

## 黄棉木的化学成分研究\*

刘加祥<sup>1, 2</sup>, 卢志远<sup>1, 2</sup>, 张冉<sup>1, 2</sup>, 宋启示<sup>1</sup>, 张玉梅<sup>1, \*\*</sup>

( 1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 热带植物资源可持续利用重点实验室, 云南 昆明 650223;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 【目的】为了进一步开发黄棉木的药用价值, 本文对黄棉木的枝叶进行了较深入的化学成分研究。【方法】通过硅胶柱、Sephadex LH-20、RP-C18 反相硅胶等色谱柱分离纯化, 并运用 MS 和 NMR 等波谱学方法鉴定化合物。【结果】从黄棉木枝叶的工业甲醇提取物中分离得到 12 个化合物, 分别鉴定为: 东莨菪亭 ( 1 )、松柏醛 ( 2 )、对香豆酸 ( 3 )、3, 4-二羟基苯甲醛 ( 4 )、obtusalin ( 5 )、齐墩果酸 ( 6 )、熊果酸 ( 7 )、3-羟基-11-烯-11, 12-脱氢-28, 13-乌苏酸内酯 ( 8 )、豆甾醇 ( 9 )、 $\beta$ -谷甾醇 ( 10 )、胡萝卜苷 ( 11 ) 和棕榈酸 ( 12 )。【结论】化合物 1、2、3、4、5、6、7、8 和 12 均为首次从该植物中分离得到, 本研究丰富了黄棉木的化学成分基础, 为进一步开发黄棉木作为药用植物提供了一定的实验依据。

**关键词:** 黄棉木; 化学成分; 结构鉴定

中图分类号: R 284. 1 文献标志码: A 文章编号: 1004 – 390X ( 2017 ) 06 – 1145 – 06

## Chemical Constituents from *Metadina trichotoma*

LIU Jiexiang<sup>1, 2</sup>, LU Zhiyuan<sup>1, 2</sup>, ZHANG Ran<sup>1, 2</sup>, SONG Qishi<sup>1</sup>, ZHANG Yumei<sup>1</sup>

( 1. Key Laboratory of Tropical Plant Resource and Sustainable Use, Xishuangbanna Tropical

Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract** [Purpose] In order to explore the medicinal values, an extensive chemical investigation was carried out on the branches and leaves of *Metadina trichotoma*. [Method] Compounds were isolated by column chromatography of silica gel, RP-C18 and Sephadex LH-20, and their structures were identified by spectral methods ( MS and NMR ). [Results] Twelve compounds were finally isolated and elucidated as scopoletin ( 1 ), coniferyl aldehyde ( 2 ), *p*-coumaric acid ( 3 ), 3, 4-dihydroxybenzaldehyde ( 4 ), obtusalin ( 5 ), oleanic acid ( 6 ), ursolic acid ( 7 ), ursolic acid lactone ( 8 ), stigmasterol ( 9 ),  $\beta$ -sitosterol ( 10 ), daucosterol ( 11 ), and palmitic acid ( 12 ). [Conclusion] Compounds 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 12 were isolated from this species for the first time. This investigation enriched the chemical constituents of *M. trichotoma* and provided experimental evidences for the use of *M. trichotoma* as a medicinal plant.

**Keywords:** *Metadina trichotoma*; chemical constituents; structural identification

收稿日期: 2016 – 12 – 23 修回日期: 2017 – 03 – 30 网络出版时间: 2017 – 11 – 30 14: 33: 00

\* 基金项目: 云南省中青年学术技术带头人后备人才项目 ( 2010CI048 ); 云南省应用基础研究重点项目 ( 2014FA043 ); 中国科学院个性化药物战略性先导科技专项 ( XDA12040321 ); 中国科学院战略生物资源服务网络计划活性天然化合物发现、评价与转化项目 ( Y45J051K01 )。

作者简介: 刘加祥 ( 1993— ), 男, 安徽霍邱人, 硕士研究生, 主要从事植物化学研究。

E-mail: liujiexiang@xtbg. ac. cn

\*\* 通信作者 Corresponding author: 张玉梅 ( 1973— ), 女, 四川南充人, 博士, 副研究员, 主要从事植物化学研究。

E-mail: zyme@xtbg. ac. cn

网络出版地址: http: //kns. cnki. net/kcms/detail/53. 1044. S. 20171130. 1433. 027. html

