

幌伞枫叶的化学成分研究

胡引明^{1,2}, 张旻², 胡章立¹, 咎启杰³, 陈涛², 冯世秀^{2*}

(1. 深圳大学生命科学学院, 广东 深圳 518060; 2. 深圳市中国科学院仙湖植物园, 深圳市南亚热带植物多样性重点实验室, 广东 深圳 518004; 3. 深圳市野生动物救护中心, 广东 深圳 518040)

摘要: 为了解幌伞枫(*Heteropanax fragrans*)的药理活性化学基础, 从其叶的乙醇提取物中分离得到 8 个化合物, 经波谱分析分别鉴定为: (7*S*,8*R*)-蛇菰脂醛素-4-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (1)、4 β ,10 α -香木兰烷二醇 (2)、原儿茶酸 (3)、3'-甲氧基-槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (4)、山柰酚-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (5)、槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (6)、槲皮素-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (7)和山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (8)。这 8 个化合物均为首次从幌伞枫中分离得到。

关键词: 幌伞枫; 化学成分; 黄酮

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.02.014

Chemical Constituents from Leaves of *Heteropanax fragrans*

HU Yin-ming^{1,2}, ZHANG Min², HU Zhang-li¹, ZAN Qi-jie³, CHEN Tao², FENG Shi-xiu^{2*}

(1. College of Life Science, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, China; 2. Key Laboratory of Southern Subtropical Plant Diversity, Shenzhen Fairy Lake Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518004, Guangdong, China; 3. Shenzhen Wildlife Rescue Center, Shenzhen 518040, Guangdong, China)

Abstract: To further investigate the biological chemical constituents of pharmacological effects of folk medicine *Heteropanax fragrans* (Roxb.) Seem., eight compounds were isolated from the alcohol extract of the leaves. On the basis of spectral data, their structures were identified as: (7*S*,8*R*)-balanophonin-4-*O*- β -D-glucopyranoside (1), 4 β ,10 α -aromadendranediol (2), protocatechuic acid (3), 3'-methoxy-quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranoside (4), kaempferol-3-*O*- β -D-glucopyranoside (5), quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranoside (6), quercetin-3-*O*- β -D-rutinoside (7), kaempferol-3-*O*- β -D-rutinoside (8). All of eight compounds were obtained from this species for the first time.

Key words: *Heteropanax fragrans*; Chemical constituent; Flavonoids

幌伞枫[*Heteropanax fragrans* (Roxb.) Seem.]是五加科(Araliaceae)幌伞枫属常绿乔木, 主要分布于我国南方沿海各省, 常作为园林观赏植物。其根茎叶均可入药, 具有凉血解毒、消肿止痛的功效, 可用于治疗毒蛇咬伤、跌打损伤、感冒发热、中暑头痛、痈疔肿毒、风湿痹痛、瘰疬等^[1]。文献报道从幌伞枫的根茎和枝叶中已经分离得到部分酚酸和

三萜类化合物^[2-3]。近年来幌伞枫相关提取物的活性研究发现, 其有效成分可用作血小板凝聚抑制剂、抗氧化剂、组胺释放抑制剂、活性氧清除剂等^[4], 并且在治理外来入侵种薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)中表现出了化感作用和较好防治效果^[5]。因此, 为进一步开发和利用幌伞枫的植物资源价值, 本研究对其叶的乙酸乙酯萃取物的化学成分进行了系

收稿日期: 2015-05-10 接受日期: 2015-07-05

基金项目: 深圳市科技计划基础研究项目(JCYJ20140905095624296); 深圳市城市管理局科研项目(201416)资助

This work was supported by the Basic Research Project of Shenzhen Science and Technology Plan (Grant No. JCYJ20140905095624296), and the Research Project of Shenzhen City Administration (Grant No. 201416).

