

## · 基础研究 ·

青钱柳叶的化学成分研究<sup>△</sup>

李龙宇<sup>1</sup>, 罗荣华<sup>2</sup>, 徐明杰<sup>1</sup>, 伍一炜<sup>1</sup>, 赵迪<sup>1</sup>, 潘巧玲<sup>3</sup>, 金佳怡<sup>3</sup>, 赵田甜<sup>3</sup>, 徐瞰海<sup>1\*</sup>, 郑晓杰<sup>4\*</sup>,  
姜程曦<sup>3\*</sup>, 朱寅荻<sup>3</sup>

1. 北京中医药大学 中药学院, 北京 102488;
2. 温州大学 生命科学研究院, 浙江 温州 325035;
3. 温州医科大学 药学院, 浙江 温州 325035;
4. 温州科技职业学院, 浙江 温州 325000

**【摘要】 目的:** 研究青钱柳叶的化学成分。**方法:** 将青钱柳叶乙醇提取物用正丁醇、石油醚、乙酸乙酯分别萃取3次; 采用D101型大孔吸附树脂、硅胶、ODS、Sephadex LH-20和制备高效液相色谱等柱色谱方法对青钱柳叶的正丁醇萃取部位进行分离纯化, 利用核磁共振(NMR)对分离得到的化合物进行结构鉴定。**结果:** 从青钱柳叶中分离得到10个化合物, 分别是山柰酚(1)、杜仲树脂酚(2)、(+)-松脂醇(3)、(+)-表松脂醇(4)、积雪草酸(5)、山楂酸(6)、熊果酸(7)、1 $\alpha$ , 3 $\beta$ -二羟基-12-齐墩果烯-28-酸(8)、石榴萜酮(9)、青钱柳苷I(10)。**结论:** 化合物2~4、8均为首次从青钱柳属植物中分离得到。

**【关键词】** 青钱柳; 三萜; 木脂素; 化学成分; 结构鉴定

**【中图分类号】** R284 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-4890(2021)10-1705-05

**doi:** 10.13313/j.issn.1673-4890.20201209005

Chemical Constituents from Leaves of *Cyclocarya paliurus*

LI Long-yu<sup>1</sup>, LUO Rong-hua<sup>2</sup>, XU Ming-jie<sup>1</sup>, WU Yi-wei<sup>1</sup>, ZHAO Di<sup>1</sup>, PAN Qiao-ling<sup>3</sup>, JIN Jia-yi<sup>3</sup>, ZHAO Tian-tian<sup>3</sup>,  
XU Tun-hai<sup>1\*</sup>, ZHENG Xiao-jie<sup>4\*</sup>, JIANG Cheng-xi<sup>3\*</sup>, ZHU Yin-di<sup>3</sup>

1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102488, China;
2. Institute of Life Sciences, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China;
3. School of Pharmaceutical Sciences, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China;
4. Wenzhou Vocational College of Science and Technology, Wenzhou 325000, China

**【Abstract】 Objective:** To study the chemical constituents from leaves of *Cyclocarya paliurus*. **Methods:** The ethanol extract of *C. paliurus* leaves was extracted with petroleum ether, ethyl acetate, and *n*-butanol three times, respectively. The *n*-butanol fractions were separated and purified by D101 macroporous resin, silica gel column chromatography, octadecylsilyl (ODS) semi-preparative chromatography, Sephadex LH-20, and high performance liquid chromatography (HPLC), and the structures of the yielded compounds were identified by nuclear magnetic resonance (NMR). **Results:** Ten compounds were isolated from *C. paliurus* leaves: kaempferol (1), medioresinol (2), (+)-pinosresinol (3), (+)-epipinosresinol (4), asiatic acid (5), maslinic acid (6), ursolic acid (7), 1 $\alpha$ , 3 $\beta$ -dihydroxy-12-oleanen-28-oic acid (8), punicaone (9), cyclocarioside I (10). **Conclusion:** Compounds 2-4 and 8 were isolated from *Cyclocarya* for the first time.