茜草科 (Rubiaceae) 是被子植物门双子叶植物纲中较进化的一个科。其中的许多种类具抗肿瘤、抗菌消炎、降压镇静、抗风湿疼痛等方面的功效<sup>[1]</sup>。如: 白花蛇舌草 (*Hedyotis diffusa* Willd.) 具有增强非特异性免疫的作用, 是治疗泌尿系统、肝炎、肿瘤感染等病的有效中药<sup>[2]</sup>; 小红参 (*Galium elegans* Wall. ex Roxb.) 用于治疗血瘀、跌打损伤、风寒湿痹及银屑病等症<sup>[3]</sup>; 鸡矢藤 [*Paederia scandens* (Lour.)] 作为传统中草药, 对无名肿毒、风湿疼痛、脘腹疼痛、跌打损伤等疾病有效<sup>[4]</sup>。因此, 对茜草科植物开展系统的化学成分研究将有利于新药源的开辟及植物资源的可持续利用。

黄棉木 (*Metadina. Trichotoma*) 为茜草科黄棉木属独种乔木, 为珍贵的材用树种, 产于广东、广西、云南、湖南等地, 生于海拔 300 m 以上 (云南可上升至 1 400 m) 的林谷溪畔, 国外分布于越南、马来西亚、缅甸和印度<sup>[5]</sup>。到目前为止, 针对黄棉木的化学成分研究非常少, 仅有 2 篇文献报道从其枝叶中分离并鉴定出 10 个五环三萜及其苷类化合物<sup>[6-7]</sup>。在活性方面: 文献报道从黄棉木中的分离得到的 2 个五环三萜类化合物对 A549 非小细胞肺癌细胞系表现出细胞毒活性, 黄棉木的甲醇提取物对组织蛋白酶 B 表现出抑制活性<sup>[7]</sup>。为了进一步开发黄棉木的药用价值, 明确其活性物质基础, 本文对黄棉木的枝叶进行了较深入的化学成分研究。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

黄棉木枝叶 2015 年 10 月采集于云南省景洪市基诺山, 原植物经中国科学院西双版纳热带植物园肖春芬老师鉴定为 *Metadina trichotoma* (Zoll. et. Mor.) Bakn. f.。

### 1.2 提 取 与 分 离

黄棉木干燥枝叶 21 kg, 晒干粉碎后用工业甲醇室温下冷浸提取 3 次, 减压回收甲醇得总浸膏 1.07 kg。总浸膏用热水分散冷却后, 分别用石油醚、乙酸乙酯和正丁醇进行萃取, 得石油醚浸膏 55 g、乙酸乙酯浸膏 155 g 及正丁醇浸膏 355 g。石油醚部位经硅胶色谱柱分离, 用石油醚—丙酮 (10:1→0:1 体积比) 系统梯度洗脱得到 6 个流份 (Zm1-6)。Zm2 反复经重结晶得到化合物 9 (80 mg); Zm4 和 Zm5 反复经硅胶色谱 (石油醚—丙

酮 7:1→1:1) 和 LH-20 (氯仿—甲醇 1:1) 纯化, 得到化合物 10 (85 mg)、化合物 12 (22 mg)。乙酸乙酯部位经硅胶色谱柱分离, 用氯仿—甲醇 (30:1→0:1) 梯度洗脱, 得到 6 个流份 (Zm7-12); Zm7 反复经硅胶色谱 (氯仿—甲醇 30:1→9:1), LH-20 凝胶色谱柱 (氯仿—甲醇 1:1) 和重结晶纯化得到化合物 1 (12 mg)、5 (160 mg)、6 (120 mg)、7 (100 mg); Zm8 反复经硅胶色谱 (氯仿—甲醇 30:1→5:1) 和 LH-20 凝胶色谱 (氯仿—甲醇 1:1) 分离纯化得到化合物 2 (3 mg)、8 (18 mg)、3 (6 mg)、4 (8 mg), Zm9 反复经 LH-20 凝胶色谱 (氯仿—甲醇 1:1)、RP-C<sub>18</sub> (甲醇—水 50:50→100:0) 得到化合物 11 (200 mg)。所有化合物的波谱检测均由中国科学院昆明植物研究所仪器共享中心完成, 其中质谱仪为三扇形双聚焦磁质谱仪, 核磁共振仪为 Bruker DRX-500、Bruker AV-600MHz 和 Bruker AV-800。