作者简介: 胡引明(1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为天然药物化学。E-mail: huyinming@email.szu.edu.cn

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: fengshixiu@srbg.ac.cn

统分离, 共分离到了 8 个化合物, 均为首次从该植物中分离得到。

1 材料和方法

1.1 材料

幌伞枫 [*Heteropanax fragrans* (Roxb.) Seem.] 材料于 2013 年 9 月采自广东省深圳市中国科学院仙湖植物园。

1.2 仪器和试剂

质谱仪 LCQ DECA XP 型(美国 Thermo 公司), Bruker AVANCE 500 型超导核磁共振仪(瑞士 Bruker 公司), 三用紫外分析仪 ZF-1 型(上海骥辉科学分析仪器有限公司), 高效液相色谱仪 LC3000 型(北京创新通恒科技有限公司), 制备 HPLC 色谱柱: YMC-Pack ODS-A AA12S05-2520WT (250 mm×20 mm i.d., S-5 μ m, 12 nm)。

Sephadex LH-20 (北京慧德易科技有限公司), 制备薄层硅胶板(青岛谱科分离材料有限公司), 柱色谱硅胶(80~100 和 200~300 目)、硅胶薄层色谱板(GF₂₅₄)、反相薄层色谱板 Silica gel 60 RP-18 (德国默克公司), 氘代试剂: CD₃OD-*d*₄ 和 DMSO-*d*₆ (美国剑桥公司 CIL), 其他溶剂和化学药品均为国产分析纯。

1.3 提取和分离

幌伞枫叶片(10.75 kg)荫棚中晾干后加工成粉末, 用 95%乙醇于室温浸提 3 次, 每次 48 h, 提取液减压浓缩得乙醇提取物。依次用石油醚和乙酸乙酯萃取, 分别浓缩萃取液。

取乙酸乙酯浸膏(225 g)经正相硅胶柱色谱分离, 以三氯甲烷-甲醇(10:1~1:1)梯度洗脱, 收集流分, TLC 检测合并为 Fr.1~Fr.7 共 7 个组分。

Fr.1 (2.6 g)经正相硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇(50:1~7:1)洗脱, 经TLC检测后合并为组分Fr.1-a和Fr.1-b, 分别经正相硅胶柱色谱, 石油醚-乙酸乙酯(5:1~1:1)梯度洗脱, 经TLC检测合并含相同物质斑点的流分得到Fr.1-a-1。Fr.1-a-1经制备薄层色谱: 石油醚-乙酸乙酯(3:1)作展开剂, 得化合物**1** (16 mg)。Fr.3 (3.1 g)经正相硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇(9:1~1:1)梯度洗脱, 经TLC检测后合并斑点相同流分得Fr.3-a和Fr.3-b组分, 分别经正相硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇(11:1~5:1)梯度洗脱, 其中Fr.3-a-2经纯

化后得化合物**3** (120 mg); Fr.3-b-2经制备高效液相色谱ODS (68%甲醇-水)等度洗脱, 纯化后得化合物**2** (93 mg)。Fr.4经Sephadex LH-20柱色谱(甲醇洗脱), 合并含相同物质的组分后得Fr.4-a和Fr.4-b组分, 分别经正相硅胶柱色谱分离, 三氯甲烷-甲醇(7:1~4:1)梯度洗脱, 纯化后得化合物**5**和**4** (共510 mg)。Fr. 5 (1.6 g)经Sephadex LH-20柱色谱, 合并TLC检测含相同斑点的流分得Fr.5-a和Fr.5-b组分, 分别经正相硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇(7:1~3:1)梯度洗脱, 纯化后得化合物**6** (4 mg), Fr.6 (4.1 g)经正相硅胶柱色谱, 三氯甲烷-甲醇(4:1~1:1)梯度洗脱, 所得主点流分再经纯化得化合物**7** (1218 mg)。Fr.7 (1.1 g)经Sephadex LH-20柱色谱纯化, 甲醇洗脱, 得淡黄色粉末状化合物**8** (222 mg)。

