热带亚热带植物学报
JOURNAL OF TROPICAL AND SUBTROPICAL BOTANY

毛山小橘枝叶中生物碱类成分的研究

吴寿远, 周戚, 陈子明, 黄国玲

引用本文:
吴寿远,周戚,陈子明,黄国玲. 毛山小橘枝叶中生物碱类成分的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2022, 30(3): 441–445.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.11926/jtsb.4465

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

木槿的化学成分研究

Chemical Constituents from the Stems of *Hibiscus syriacus*

热带亚热带植物学报. 2021, 29(3): 331–338 https://doi.org/10.11926/jtsb.4288

杨桃叶的化学成分研究

Chemical Constituents from the Leaves of *Averrhoa carambola*

热带亚热带植物学报. 2021, 29(1): 105–111 https://doi.org/10.11926/jtsb.4246

鹰爪花中生物碱类成分研究

Studies on the Alkaloids from Artabotrys hexapetalus

热带亚热带植物学报. 2018, 26(2): 191–196 https://doi.org/10.11926/jtsb.3803

交趾黄檀心材的黄酮类和三萜类成分

Flavonoid and Triterpenoid Compounds from the Heartwood of *Dalbergia cochinchinensis*

热带亚热带植物学报. 2021, 29(5): 573–578 https://doi.org/10.11926/jtsb.4435

宁前胡内生真菌*Fusarium tricinctum*固体发酵代谢产物研究

Metabolites of *Fusarium tricinctum*, An Endophytic Fungus Isolated from Ningguo *Peucedanum praeruptorum* on Solid Fermentation

热带亚热带植物学报. 2020, 28(2): 203–208 https://doi.org/10.11926/jtsb.4135

向下翻页，浏览PDF全文

热带亚热带植物学报 2022, 30(3): 441 ~ 445
Journal of Tropical and Subtropical Botany

毛山小橘枝叶中生物碱类成分的研究

吴寿远[1], 周戚[2], 陈子明[1*], 黄国玲[1]
(1. 岭南师范学院化学化工学院，广东 湛江 524000; 2. 台州学院高等研究院，天然药物与健康产品研究所，浙江 台州 318000)

摘要：为了解毛山小橘(*Glycosmis craibii*)的化学成分，采用硅胶柱层析、ODS 柱层析、Sephadex LH-20 凝胶柱层析和高效液相色谱等现代色谱分离技术，从毛山小橘枝叶 95%乙醇提取物中分离得到 9 个生物碱类化合物。根据化合物的理化性质和波谱数据，其结构分别鉴定为 de-*N*-methyl-*O*-noracronycine (**1**)、去甲山油柑碱(**2**)、glycocitrine II (**3**)、acrifoline (**4**)、3-hydroxy-2,4-dimethoxy-10-methyl-9-acridanone (**5**)、阿塔宁(**6**)、glycosolone (**7**)、3-(3′,3′-dimethylallyl)-4,8-dimethoxy-*N*-methyl-quinolin-2-one (**8**)和 4-methoxy-*N*-methyl-2-quinolone (**9**)。所有化合物均为首次从该植物中分离，其中化合物 **2**、**3**、**5**、**6** 和 **9** 为首次从山小橘属植物中分离得到。

关键词：芸香科；山小橘属；毛山小橘；生物碱
doi: 10.11926/jtsb.4465

Studies on the Alkaloids from Twigs and Leaves of *Glycosmis craibii*

WU Shouyuan[1], ZHOU Qi[2], CHEN Ziming[1*], HUANG Guoling[1]
(1. *College of Chemistry and Chemical Engineering*, *Lingnan Normal University*, Zhanjiang 524000, Guangdong, China; 2. *Institute of Natural Medicine and Health Products, School of Advanced Study*, *Taizhou University*, Taizhou 318000, Zhejiang, China)

Abstract: In order to clarify the alkaloids in the twigs and leaves of *Glycosmis craibii*, nine alkaloids were isolated from 95% ethanol extract of *G. craibii* by several column chromatographic techniques, such as MPLC, MCI-gel, silica gel, Sephadex LH-20 and preparative HPLC. Based on physicochemical properties and NMR spectral data, their structures were identified as de-*N*-methyl-*O*-noracronycine (**1**), noracronycine (**2**), glycocitrine II (**3**), acrifoline (**4**), 3-hydroxy-2,4-dimethoxy-10-methyl-9-acridanone (**5**), atanine (**6**), glycosolone (**7**), 3-(3′,3′-dimethylallyl)-4,8-dimethoxy-*N*-methyl-quinolin-2-one (**8**) and 4-methoxy-*N*-methyl-2-quinolone (**9**). It is the first report of all the alkaloids isolated from this species and compunds **2**, **3**, **5**, **6** and **9** from the genus *Glycosmis*.
Key words: Rutaceae; *Glycosmis*; *G. craibii*; Alkaloid