## 2 结果与分析

化合物 1: 浅黄色针晶, C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>。EI-MS *m/z*: 192 [M]<sup>+</sup>。<sup>13</sup>C-NMR (125 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 161.3 (C-2), 113.2 (C-3), 144.7 (C-4), 109.9 (C-5), 112.0 (C-4a), 151.1 (C-6), 145.9 (C-7), 103.7 (C-8), 151.8 (C-8a), 56.6 (C-OCH<sub>3</sub>); <sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.60 (1H, d, *J* = 9.4 Hz, H-4), 6.91 (1H, s, H-5), 6.84 (1H, s, H-8), 6.27 (1H, d, *J* = 9.4 Hz, H-3), 6.15 (1H, s, -OH), 3.96 (3H, s, -OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献<sup>[8]</sup>报道一致, 鉴定为 scopoletin。

化合物 2: 白色针状结晶, C<sub>10</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>。EI-MS *m/z*: 178 [M]<sup>+</sup>。<sup>13</sup>C-NMR (200MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO) δ: 193.8 (C-1), 124.7 (C-2), 154.0 (C-3), 127.0 (C-1'), 111.5 (C-2'), 148.9 (C-3'), 150.8 (C-4'), 116.2 (C-5'), 127.4 (C-6'), 56.3 (C-OCH<sub>3</sub>); <sup>1</sup>H-NMR (800MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO) δ: 9.64 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1), 8.32 (1H, s, -OH), 7.57 (1H, d, *J* = 16.0 Hz, H-3), 7.38 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-6'), 7.21 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-2'), 6.92 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 6.66 (1H, dd, *J* = 16.0, 7.8 Hz, H-2), 3.94 (3H, s, -OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献<sup>[9]</sup>报道一致, 鉴定为 cinniferyl aldehyde。

化合物3: 白色针晶,  $C_9H_8O_3$ 。EI-MS  $m/z$ : 164 $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (100 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 167.7 (C-1), 115.6 (C-2), 144.4 (C-3), 127.2 (C-1'), 129.9 (C-2', 6'), 115.8 (C-3', 5'), 157.8 (C-4');  $^1H$ -NMR (400 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 7.63 (2H, d,  $J=8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.83 (1H, d,  $J=12.5$  Hz, H-3), 6.79 (2H, d,  $J=8.8$ , H-3', 5'), 5.82 (1H, d,  $J=12.5$  Hz, H-2)。以上数据与文献<sup>[10]</sup>报道一致, 鉴定为 *p*-coumaric acid。

化合物4: 白色针晶,  $C_7H_6O_3$ 。EI-MS  $m/z$ : 138  $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (100 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 130.8 (C-1), 116.2 (C-2), 147.1 (C-3), 153.7 (C-4), 115.8 (C-5), 126.4 (C-6), 193.1 (C-CHO);  $^1H$ -NMR (400 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 8.74 (2H, brs, -OH), 7.26 (1H, d,  $J=1.8$  Hz, H-2), 6.89 (1H, d,  $J=7.9$  Hz, H-5), 7.27 (1H, dd,  $J=7.9, 1.8$  Hz, H-6), 9.64 (1H, s, -CHO)。以上数据与文献<sup>[11]</sup>报道一致, 鉴定为 3, 4-dihydroxybenzaldehyde。

化合物5: 白色粉末,  $C_{30}H_{50}O_2$ 。EI-MS  $m/z$ : 442  $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (125 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 38.8 (C-1), 27.2 (C-2), 79.0 (C-3), 38.0 (C-4), 55.2 (C-5), 18.3 (C-6), 32.8 (C-7), 40.0 (C-8), 47.7 (C-9), 36.9 (C-10), 23.3 (C-11), 125.0 (C-12), 138.7 (C-13), 42.0 (C-14), 23.4 (C-15), 26.0 (C-16), 38.8 (C-17), 54.0 (C-18), 39.4 (C-19), 39.4 (C-20), 30.6 (C-21), 35.2 (C-22), 28.1 (C-23), 16.8 (C-24), 15.6 (C-25), 15.7 (C-26), 69.9 (C-27), 23.3 (C-28), 21.4 (C-29), 17.4 (C-30);  $^1H$ -NMR (500 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 3.20 (1H, dd,  $J=11.3, 4.7$  Hz, H-3), 5.13 (1H, t,  $J=3.6$  Hz, H-12), 1.60 (3H, m, H-22), 1.04 (3H, s, H-23), 0.96 (3H, s, H-24), 0.74 (3H, s, H-25), 3.44 (1H, d,  $J=10.9$  Hz, H-26a), 3.15 (1H, d,  $J=10.9$  Hz, H-26b), 0.95 (3H, s, H-27), 1.15 (3H, s, H-28), 0.93 (3H, d,  $J=6.2$  Hz, H-29), 0.80 (3H, d,  $J=5.8$  Hz, H-30)。以上数据与文献<sup>[12]</sup>报道一致, 鉴定为 obtusalin。