1.4 结构鉴定

(7S,8R)-蛇菰脂醛素-4-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 [(7S,8R)-Balanophonin-4-O- β -D-glucopyranoside, **1]** 黄色粉末, 分子式 C₂₆H₃₀O₁₁; ESI-MS *m/z*: 541.3 [M + Na]⁺; ¹H NMR (500 MHz, CD₃OD): δ 9.58 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-9'), 7.61 (1H, d, *J* = 16.0 Hz, H-7'), 7.27 (1H, br s, H-6'), 7.24 (1H, br s, H-2'), 7.15 (1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-5), 7.02 (1H, d, *J* = 1.0 Hz, H-2), 6.93 (1H, dd, *J* = 1.5, 8.5 Hz, H-6), 6.68 (1H, dd, *J* = 8.0, 16.0 Hz, H-8'), 5.66 (1H, d, *J* = 6.0 Hz, H-7), 4.89 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, Glc-H-1), 3.92 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.88 (2H, overlap, H-9), 3.84 (1H, overlap, Glc-H-6a), 3.83 (3H, s, 3-OCH₃), 3.67 (1H, dd, *J* = 3.5, 12.0 Hz, Glc-H-6b), 3.54 (1H, q, *J* = 6.0 Hz, H-8), 3.48 (1H, t, *J* = 8.0 Hz, Glc-H-2), 3.45 (1H, t, *J* = 8.0 Hz, Glc-H-3), 3.38 (2H, overlap, Glc-H-4, 5); ¹³C NMR (125 MHz, CD₃OD): δ 196.1 (C-9'), 155.9 (C-7'), 152.9 (C-4'), 151.1 (C-3), 147.9 (C-4), 146.1 (C-3'), 137.5 (C-1), 131.1 (C-5'), 129.8 (C-1'), 127.2 (C-8'), 120.0 (C-6'), 119.5 (C-6), 118.3 (C-5), 114.5 (C-2'), 111.4 (C-2), 102.8 (Glc-C-1), 89.6 (C-7), 78.2 (Glc-C-3), 77.9 (Glc-C-5), 74.9 (Glc-C-2), 71.4 (Glc-C-4), 64.7 (C-9), 62.6 (Glc-C-6), 56.9 (3-OCH₃), 56.8 (3'-OCH₃), 54.9 (C-8)。波谱数据与文献[6]一致。

4 β ,10 α -香木兰烷二醇 (4 β ,10 α -Aromadendranediol, **2)** 无色透明固体, 分子式 C₁₅H₂₆O₂; ESI-MS *m/z*: 261.3 [M + Na]⁺; ¹H NMR (500 MHz, CD₃OD): δ 1.87 (1H, m, H-1), 1.26 (1H, d, *J* = 11.0 Hz,

H-5), 1.22 (3H, s, H-15), 1.14 (3H, s, H-14), 1.05 (3H, s, H-12), 1.03 (3H, s, H-13), 0.61 (1H, ddd, $J = 6.0, 9.5, 11.0$ Hz, H-7), 0.44 (1H, t, $J = 9.5$ Hz, H-6); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 81.1 (C-4), 75.8 (C-10), 57.7 (C-1), 49.1 (C-5), 45.5 (C-9), 42.1 (C-3), 30.2 (C-6), 29.1 (C-13), 27.9 (C-7), 25.0 (C-2), 24.4 (C-14), 21.2 (C-8), 20.7 (C-11), 20.2 (C-15), 16.8 (C-12)。结合参考文献[7]以及HMBC和HMQC谱, 确定化合物为4 β ,10 α -香木兰烷二醇。

原儿茶酸 (Protocatechuic acid, 3) 黄色粉末, 分子式 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_4$; ESI-MS m/z : 177.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 331.1 $[2\text{M} + \text{Na}]^+$, 153.1 $[\text{M} - \text{H}]^-$, 307.1 $[2\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, CD_3OD): δ 7.44 (1H, brs, H-2), 7.43 (1H, dd, $J = 2.0, 9.0$ Hz, H-6), 6.80 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 170.2 (C=O), 151.5 (C-4), 146.0 (C-3), 123.9 (C-6), 123.2 (C-1), 117.7 (C-2), 115.7 (C-5)。波谱数据与文献[8-9]一致, 确定化合物为原儿茶酸。