毛山小橘(*Glycosmis craibii*)是芸香科(Rutaceae)山小橘属植物，常见于云南南部(元江等地)，在泰国东北部也有分布[1]。本属药用植物在民间用于治疗多种疾病，如印度民间 *G. arborea* 用作降体温、肝部不适及其他疾病[2]，*G. citrifolia* 用作治疗皮肤瘙痒、疥疮和皮肤溃疡[2]。山小橘(*G. pentaphylla*)醇提取物展示出显著的杀蚊虫和护肝作用[3]，但是关于毛山小橘植物化学成分研究尚未见文献报道。本课题组一直从事热带药用植物活性成分研究[4]，前期从毛山小橘中分离得到一个抗肿瘤活性显著的新颖吲哚生物碱和四个具有抗炎活性的肟类化合物[5–6]。为了进一步从该植物中寻找活性成分，阐

收稿日期: 2020-06-10 **接受日期:** 2021-08-20
基金项目: 广东省自然科学基金项目(2018A0303070005); 广东省普通高校特色创新类项目(2016KTSCX083); 岭南师范大学自然科学人才专项(ZL1903, ZL1403)资助
This research was financially supported by the Project for Natural Science in Guangdong (Grant No. 2018A0303070005), the Project for Characteristic Innovation of Higher Education in Guangdong (Grant No. 2016KTSCX083), and the Special Project for Natural Science Talents of Lingnan Normal University (Grant No. ZL1903, ZL1403).
作者简介: 吴寿远(1988~), 男，讲师，研究方向为天然产物化学。E-mail: wushouyuan2012@163.com
* 通信作者 Corresponding author. E-mail: chenzm818@163.com

明其药效作用的物质基础，本课题组对毛山小橘枝叶的化学成分进行了系统研究。本文报道从毛山小橘枝叶 95%乙醇提取物中分离得到的 9 个生物碱类化合物。

1 材料和方法

1.1 仪器和材料

瑞士布鲁克公司生产的 Bruker AV-400 MHz 超导核磁共振仪；德国 Finnigan 公司生产的 Finnigan-MAT-95-MS 质谱仪；日本东京理化公司生产的 N-1100D-W 直立式旋转蒸发仪；武汉药科新技术开发有限公司生产的 YOKO-ZX 紫外分析暗箱；上海青浦沪西仪器有限公司生产的BSZ-100 自动部分收集器；美国安捷伦公司生产 Agilent 1260 分析型高效液相色谱仪、Agilent 1260 制备型高效液相色谱仪；美国 Amersham Biosciences 公司生产 Sephadex LH-20 凝胶；美国 Merck 公司生产的 ODS 柱色谱材料(C_{18}, 10~40 μm); 青岛海洋化工厂生产的柱层析硅胶(200~300 和 300~400 目)，所用试剂均为分析纯，购买于西陇化工股份有限公司。

试验材料于 2018 年 8 月采自中国科学院西双版纳热带植物园，由浙江省丽水市林业科学研究院王军峰副研究员鉴定为芸香科山小橘属植物毛山小橘(*Glycosmis craibii*)的干燥枝叶，凭证标本(No. W180801)保存于台州学院高等研究院天然药物与健康产品研究所标本室。