化合物6: 白色针状结晶,  $C_{30}H_{48}O_3$ 。EI-MS  $m/z$ : 456  $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (125 MHz,  $CDCl_3$ )

$\delta$ : 38.4 (C-1), 27.2 (C-2), 79.0 (C-3), 38.8 (C-4), 55.2 (C-5), 18.3 (C-6), 32.6 (C-7), 39.3 (C-8), 47.6 (C-9), 37.1 (C-10), 22.9 (C-11), 122.6 (C-12), 143.6 (C-13), 41.6 (C-14), 27.7 (C-15), 23.4 (C-16), 46.5 (C-17), 41.0 (C-18), 45.9 (C-19), 30.7 (C-20), 33.8 (C-21), 32.4 (C-22), 28.1 (C-23), 15.6 (C-24), 15.3 (C-25), 17.2 (C-26), 26.0 (C-27), 183.5 (C-28), 33.1 (C-29), 23.6 (C-30);  $^1H$ -NMR (500 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 3.15 (1H, dd,  $J=11.4, 4.5$  Hz, H-3), 5.24 (1H, s, H-12), 0.97 (3H, s, H-23), 0.94 (6H, s, H-24, 29), 0.82 (3H, s, H-25), 0.78 (3H, s, H-26), 1.16 (3H, s, H-27), 0.91 (3H, s, H-30)。以上数据与文献<sup>[13]</sup>报道一致, 鉴定为 oleanic acid。

化合物7: 白色粉末,  $C_{30}H_{48}O_3$ 。EI-MS  $m/z$ : 456  $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 38.3 (C-1), 25.5 (C-2), 79.8 (C-3), 40.1 (C-4), 56.9 (C-5), 19.6 (C-6), 31.9 (C-7), 40.6 (C-8), 43.4 (C-9), 28.9 (C-10), 24.2 (C-11), 127.0 (C-12), 139.8 (C-13), 40.9 (C-14), 28.0 (C-15), 24.5 (C-16), 43.4 (C-17), 54.5 (C-18), 40.0 (C-19), 40.0 (C-20), 29.4 (C-21), 34.5 (C-22), 28.0 (C-23), 16.5 (C-24), 16.2 (C-25), 18.0 (C-26), 22.1 (C-27), 181.9 (C-28), 17.8 (C-29), 21.7 (C-30);  $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 3.15 (1H, dd,  $J=11.6, 4.5$  Hz, H-3), 5.23 (1H, t,  $J=3.5$  Hz, H-12), 0.97 (9H, overlapped, H-23, 24, 29), 0.85 (3H, s, H-25), 0.77 (3H, s, H-26), 1.09 (3H, s, H-27), 0.89 (3H, d,  $J=6.4$  Hz, H-30)。以上数据与文献<sup>[14]</sup>报道一致, 鉴定为 ursolic acid。

化合物8: 白色针晶,  $C_{30}H_{46}O_3$ 。EI-MS  $m/z$ : 454  $[M]^+$ 。 $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $(CD_3)_2CO$ )  $\delta$ : 38.9 (C-1), 27.9 (C-2), 78.4 (C-3), 39.7 (C-4), 55.5 (C-5), 18.2 (C-6), 32.4 (C-7), 42.7 (C-8), 53.8 (C-9), 37.1 (C-10), 130.0 (C-11), 134.0 (C-12), 89.6 (C-13), 42.5 (C-14), 26.3 (C-15), 23.6 (C-16), 45.6 (C-17), 61.2 (C-18), 41.0 (C-19), 38.7 (C-20), 31.4 (C-21), 32.0 (C-22), 28.3