3'-甲氧基-槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (3'-Methoxy-quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside, 4)

黄色粉末, 分子式 $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$; ESI-MS m/z : 479.1 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 501.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 517.1 $[\text{M} + \text{K}]^+$, 955.1 $[2\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, CD_3OD): δ 7.91 (1H, s, H-2'), 7.56 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 6.89 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.36 (1H, s, H-8), 6.17 (1H, s, H-6), 5.39 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, Glc-H-1), 3.93 (3H, s, 3'-OCH₃); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 179.3 (C-4), 166.0 (C-7), 163.0 (C-5), 158.6 (C-2), 158.3 (C-9), 150.8 (C-4'), 148.3 (C-3'), 135.3 (C-3), 123.8 (C-6'), 123.0 (C-1'), 115.9 (C-2'), 114.3 (C-5'), 105.7 (C-10), 103.7 (Glc-C-1), 99.9 (C-6), 94.8 (C-8), 78.5 (Glc-C-3), 78.0 (Glc-C-5), 75.9 (Glc-C-2), 71.4 (Glc-C-4), 62.5 (Glc-C-6), 56.7 (3'-OCH₃)。与化合物6的波谱数据相比, 在碳谱和氢谱中分别多出 δ 56.7和3.93 (3H, s)信号, 显示为甲氧基的信号, 结合HMBC谱和参考文献[10], 确定化合物为3'-甲氧基-槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。

山柰酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (Kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside, 5) 黄色粉末, 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{11}$; ESI-MS m/z : 449.1 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 471.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 895.3 $[2\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, CD_3OD): δ 8.04 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-3', 5'), 6.36 (1H, s, H-8), 6.17 (1H, s, H-6),

5.23 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, Glc-H-1); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 179.4 (C-4), 166.0 (C-7), 163.0 (C-5), 161.5 (C-4'), 159.0 (C-9), 158.4 (C-2), 135.4 (C-3), 132.3 (C-2'), 132.3 (C-6'), 122.7 (C-1'), 116.0 (C-3'), 116.0 (C-5'), 105.6 (C-10), 104.2 (Glc-C-1), 99.9 (C-6), 94.8 (C-8), 78.3 (Glc-C-5), 78.0 (Glc-C-3), 75.7 (Glc-C-2), 71.3 (Glc-C-4), 62.6 (Glc-C-6)。波谱数据与文献[11]一致, 确定化合物为山柰酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。

槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (Quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside, 6) 黄色块状固体, 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$; ESI-MS m/z : 465.1 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 487.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 503.1 $[\text{M} + \text{K}]^+$, 463.4 $[\text{M} - \text{H}]^-$, 499.3 $[\text{M} + \text{Cl}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, CD_3OD): δ 7.71 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-2'), 7.59 (1H, dd, $J = 2.0, 8.5$ Hz, H-6'), 6.87 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.40 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-8), 6.21 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.26 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, Glc-H-1), 3.71 (1H, dd, $J = 2.5, 12.0$ Hz, Glc-H-6a), 3.58 (1H, dd, $J = 5.5, 12.0$ Hz, Glc-H-6b); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 179.5 (C-4), 166.1 (C-7), 163.0 (C-5), 159.0 (C-2), 158.5 (C-9), 149.8 (C-4'), 145.9 (C-3'), 135.7 (C-3), 123.2 (C-1'), 123.2 (C-6'), 117.7 (C-2'), 116.2 (C-5'), 105.8 (C-10), 104.5 (Glc-C-1), 99.8 (C-6), 94.8 (C-8), 78.5 (Glc-C-3), 78.2 (Glc-C-5), 75.8 (Glc-C-2), 71.3 (Glc-C-4), 62.5 (Glc-C-6)。波谱数据与文献[12]一致, 确定化合物为槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。