**【Keywords】** *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinsk; triterpene; lignans; chemical constituents; structure identification

青钱柳 *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinsk 又名 属 (*Cyclocarya*) 植物, 属于高大乔木, 生长于我国山化树或山麻柳, 为胡桃科 (Juglandaceae) 青钱柳 安徽、江苏等省。其小叶数量、外形差异极大<sup>[1]</sup>, 树叶

<sup>△</sup> [基金项目] 浙江省科技计划项目 (2017C02039); 文成县创新创业种子资金项目 (2018NKY02)

\* [通信作者] 徐瞰海, 教授, 研究方向: 中药活性成分及质量控制; E-mail: thxu@163.com  
郑晓杰, 教授, 研究方向: 食品工艺; E-mail: zxj75719@163.com  
姜程曦, 教授, 研究方向: 中药学; E-mail: jiangchengxi@126.com

广泛用于制作保健茶。目前,围绕青钱柳栽培、繁殖、采摘、化学成分、药理作用、产业发展等已有大量的研究。现代研究发现,青钱柳叶的主要化学成分为三萜<sup>[2]</sup>、多糖<sup>[3]</sup>、黄酮及其对应的糖苷、酚酸<sup>[4]</sup>等类,具有降血糖、调血脂、降血压和抗氧化等药理作用<sup>[5]</sup>。为了更全面地认识青钱柳叶的化学成分,本实验对其乙醇提取物的正丁醇萃取部位进行研究,采用多种柱色谱方法分离得到10个化合物,并用核磁共振法(NMR)鉴定其分别为山柰酚(kaempferol, **1**)、杜仲树脂酚(medioresinol, **2**)、(+)-松脂醇[(+)-pinoresinol, **3**]、(+)-表松脂醇[(+)-epipinoresinol, **4**]、积雪草酸(asiatic acid, **5**)、山楂酸(maslinic acid, **6**)、熊果酸(ursolic acid, **7**)、 $1\alpha, 3\beta$ -二羟基-12-齐墩果烯-28-酸( $1\alpha, 3\beta$ -dihydroxy-12-oleanen-28-oic acid, **8**)、石榴萜酮(punicaone, **9**)、青钱柳苷I(cyclocarioside I, **10**)。其中化合物**2**~**4**、**8**均为首次从青钱柳属植物中分离得到。各化合物结构见图1。

## 1 材料

青钱柳叶由文成县圣山食品开发有限公司提供,经温州医科大学药学院汪洪副教授鉴定为胡桃科青钱柳属植物青钱柳 *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinsk的叶。样品标本现存于温州医科大学药学院,

编号:20180613。

1100型高效液相色谱仪(美国Agilent公司); Bruker Avance III 600型核磁共振仪(德国Bruker公司); GF<sub>254</sub>薄层硅胶板和柱色谱硅胶(100~200目)均来自青岛海洋化工厂; Pack ODS-A型半制备色谱柱(250 mm×10 mm, 5  $\mu$ m, 日本YMC公司); D101大孔吸附树脂(南开大学); Sephadex LH-20(瑞典Amersham Biosciences公司); C<sub>18</sub>反相填料(日本YMC公司); 色谱级甲醇(美国Tedia公司); 其余化学试剂均为分析纯(西陇科学股份有限公司); 超纯水为实验室自制。

## 2 提取与分离

取干燥的青钱柳叶(35 kg)切碎,用70%乙醇加热回流提取2次,滤过后减压回收乙醇,得浸膏3.7 kg,用水分散,分别用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇各萃取3次,浓缩后得到石油醚萃取物840 g、乙酸乙酯萃取物789 g、正丁醇萃取物1.1 kg。取正丁醇萃取物,溶解后用D101型大孔吸附树脂分离,以乙醇(30%~95%)梯度洗脱,将各洗脱部位浓缩、干燥。取75%乙醇部位约100 g,乙醇溶解后与硅胶208 g拌匀,烘干后上硅胶柱色谱分离,以二氯甲烷-甲醇(100:0~100:50)洗脱,得到Fr. Z1~Z12组分。其中,Fr. Z6经C<sub>18</sub>反相柱色谱(30%~100%甲醇)分离,得到的各组分分别反复经