1.2 提取和分离

取 10.0 kg 毛山小橘新鲜枝叶晾干，粉碎成粗粉, 用 95%乙醇浸泡 3 次，溶剂体积依次为 20.0、15.0 和 15.0 L，每次浸泡 1 周，合并浸泡液，减压浓缩至无醇味得总浸膏。将总浸膏分散于温水混悬后依次分别用石油醚和乙酸乙酯进行萃取，减压回收溶剂后得石油醚萃取部位(69.0 g)和乙酸乙酯萃取部位(90.0 g)。将石油醚部位经硅胶柱色谱分离, 以石油醚-丙酮为洗脱剂[80∶20→50∶50, *V*/*V*]梯度洗脱，收集洗脱流份，每份 1 L，减压浓缩至干, TLC 检测合并主点相同的流份，得组分 Fr.1~Fr.5。组分 Fr.3 (10.3 g)经 ODS 柱色谱进行分离，以甲醇-水为洗脱剂[20∶80→100∶0, *V*/*V*]进行梯度洗脱, 得到 8 个亚组分 Fr.3A~Fr.3H。Fr.3B 经葡聚糖凝胶柱色谱(氯仿-甲醇, 1∶1)分离，经制备型 HPLC 纯化, 以乙腈-水(55∶45)为流动相，流速 20 mL/min，制得化合物 **4** (t_R=14.8 min, 2.8 mg)、**6** (t_R=22.3 min, 17.4 mg)、**7** (t_R=25.6 min, 13.8 mg)和 **8** (8.8 mg)。Fr.3D 经硅胶柱色谱分离，以石油醚-丙酮为洗脱剂[25∶75→50∶50, *V*/*V*]进行梯度洗脱，洗脱组分经葡聚糖凝胶柱色谱(石油醚-氯仿-甲醇，40∶20∶20)分离纯化, 经制备 HPLC 纯化，以乙腈-水(45∶55)为流动相，流速 20 mL/min，制备获得化合物 **1** (t_R= 11.2 min, 55.7 mg)和 **3** (t_R=13.2 min, 89.7 mg)。Fr.3F 经硅胶柱色谱分离，以石油醚-乙酸乙酯(20∶80→0∶100, *V*/*V*)为洗脱剂进行梯度洗脱，洗脱组分经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱(氯仿-甲醇, 50∶50)纯化, 以甲醇-水(80∶20)为流动相，经制备型 HPLC 进行制备得到化合物 **2** (t_R=21.3 min, 19.0 mg)、**5** (t_R= 16.5 min, 32.4 mg)和 **9** (t_R=23.5 min, 4.8 mg)(图 1)。

1.3 结构鉴定

化合物 1 黄色油状物，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 316.1 $[M + Na]^+$, 分

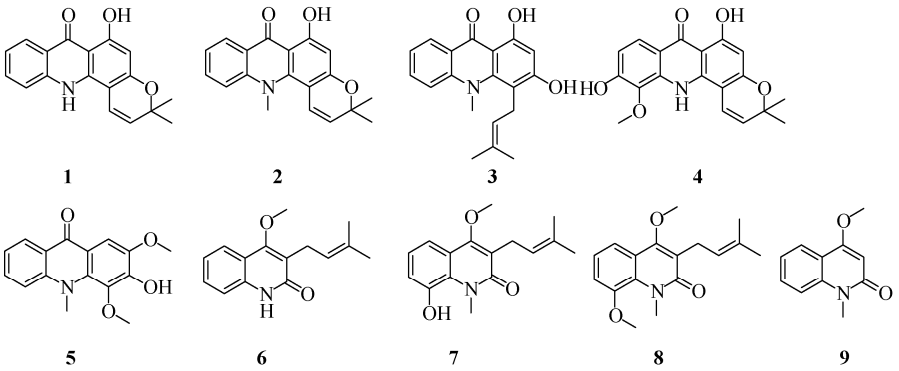

图 1 化合物 **1**~**9** 结构式

Fig. 1 Structures of compounds **1**–**9**

子式为 $C_{18}H_{15}NO_3$, ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 14.68 (1H, s, OH-1), 11.16 (1H, s, NH-10), 8.15 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-8), 7.79 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-6), 7.74 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-5), 7.28 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-7), 7.10 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-1′), 6.04 (1H, s, H-2), 5.72 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-2′), 1.43 (3H, s, 4′-CH_3), 1.43 (3H, s, 5′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 180.6 (C-9), 163.8 (C-3), 159.2 (C-1), 141.0 (C-10a), 137.9 (C-4a), 133.9 (C-6), 125.6 (C-8), 124.9 (C-2′), 121.8 (C-7), 118.9 (C-8a), 117.6 (C-1′), 116.1 (C-5), 104.0 (C-4), 98.1 (C-9a), 96.2 (C-2), 77.1 (C-3′), 27.5 (4′-CH_3), 27.5 (5′-CH_3)。以上波谱数据与文献[7]报道的一致，故鉴定为 de-*N*-methyl-*O*-noracronycine。