槲皮素-3-O- β -D-芸香糖苷 (Quercetin-3-O- β -D-rutinoside, 7) 白色粉末, 分子式 $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{16}$; ESI-MS m/z : 633.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 1219.2 $[2\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.60 (1H, s, 5-OH), 7.53 (2H, overlapped, H-2', 6'), 6.84 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.38 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.34 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, Glc-H-1), 4.38 (1H, s, Rha-H-1); ^{13}C NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 177.4 (C-4), 164.1 (C-7), 161.2 (C-5), 156.6 (C-9), 156.4 (C-2), 148.4 (C-4'), 144.8 (C-3'), 133.3 (C-3), 121.2 (C-6'), 121.6 (C-1'), 116.3 (C-5'), 115.2 (C-2'), 104.0 (C-10), 101.2 (Glc-C-1), 100.8 (Rha-C-1), 98.7 (C-6), 93.6 (C-8), 76.5 (Glc-C-3), 75.9 (Glc-C-5), 74.1 (Glc-C-2), 71.9 (Rha-C-4), 70.6 (Glc-C-4), 70.4 (Rha-C-3), 70.0 (Rha-C-2), 68.3 (Rha-C-5), 67.0 (Glc-C-6), 17.8 (Rha-C-6)。波谱数据与文献[13]一致, 确

定化合物为槲皮素-3-*O*- β -D-芸香糖苷。

山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (Kaempferol-3-*O*- β -D-rutinoside, 8) 黄色粉末, 分子式 $C_{27}H_{30}O_{15}$; ESI-MS m/z : 617.2 $[M + Na]^+$, 629.4 $[M + Cl]^-$; 1H NMR (500 MHz, DMSO- d_6): δ 12.56 (1H, s, 5-OH), 7.99 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.89 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.42 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.22 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.40 (1H, brs, Glc-2-OH), 5.33 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, Glc-H-1), 4.48 (2H, brs, Rha-3, 4-OH), 4.39 (1H, s, Rha-H-1), 0.99 (3H, d, $J =$

6.0 Hz, Rha-H-6); ^{13}C NMR (125 MHz, DMSO- d_6): δ 177.8 (C-4), 164.3 (C-7), 161.6 (C-5), 160.3 (C-4'), 157.3 (C-2), 147.3 (C-9), 133.7 (C-3), 131.4 (C-2'), 131.4 (C-6'), 121.3 (C-1'), 115.6 (C-3'), 115.6 (C-5'), 104.4 (C-10), 101.6 (C-1), 101.3 (Rha-C-1), 99.2 (C-6), 94.3 (C-8), 76.8 (Glc-C-3), 76.2 (Glc-C-5), 74.6 (Glc-C-2), 72.3 (Rha-C-4), 71.0 (Rha-C-3), 70.8 (Rha-C-2), 70.4 (Glc-C-4), 68.7 (Rha-C-5), 67.4 (Glc-C-6), 18.2 (Rha-C-6)。波谱数据与文献[14]一致, 确定化合物为山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷。