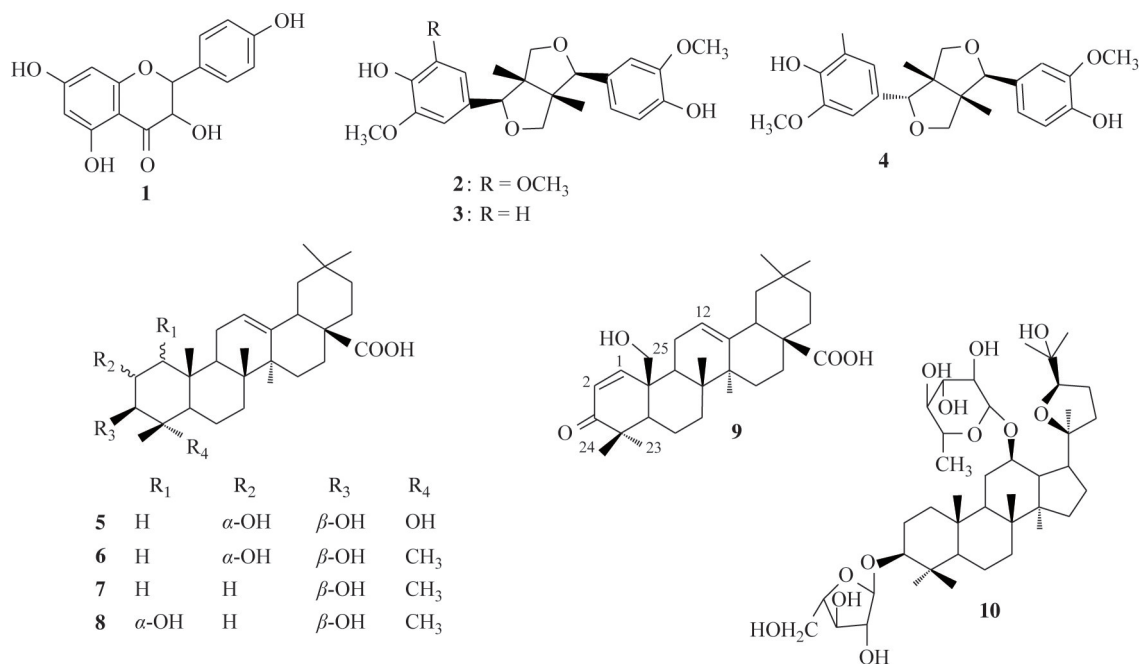


图1 青钱柳叶中分离得到的化合物1~10结构式

Sephadex LH-20和HPLC分离纯化,得到化合物**1~5**。Fr. Z3经过C<sub>18</sub>反相柱色谱(30%~100%甲醇),将70%甲醇洗脱部位合并,再用硅胶柱色谱分离,以二氯甲烷-甲醇(100:40~100:100)洗脱,将二氯甲烷-甲醇(100:40~100:45)部位合并,再用Sephadex LH-20分离得12个组分,将4~8号组分用HPLC进行制备,得到化合物**6~9**。Fr. Z5经C<sub>18</sub>反相柱色谱,以甲醇(30%~100%)梯度洗脱,将60%~80%甲醇洗脱部位合并,上C<sub>18</sub>反相柱色谱,以同样溶剂洗脱,每250 mL收集1瓶,在80%甲醇洗脱部位第六、七瓶析出固体,抽滤,保留固体成分即为化合物**10**。

### 3 结构鉴定

化合物**1**:黄色粉末,分子式为C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>。核磁共振氢谱(<sup>1</sup>H-NMR)(600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 6.21 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-6), 6.42 (1H, d, *J*=2.4 Hz, H-8), 6.93 (2H, d, *J*=8.4 Hz, H-3', 5'), 8.11 (2H, d, *J*=8.4 Hz, H-2', 6')。其氢谱数据与文献报道基本一致<sup>[6]</sup>,故鉴定化合物**1**为山柰酚。