(C-23), 15.7 (C-24), 19.5 (C-25), 19.3 (C-26), 16.5 (C-27), 179.3 (C-28), 18.5 (C-29), 18.4 (C-30);  $^1\text{H-NMR}$  (600MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ )  $\delta$ : 3.22 (1H, dd,  $J=11.0, 5.0\text{Hz}$ , H-3), 5.53 (1H, dd,  $J=10.2, 3.4\text{Hz}$ , H-11), 5.96 (1H, d,  $J=10.4\text{Hz}$ , H-12), 0.92 (3H, s, H-23), 0.79 (1H, s, H-24), 0.96 (1H, s, H-25), 1.06 (3H, s, H-26), 1.17 (3H, s, H-27), 1.00 (3H, d,  $J=6.0\text{Hz}$ , H-29), 0.94 (3H, d,  $J=6.0\text{Hz}$ , H-30)。以上数据与文献<sup>[15]</sup>报道一致, 鉴定为 ursolic acid lactone。

化合物 9: 白色粉末, 与 stigmasterol 标准品对照, 经 TLC 检测, 其  $R_f$  值在 3 种不同溶剂体系中一致且显色相同, 故确定为 stigmasterol。

化合物 10: 白色针状结晶, 与  $\beta$ -sitosterol 标

准品对照, 经 TLC 检测, 其  $R_f$  值在 3 种不同溶剂体系中一致且显色相同, 故确定为  $\beta$ -sitosterol。

化合物 11: 白色粉末, 与 daucosterol 标准品对照, 经 TLC 检测, 其  $R_f$  值在 3 种不同溶剂体系中一致且显色相同, 故确定为 daucosterol。

化合物 12: 白色粉末,  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ 。EI-MS  $m/z$ : 256  $[\text{M}]^+$ 。 $^{13}\text{C-NMR}$  (150MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 181.0 (C-1), 34.4 (C-2), 32.2 (C-3), 29.3~30.0 (C-4~C-13), 24.9 (C-14), 22.9 (C-15), 14.3 (C-16);  $^1\text{H-NMR}$  (600MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 2.35 (2H, t,  $J=7.5\text{Hz}$ , H-2), 1.63 (2H, dt,  $J=15.0, 7.5\text{Hz}$ , H-3), 1.23~1.31 (24H, overlapped, H-4~H-15), 0.88 (3H, t,  $J=7.0\text{Hz}$ , H-16)。以上数据与文献<sup>[16]</sup>报道一致, 鉴定为 palmitic acid。