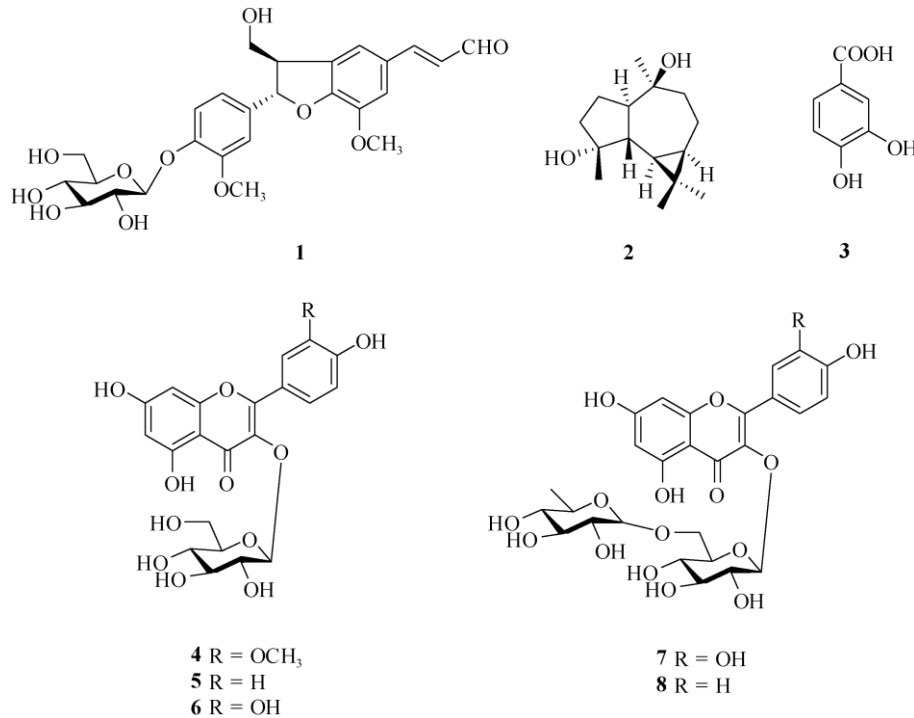


图1 化合物1~8的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-8

2 结果和讨论

本研究采用乙醇提取及依极性大小分步萃取的手段, 得到幌伞枫乙酸乙酯萃取物, 并运用硅胶色谱、Sephadex LH-20凝胶和制备高效液相等色谱技术分离纯化, 采用 1H NMR、 ^{13}C NMR、ESI-MS和HMBC等波谱鉴定结构, 得到8个化合物(图1), 包括5个黄酮苷、1个木脂素、1个酚酸和1个倍半萜, 分别为: (7*S*,8*R*)-蛇菰脂醛素-4-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (1)、4 β ,10 α -香木兰烷二醇 (2)、原儿茶酸 (3)、3'-甲氧基-槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (4)、山柰酚-

3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (5)、槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (6)、槲皮素-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (7)和山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷 (8)。这8个化合物均为首次从幌伞枫中分离得到。

据报道, 黄酮类化合物具有较广泛的生物活性, 包括抗氧化、抗肝脏毒素、抗菌抗病毒、解痉挛、防治高血压及动脉粥样硬化等作用^[15]。本次从幌伞枫叶中提取的黄酮类化合物为解释幌伞枫相关提取物中的生物活性^[4]提供了一定的参考依据。酚类和萜类作为高等植物的主要化感物质, 能够通过合适途径进入环境, 在很小范围内产生效应(如根

