituents of the leaves of *Weigela subsesillis*. *Kor. J. Phamacogn.* **35**, 1-5.
  16. Kim, D.K., Kwak, J. H., Song, K. W., Kwon, H. C., Zee, O. P. and Lee, K. R. (1996) Phytochemical constituents from *Aconitum pseudolaeverectum* Var. *Kor. J. Phamacogn.* **27**, 75-79.
  17. Kim, M. J., Kwon, Y. S. and Yu, C. Y. (2005) Antioxidative compounds in extracts of *Eleutherococcus senticosus* Max. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **13**, 194-198.
  18. Lee, M. W. (1998) Phenolic compound from *Lepisorus thunbergianus*. *Kor. J. Phamacogn.* **29**, 142-144.
  19. Chung, D. K., Kim, T. H. and Lee YR (1978) The chemical screening of *Caryophyllaceae* Plants. *Kor. J. Phamacogn.* **9**, 83-88.
  20. Park, S. S. and Jung, S. H.(1975) Studies on polyphenols in higher plants (IV). *Kor. J. Phamacogn.* **6**, 93-99.
  21. Agrawal, P. K. (1989) Carbon-13 NMR of flavonoids, 335-337 *Elsevier*.
  22. Nam, J. H., Choi, S. Z. and Lee, K. R. (2004). Phytochemical constituents of *Synurus excelsus*. *Kor. J. Phamacogn.* **35**, 116-121.