化合物**2**:白色粉末;分子式为C<sub>21</sub>H<sub>24</sub>O<sub>7</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 6.68 (2H, s, H-2', 6'), 6.79 (1H, d, *J*=8.4 Hz, H-5), 6.84 (1H, dd, *J*=1.8, 8.4 Hz, H-6), 6.98 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-2), 4.74 (2H, d, *J*=4.2 Hz, H-7, 7'), 3.88 (3H, s, 3-OMe), 3.87 (6H, s, 3', 5'-OMe), 3.87 (2H, m, H-9a, 9'a), 3.15 (2H, m, H-8, 8'), 4.25 (2H, m, H-9b, 9'b); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 55.5 (C-3'-OMe), 55.7 (C-5'-OMe), 56.9 (C-8, 8'), 56.5 (C-3-OMe), 72.9 (C-9'), 72.8 (C-9), 87.7 (C-7), 87.9 (C-7'), 104.6 (C-2', 6'), 111.1 (C-2), 116.2 (C-5), 120.2 (C-6), 130.1 (C-1'), 133.3 (C-1), 133.9 (C-4'), 147.5 (C-4), 149.5 (C-3', 5'), 149.2 (C-3)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[7-8]</sup>,故鉴定化合物**2**为杜仲树脂酚。

化合物**3**:白色粉末,分子式为C<sub>20</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 6.97 (2H, d, *J*=1.8 Hz, H-2, 2'), 3.83 (2H, m, H-8, 8'), 6.80 (2H, dd, *J*=1.8, 8.4 Hz, H-6, 6'), 3.85 (6H, s, 3, 3'-OCH<sub>3</sub>), 6.76 (2H, d, *J*=8.4 Hz, H-5, 5'), 4.23 (2H, m, H-9a, 9'a), 4.70 (2H, d, *J*=4.2 Hz, H-7, 7'); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 133.9 (C-1, 1'), 111.1 (C-2, 2'), 149.3 (C-3, 3'), 56.5 (3, 3'-OCH<sub>3</sub>), 147.5 (C-4, 4'), 116.2 (C-5, 5'), 120.2 (C-6, 6'), 87.7 (C-7, 7'), 55.6 (C-8, 8'),

72.8 (C-9, 9')。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[8-9]</sup>,故鉴定化合物**3**为(+)-松脂醇。

化合物**4**:白色粉末,分子式为C<sub>20</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 6.94 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-2), 6.96 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-2'), 6.76 (1H, d, *J*=2.4 Hz, H-5), 6.79 (1H, d, *J*=1.2 Hz, H-5'), 6.80 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-6'), 6.81 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-6), 4.41 (1H, d, *J*=7.2 Hz, H-7), 4.85 (1H, d, *J*=6.0 Hz, H-7'), 2.93 (1H, m, H-8) 3.38 (1H, m, H-8'), 3.78 (1H, m, H-9'a), 4.10 (1H, d, *J*=9.6 Hz, H-9a), 3.84 (3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>), 3.85 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.83 (1H, m, H-9b), 3.18 (1H, m, H-9'b); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 134.0 (C-1), 131.5 (C-1'), 111.0 (C-2), 110.7 (C-2'), 149.3 (C-3), 149.0 (C-3'), 147.6 (C-4), 146.8 (C-4'), 116.2 (C-5), 116.1 (C-5'), 120.4 (C-6), 119.5 (C-6'), 89.7 (C-7), 83.7 (C-7'), 55.9 (C-8), 51.5 (C-8'), 72.2 (C-9), 70.8 (C-9'), 56.5 (3, 3-OCH<sub>3</sub>)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[9-10]</sup>,故鉴定化合物**4**为(+)-表松脂醇。

化合物**5**:白色粉末,分子式为C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>5</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 0.78 (3H, s, H-27), 0.84 (3H, s, H-26), 0.88 (3H, d, *J*=6.6 Hz, H-30), 0.96 (3H, d, *J*=4.8 Hz, H-29), 1.02 (6H, s, H-24), 1.13 (3H, s, H-25), 2.20 (1H, d, *J*=11.4 Hz, H-18), 3.52 (1H, d, *J*=10.8 Hz, H-3), 3.87 (3H, m, H-2, 3), 5.24 (1H, t, *J*=3.6 Hz, H-12); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 17.6 (C-24), 17.8 (C-25), 17.9 (C-30), 18.0 (C-29), 19.1 (C-6), 181.9 (C-28), 21.8 (C-26), 24.4 (C-27), 24.6 (C-11), 25.5 (C-21), 29.3 (C-16), 32.0 (C-15), 33.8 (C-7), 38.3 (C-22), 39.3 (C-10), 40.6 (C-19, 20), 41.0 (C-8), 42.5 (C-4), 42.7 (C-14), 43.6 (C-17), 44.4 (C-5), 49.8 (C-9), 54.5 (C-18), 67.4 (C-2), 71.5 (C-23), 78.9 (C-3), 126.9 (C-12), 139.9 (C-13)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[10]</sup>,故鉴定化合物**5**为积雪草酸。