际、叶冠等), 从而影响某些植物的生长发育^[16]。

由此可推测, 幌伞枫中的酚酸和萜类化合物可能是抑制薇甘菊生长的活性物质, 为进一步研究其相关活性的影响机制, 以及对入侵植物薇甘菊的防治提供科学合理的参考依据。

参考文献

- [1] Editorial Committee of "Chinese Herbal Medicine", State Administration of Traditional Chinese Medicine. Chinese Herbal Medicine, Vol. 15 [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Publishing House, 1999: 798–799.
国家中医药管理局《中华本草》编写委员会. 中华本草, 第15卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 798–799.
- [2] SONG R H, LI G S, ZHANG Z X, et al. Studies on the chemical constituents from *Heteropanax fragrans* [J]. Acta Bot Yunnan, 1988, 10(4): 457–465.
宋任华, 李干孙, 张壮鑫, 等. 大蛇药化学成分的研究 [J]. 云南植物研究, 1988, 10(4): 457–465.
- [3] WANG Y C. Chemical constituents of *Camellia reticulata* and *Heteropanax fragrans* and further identification of swaninsomine of *Astragalus variabilis* [D]. Yangling: Northwest Agricultural and Forestry University, 2006: 23–29.
王银朝. 滇山茶和幌伞枫化学成分研究及变异黄芪中苦马豆素的结构再鉴定 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006: 23–29.
- [4] KAWASHIMA Y, SHYUU E, KISHIDA N, et al. Skin care preparation [P]. Japan, JP2002053477(A), 2002-02-19.
- [5] LI M G, SUN Y, LIANG J. A extract method of allelochemicals from *Heteropanax fragrans* against to *Mikania micrantha* [P]. China: CN102511509(A), 2012-06-27.
李鸣光, 孙云, 梁菁. 一种从幌伞枫叶中提取对抗薇甘菊的化感物质的方法 [P]. 中国: CN102511509(A), 2012-06-27.
- [6] WARASHINA T, NAGATANI Y, NORO T. Further constituents from the bark of *Tabebuia impetiginosa* [J]. Phytochemistry, 2005, 66(5): 589–597. doi: 10.1016/j.phytochem.2005.01.005.
- [7] ZHANG W, GUO Y W, EMESTO M, et al. Chemical studies on sesquiterpenes in soft coral *Lobophytum* sp. from the South China Sea [J]. Nat Prod Res Dev, 2005, 17(6): 740–742, 745. doi: 10.3969/j.issn.1001-6880.2005.06.017.
张文, 郭跃伟, EMESTO M, 等. 中国南海豆荚软珊瑚(*Lobophytum* sp.)中倍半萜化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(6): 740–742, 745. doi: 10.3969/j.issn.1001-6880.2005.06.017.
- [8] GUO L L, WU C H, GE D D, et al. Chemical constituents study on the leaves of *Mangifera indica* L. [J]. J Trop Subtrop Bot, 2012, 20(6): 591–595. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.06.009.
郭伶俐, 吴春华, 葛丹丹, 等. 芒果叶化学成分研究 II [J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(6): 591–595. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.06.009.
- [9] ZHANG L Y, REN L Z, WANG T H, et al. Chemical constituents from *Lepidogrammitis drymoglossoides* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2014, 45(20): 2890–2894.
张丽媛, 任灵芝, 王腾华, 等. 抱石莲的化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(20): 2890–2894.
- [10] WANG R Y, CHEN G, YU C Y. Chemical constituents of *Tribulus terrestris* L. [J]. J Beijing Univ Chem Techn (Nat Sci), 2009, 36(Supp.): 79–82.
王如意, 陈光, 喻长远. 白蒺藜果实的化学成分研究 [J]. 北京化工大学学报: 自然科学版, 2009, 36(增刊): 79–82.
- [11] DENG F Y, WANG G C, WANG C H, et al. Chemical constituents from whole herb of *Hedyotis scandens* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2012, 43(5): 861–865.
邓芳叶, 王国才, 王春华, 等. 理肺散化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 861–865.
- [12] MERFORT I, WENDISCH D. Flavonoidglycoside aus *Arnica montana* und *Arnica chamissonis* [J]. Planta Med, 1987, 53(5): 434–437. doi: 10.1055/s-2006-962766.
- [13] LIN F D, LUO D W, YE J, et al. Chemical constituents of *Artemisia lactiflora* (II) [J]. China J Chin Mat Med, 2014, 39(13): 2531–2535.
林福娣, 骆党委, 叶静, 等. 白苞蒿化学成分研究(II) [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(13): 2531–2535.
- [14] ZHANG X D, LIU X Q, LI L L, et al. Chemical constituents from *Tiarella polyphylla* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2009, 40(12): 1886–1888.
张晓丹, 刘向前, 李丽丽, 等. 黄水枝化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(12): 1886–1888.
- [15] FENG S X, LIU M F, WEI X Y, et al. Triterpenoids and flavonoids from the leaves of *Microcos paniculata* [J]. J Trop Subtrop Bot, 2008, 16(1): 51–56. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2008.01.008.
冯世秀, 刘梅芳, 魏孝义, 等. 布渣叶中三萜和黄酮类成分的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(1): 51–56. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2008.01.008.
- [16] SUN Y. Allelopathy of *Heteropanax fragrans* (Roxb.) Seem. on seed of *Mikania micrantha* H. B. K. [D]. Guangzhou: Sun Yat-Sen University, 2010: 36–39.
孙云. 幌伞枫对薇甘菊种子的化感作用 [D]. 广州: 中山大学, 2010: 36–39.