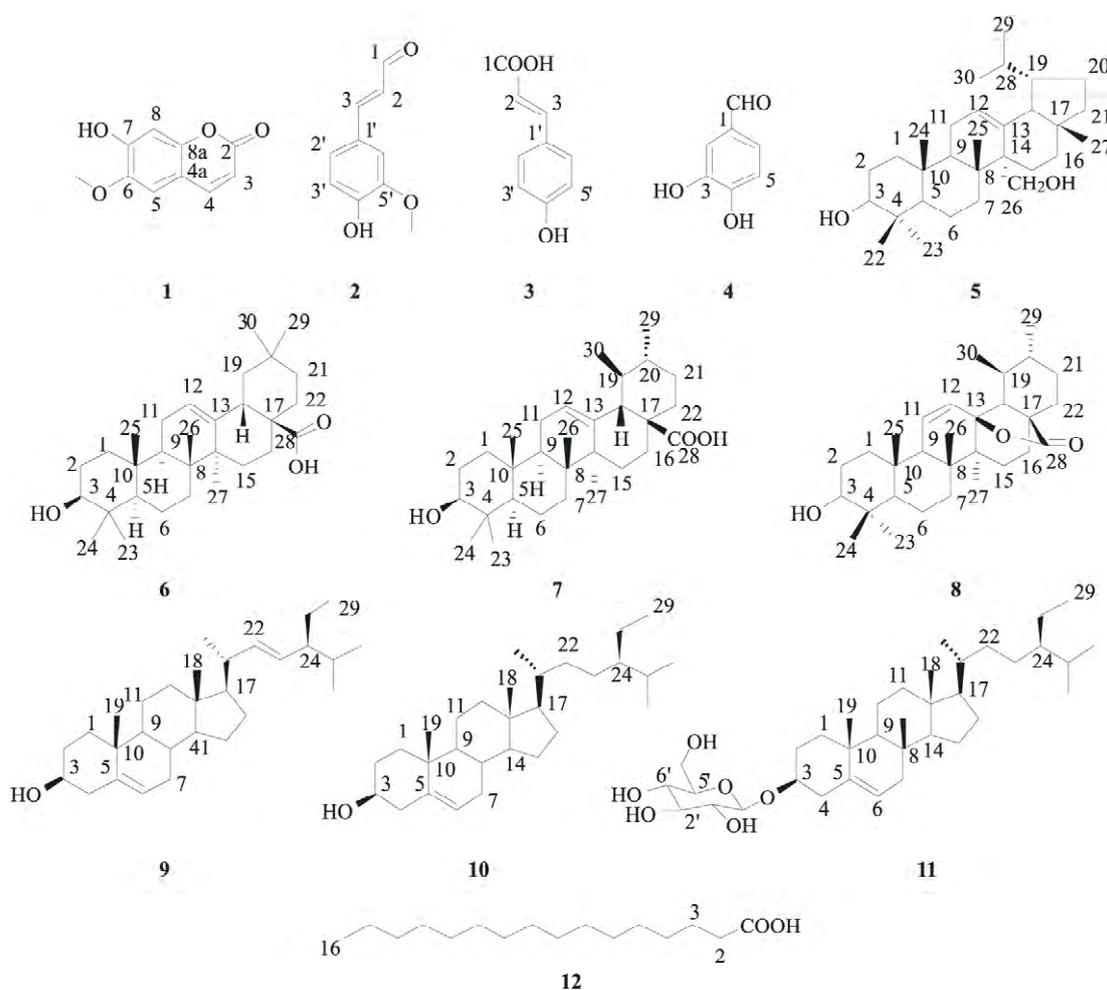


图 1 化合物 1~12 结构

Fig. 1 Chemical structures of compounds 1-12

### 3 讨论

目前针对黄棉木属的化学成分研究非常少。仅有2篇文献<sup>[6-7]</sup>关于黄棉木的化学成分研究,共报道了10个五环三萜及其苷类化合物。本研究从黄棉木枝叶甲醇提取物的石油醚和乙酸乙酯部位中分离得到并鉴定了12个化学成分。与前人的研究相比,化合物1~8和12均为首次从该种发现。这在一定程度上丰富了黄棉木化学成分。此外,这12个化合物当中五环三萜类化合物含量较高且种类较多,是本种的主要特征化学成分。据文献报道,五环三萜类化合物具有抗肿瘤<sup>[17]</sup>、抗病毒<sup>[18]</sup>、抗炎<sup>[19]</sup>及降血糖<sup>[20]</sup>等多种生物活性,具有较大的潜在药用价值。因此,黄棉木可作为三萜类化合物提取的资源植物开展进一步研究,以深入发掘其药用价值并为植物资源的可持续利用提供实验依据。

本研究由于化学分离工作时间较短,未对黄棉木的正丁醇部分进行纯化分离,分离方法也有待提高,导致从黄棉木中分离得到的化合物不多。除去已知的齐墩果酸和熊果酸有很好的生物活性<sup>[17,21-24]</sup>以外,还未发现其他生物活性很好的单体化合物。因此,为了进一步开发和利用茜草科黄棉木属的植物资源,建议后续研究对黄棉木的正丁醇等中大极性部位进行更深入的化学成分研究,并对其总提物、石油醚萃取物、乙酸乙酯萃取物、正丁醇萃取物进行生物活性检测,以明确其系统化学成分和生物活性,为黄棉木资源的药用开发提供进一步的实验依据。