化合物**6**:白色粉末,分子式为C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>O<sub>4</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N) δ: 1.02(3H, s, H-30), 0.96 (3H, s, H-29), 1.28 (3H, s, H-27), 1.04 (3H, s, H-26), 1.00 (3H, s, H-25), 1.10 (3H, s, H-24), 1.39 (3H, s, H-23), 2.28 (2H, dd, *J*=12.6, 4.2 Hz, H-1), 4.13 (2H, m, H-2), 3.42 (2H, d, *J*=9.6 Hz, H-3), 1.06 (1H, s, H-5), 5.45 (1H, t, *J*=4.2 Hz, H-12), 3.32 (1H, dd, *J*=14.4, 4.2 Hz, H-18); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N) δ: 180.7

(C-28), 145.3 (C-13), 122.9 (C-12), 84.2 (C-3), 69.0 (C-2), 56.3 (C-5), 48.6 (C-9), 48.2 (C-1), 47.1 (C-17), 46.8 (C-19), 42.6 (C-14), 42.4 (C-18), 40.3 (C-4), 40.2 (C-8), 38.9 (C-10), 34.6 (C-21), 33.7 (C-29), 33.6 (C-7, 22), 31.4 (C-20), 29.8 (C-23), 28.7 (C-15), 26.6 (C-27), 24.3 (C-16), 24.2 (C-30), 24.1 (C-11), 19.3 (C-6), 18.1 (C-24), 17.9 (C-26), 17.3 (C-25)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[11]</sup>, 故鉴定化合物**6**为山楂酸。

化合物**7**: 白色粉末, 分子式为 $C_{30}H_{48}O_3$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 1.27 (1H, s, H-27), 1.25 (1H, s, H-23), 1.08 (1H, s, H-25), 1.05 (1H, s, H-30), 1.02 (1H, d,  $J=6.0$  Hz, H-24), 0.97 (1H, d,  $J=6.0$  Hz, H-29), 0.91 (1H, s, H-26), 5.52 (1H, t,  $J=3.6$  Hz, H-12), 3.49 (1H, dd,  $J=10.8, 5.4$  Hz, H-3), 2.67 (1H, d,  $J=11.4$  Hz, H-18);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 180.4 (C-28), 139.7 (C-13), 126.0 (C-12), 78.5 (C-3), 56.2 (C-5), 54.0 (C-18), 48.5 (C-9), 48.4 (C-17), 42.9 (C-14), 40.4 (C-8), 39.9 (C-20), 39.8 (C-19), 39.8 (C-4), 39.5 (C-1), 37.9 (C-22), 37.7 (C-10), 34.0 (C-7), 31.5 (C-21), 29.2 (C-15), 29.1 (C-23), 28.6 (C-2), 25.3 (C-16), 24.3 (C-27), 24.0 (C-11), 21.8 (C-30), 19.2 (C-6), 18.0 (C-29), 17.9 (C-26), 17.0 (C-24), 16.1 (C-25)。其谱学数据与文献报道一致<sup>[12-13]</sup>, 故鉴定化合物**7**为熊果酸。

化合物**8**: 白色粉末, 分子式为 $C_{30}H_{48}O_4$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 5.58 (1H, t,  $J=3.6$  Hz, H-12), 4.41 (1H, dd,  $J=12.0, 4.8$  Hz, H-3), 3.35 (dd,  $J=13.8, 4.8$  Hz, H-1), 2.97 (1H, dd,  $J=11.4, 6.6$  Hz, H-19); 1.02 (3H, s, H-30), 0.95 (3H, s, H-29), 1.36 (3H, s, H-27), 1.13 (3H, s, H-26), 1.02 (3H, s, H-25), 1.13 (3H, s, H-24), 1.37 (3H, s, H-23);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 180.7 (C-28), 145.1 (C-13), 123.3 (C-12), 73.1 (C-3), 72.1 (C-1), 49.0 (C-5), 47.1 (C-19), 47.0 (C-17), 43.1 (C-14), 42.5 (C-18), 41.9 (C-10), 40.1 (C-8), 40.0 (C-4), 38.8 (C-9), 36.2 (C-2), 34.6 (C-21), 33.7 (C-28), 33.6 (C-22), 33.5 (C-7), 31.4 (C-20), 29.3 (C-23), 28.9 (C-15), 26.7 (C-27), 24.2 (C-16), 24.2 (C-30), 24.0 (C-11), 19.2 (C-6), 18.0 (C-26), 16.9 (C-24, 25)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[14]</sup>, 故鉴定化合物**8**为 $1\alpha, 3\beta$ -二羟基-12-齐墩果烯-28-酸。

化合物**9**: 淡黄色粉末, 分子式为 $C_{30}H_{48}O_4$ 。 $^1H$ -

NMR (600 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 6.63 (1H, d,  $J=10.2$  Hz, H-1), 6.05 (1H, d,  $J=10.2$  Hz, H-2), 5.59 (1H, dd,  $J=4.5, 3.0$  Hz, H-12), 3.70 (1H, d,  $J=10.8$  Hz, H-25), 3.62 (1H, d,  $J=10.8$  Hz, H-25), 2.55 (1H, dd,  $J=11.4, 5.4$  Hz, H-9), 1.30 (3H, s, H-24), 1.20 (3H, s, H-23), 1.13 (3H, s, H-26), 1.06 (3H, s, H-27), 1.00 (3H, s, H-29), 0.94 (3H, s, H-30);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 206.8 (C-3), 180.7 (C-28), 154.0 (C-1), 144.1 (C-13), 127.1 (C-2), 124.3 (C-12), 69.9 (C-25), 48.4 (C-10), 47.3 (C-17), 46.4 (C-19), 45.5 (C-5), 42.9 (C-4), 42.9 (C-18), 42.6 (C-14), 40.5 (C-8), 39.2 (C-9), 34.7 (C-21), 33.7 (C-29), 33.5 (C-7), 32.9 (C-22), 31.3 (C-20), 28.7 (C-15), 27.1 (C-11), 26.1 (C-23), 24.2 (C-27), 24.1 (C-16), 19.5 (C-6), 18.8 (C-30), 17.9 (C-26), 16.8 (C-24)。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[15-16]</sup>, 故鉴定化合物**9**为石榴萜酮。

化合物**10**: 白色粉末, 分子式为 $C_{40}H_{70}O_{12}$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 5.53 (1H, d,  $J=1.8$  Hz, H-1' of arabinos), 5.05 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'' of quinovos), 4.18 (1H, t,  $J=9.0$  Hz, H-3'' of quinovos), 3.03 (1H, m, Ha-1), 2.92 (1H, dt,  $J=12.6, 4.2$  Hz, Ha-11), 1.61 (3H, d,  $J=6.0$  Hz, H-6''), 1.08 (3H, s, H-18), 1.42 (3H, s, H-19), 1.18 (3H, s, H-21), 1.45 (3H, s, H-26), 1.37 (3H, s, H-27), 0.95 (3H, s, H-28), 1.28 (3H, s, H-29), 0.72 (3H, s, H-30);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $C_5D_5N$ )  $\delta$ : 87.0 (C-20), 84.7 (C-24), 79.7 (C-3), 77.3 (C-12), 71.7 (C-25), 54.5 (C-9), 51.4 (C-5), 50.6 (C-14), 49.6 (C-17), 42.0 (C-8), 41.5 (C-13), 40.5 (C-10), 38.4 (C-4), 36.8 (C-7), 36.1 (C-1), 35.0 (C-11), 34.4 (C-22), 32.1 (C-15), 30.5 (C-29), 28.3 (C-27), 27.3 (C-2), 26.8 (C-23), 26.3 (C-26), 25.0 (C-21), 23.4 (C-28), 21.8 (C-16), 18.8 (C-6), 17.5 (C-18), 17.3 (C-30), 17.2 (C-19), 3-*O*-arabinos 糖基的数据为 $\delta$ : 106.8 (C-1'), 84.5 (C-2'), 79.8 (C-3'), 86.1 (C-4'), 63.4 (C-5'); 12-*O*-quinovos 糖基的数据为 $\delta$ : 101.9 (C-1''), 76.0 (C-2''), 78.8 (C-3''), 79.8 (C-4''), 73.2 (C-5''), 19.1 (C-6'')。其波谱数据与文献报道基本一致<sup>[17]</sup>, 故鉴定化合物**10**为青钱柳苷 I。