#### [参考文献]

- [1] 黄秀珍,邹秀红. 福建泉州茜草科药用植物资源的调查研究 [J]. 资源与利用, 2015, 34 (5): 55. DOI: 1001-4705 (2015) 05-0055-05.
- [2] 单保恩,张金艳,杜肖娜,等. 白花蛇舌草的免疫学调节活性和抗肿瘤活性 [J]. 中国中西医结合杂志, 2001, 21 (5): 370. DOI: 10.3321/j.issn:1003-5370.2001.05.015.
- [3] 杨宇. 小红参的临床运用 [J]. 中国民族民间医药杂志, 2000 (43): 119.
- [4] 陕西森林工业管理局. 秦巴山区经济动植物 [M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 1990: 166.
- [5] 中国植物志编委会. 中国植物志第65卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [6] 张玉梅,谭宁华. 黄棉木中两个新的三萜类化合物 [J]. 云南植物研究所, 2006, 28 (6): 673. DOI: 10.2533-2700(2006)06-673-03.
- [7] ZHANG Y M, TAN N H, HUANG H Q, et al. Triterpenoid Saponins from *Metadina trichotoma* [J]. Zeitschrift Für. Naturforschung B, 2006, 62 (5): 745. DOI: 10.1515/znb-2007-0521.
- [8] 王培,宋启示,徐蔚,等. 清明花枝叶化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40 (10): 1550. DOI: 10.2533-2670(2009)10-1549-03.
- [9] 王盈盈,刘寿柏,王昊,等. 疏花卫矛化学成分的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20 (6): 598. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.06.010.
- [10] NARANJO M T, SUAREZ A, GILARDONI G, et al. Chemical constituents of *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn (Polygonaceae) and its in vitro - amylase and  $\beta$ -glucosidase inhibitory activities [J]. Molecules, 2016, 21 (1461): 8. DOI: 10.3390/molecules21111461.
- [11] 吴志军,欧阳明安,杨崇仁. 茜叶丹参的多酚类化合物 [J]. 云南植物研究, 1999, 21 (3): 395. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0845.1999.03.018.
- [12] SIDDIQUI S, SIDDIQUI B S, NAEED A, et al. Pentacyclic triterpenoids from the leaves of *Plumeria obtusa* [J]. Phytochemistry, 1989, 28 (11): 3147. DOI: 10.1016/0031-9422(89)80295-X.
- [13] 王俊儒,彭树林,王明奎,等. 大火草根部的化学成分 [J]. 植物学报, 1999, 41 (1): 109. DOI: 10.3321/j.issn:1672-9072.1999.01.021.
- [14] BENINCA J P, DALMARCO J B, PIZZOLATTI M G, et al. Analysis of the anti-inflammatory properties of *Rosmarinus officinalis* L. in mice [J]. Food Chemistry, 2011, 124: 470. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.06.056.
- [15] 王庆贺,李志勇,沈阳,等. 委陵菜三萜类化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31 (17): 1434. DOI: 1001-5302(2006)17-1434-03.
- [16] 任凤霞,张爱军,赵毅民. 鹿蹄草化学成分研究 II [J]. 解放军药学学报, 2008, 24 (4): 303. DOI: 1008-9926(2008)04-0301-04.
- [17] KNIGHTON D R, SILVER I A, HUNT T K. Regulation of wound - healing angiogenesis effect of oxygen gradients and inspired oxygen concentration [J]. Surgery, 1981, 90: 261.
- [18] POMOEI R, FLORE O, MARCCIALIS M A, et al. Glycyrrhizic acid inhibits virus growth and inactivates virus particles [J]. Nature, 1979, 281 (5733): 689. DOI: 10.1038/281689a0.

- [19] 陶正明,丁立生,彭树林,等. 乌泡子根的三萜成分 [J]. 中药学,2002,33 (2): 99. DOI: 0253-2670 (2002)02-0099-03.
- [20] LI J J, LI Y, BAI M, et al. Simultaneous determination of corosolic acid and euscaphic acid in the plasma of normal and diabetic rat after oral administration of extract of *Potentilla discolor* Bunge by high - performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry [J]. Biomedical Chromatography, 2014, 28 (5): 717. DOI: 10.1002/bmc.3098.
- [21] 田丽婷,马龙,堵年生. 齐墩果酸的药理作用研究概况 [J]. 中国中药杂志,2002,27 (12): 884. DOI: 10.3321/j. issn: 1001 - 5302. 2002. 12. 002.
- [22] RAPHAEL T J, KUTTAN G. Effect of naturally occurring triterpenoids glycyrrhizic acid, ursolic acid, oleanolic acid and nomilin on the immune system [J]. Phytomedicine, 2003, 10 (6-7): 483.
- [23] 刘锦业,刘远军,罗智,等. 2-羟丙基 $\beta$ -环糊精对女贞叶提取物的增溶作用 [J]. 中成药,2001,23 (12): 918. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-4528. 2001. 12. 024.
- [24] 胡幼圃. 抗病毒药阿昔洛韦经皮吸收制剂: 中国, CN1129-573 [P]. 1996-08-28.