#### 4 讨论

对青钱柳活性成分的报道多集中在多糖、三萜上, 本实验从青钱柳叶乙醇提取物的正丁醇萃取部

位分离鉴定了10个化合物,其中有6个三萜类和3个木脂素类化合物,其中1个三萜类和3个木脂素类化合物为首次从青钱柳属植物中分离得到,扩大了对青钱柳化学成分多样性的认识,为青钱柳活性成分的研究和进一步开发利用提供了参考。

### 参考文献

- [1] 中国科学院《中国植物志》编委会. 中国植物志:第21卷[M]. 北京:科学出版社,1979:19.
- [2] LIU Y, CAO Y N, FANG S Z, et al. Antidiabetic effect of *Cyclocarya paliurus* leaves depends on the contents of antihyperglycemic flavonoids and antihyperlipidemic triterpenoids[J]. *Molecules*, 2018, 23(5):1042.
- [3] LIN C X, SU Z X, LUO J, et al. Polysaccharide extracted from the leaves of *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja enhanced stress resistance in *Caenorhabditis elegans* via *skn-1* and *hsf-1* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2020, 143: 243-254.
- [4] 王鹏程,周先丽,罗琴,等. 青钱柳叶乙酸乙酯部位化学成分的研究[J]. 中国药理学杂志,2018,53(6):418-420.
- [5] 陈毓,陈巍,李锋涛,等. 青钱柳化学成分及药理作用研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2019,40(12):61-63.
- [6] 李俊,黄锡山,陆园园,等. 青钱柳化学成分的研究[J]. 中成药,2008,30(2):238-240.
- [7] 梁瑞兰,史国茹,庾石山. 大风子中木脂素类化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2019,44(7):1397-1402.
- [8] 叶贤胜. 中药山茱萸的化学成分和生物活性研究[D]. 北京:北京中医药大学,2017.
- [9] 王威,刘小红,高华,等. 东北铁线莲地上部位化学成分研究[J]. 中草药,2014,45(17):2440-2446.
- [10] 吴艳芳,王新胜,袁永亮,等. 连翘化学成分研究[J]. 中草药,2013,44(15):2052-2054.
- [11] HUANG Y, AISA H A, ISAEV M I. Isoprenoids of *Euphorbia sororia*. I. triterpenoids [J]. *Chem Nat Compd*, 2009, 45(6):921-924.
- [12] 王蓉,赵正保,曾科,等. 紫花杜鹃叶化学成分研究[J]. 中药材,2020(11):2684-2687.
- [13] KOHDA H, NAMERA A, KOYAMA A, et al. Indole alkaloid production in callus cultures of *Uncaria rhynchophylla* (MIQ) MIQUEL [J]. *Chem Pharm Bull*, 1996, 44(2):352-357.
- [14] ZHANG L J, CHENG J J, LIAO C C, et al. Triterpene acids from *Euscaphis japonica* and assessment of their cytotoxic and anti-NO activities[J]. *Planta Med*, 2012, 78(14):1584-1590.
- [15] JIANG H Z, MA Q Y, FAN H J, et al. Fatty acid synthase inhibitors isolated from *Punica granatum* L [J]. *J Braz Chem Soc*, 2012, 23(5):889-893.
- [16] FANG Z J, SHEN S N, WANG J M, et al. Triterpenoids from *Cyclocarya paliurus* that enhance glucose uptake in 3T3-L1 adipocytes[J]. *Molecules*, 2019, 24(1):187.
- [17] 李夏蕾. 青钱柳化学成分研究[D]. 长春:长春中医药大学,2012.

(收稿日期:2020-12-09 编辑:田苗)