化合物 2　黄色不定形粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 330.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{19}H_{17}NO_3$, ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ_H 14.70 (1H, s, OH-1), 8.37 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-8), 7.71 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-6), 7.43 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-5), 7.30 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-7), 7.55 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-1′), 6.26 (1H, s, H-2), 5.50 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-2′), 4.90 (3H, s, N-CH_3), 1.53 (3H, s, 4′-CH_3), 1.53 (3H, s, 5′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ_C 181.3 (C-9), 165.4 (C-3), 161.7 (C-1), 145.1 (C-10a), 144.6 (C-4a), 134.1 (C-6), 126.4 (C-8), 123.1 (C-2′), 122.2 (C-7), 122.1 (C-8a), 121.7 (C-1′), 116.3 (C-5), 107.1 (C-4), 101.1 (C-9a), 98.0 (C-2), 76.5 (C-3′), 43.8 (N-CH_3), 27.0 (4′-CH_3), 27.0 (5′-CH_3)。以上波谱数据与文献[8]报道的一致，故鉴定为 noracronycine。

化合物 3　黄色不定形粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 332.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{19}H_{19}NO_3$, ^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ_H 14.59 (1H, s, OH-1), 8.34 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-8), 7.69 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-6), 7.39 (1H, dd, J = 8.0, 1.6 Hz, H-5), 7.26 (1H, td, J = 8.0, 1.6 Hz, H-7), 6.38 (1H, s, H-2), 5.41 (1H, t, J = 6.4 Hz, H-2′), 3.47 (2H, d, J = 6.4 Hz, H-1'), 3.83 (3H, s, N-CH_3), 1.81 (3H, s, 4′-CH_3), 1.68 (3H, s, 5′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ_C 181.7 (C-9), 163.9 (C-3), 163.5 (C-1), 147.7 (C-4a), 146.6 (C-10a), 134.7 (C-6), 130.7 (C-3′), 126.2 (C-8), 123.5 (C-2′), 121.8 (C-7), 121.7 (C-8a), 116.5 (C-5), 107.5 (C-4), 104.7 (C-9a), 97.9 (C-2), 44.3 (N-CH_3), 27.3 (C-1′), 25.9 (4′-CH_3), 18.3 (5′-CH_3)。经与文献[7]比较，鉴定化合物 **3** 为 glycocitrine II。

化合物 4　黄色不定形粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 362.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{19}H_{17}NO_5$, ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 14.65 (1H, s, OH-1), 9.60 (1H, s, NH), 7.78 (1H, d, J = 8.8 Hz, H-8), 6.91 (1H, d, J = 8.8 Hz, H-7), 7.03 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-1′), 6.03 (1H, s, H-2), 5.69 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-2′), 3.93 (3H, s, 5-OCH_3), 1.43 (3H, s, 4′-CH_3), 1.43 (3H, s, 5′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 180.1 (C-9), 163.8 (C-1), 159.0 (C-3), 153.9 (C-6), 137.1 (C-4a), 135.9 (C-10a), 133.1 (C-5), 125.5 (C-2′), 121.0 (C-8), 116.2 (C-2′), 113.3 (C-7), 113.0 (C-8), 103.3 (C-9a), 98.4 (C-4), 96.4 (C-2), 77.1 (C-3′), 60.4 (5-OCH_3), 27.5 (4′-CH_3), 27.5 (5′-CH_3)。以上波谱数据与文献[9]报道的一致，故鉴定为 acrifoline。

化合物 5　黄色不定形粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 308.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{16}H_{15}NO_4$, ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 8.28 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-8), 7.83 (1H, m, overlap, H-6), 7.83 (1H, m, overlap, H-6, H-5), 7.34 (1H, t, J = 8.0 Hz, H-7), 6.62 (1H, s, H-1), 4.00 (3H, s, 2-OCH_3), 3.90 (3H, s, N-CH_3), 3.73 (3H, s, 4-OCH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ_C 179.7 (C-9), 159.3 (C-2), 154.9 (C-3), 141.8 (C-10a), 140.2 (C-4a), 134.3 (C-5), 129.4 (C-4), 125.4 (C-8), 121.5 (C-7), 119.6 (C-8a), 116.1 (C-6), 88.2 (C-1), 59.9 (4-OCH_3), 56.1 (2-OCH_3), 34.2 (N-CH_3)。以上波谱数据与文献[10]报道的一致，故鉴定为 3-hydroxy-2,4-dimethoxy-10-methyl-9-acridanone。

化合物 6　无色晶体粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 266.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{15}H_{17}NO_2$, ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 7.68 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-5), 7.47 (1H, td, J = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 7.32 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-8), 7.19 (1H, td, J = 8.0, 2.0 Hz, H-6), 5.16 (1H, td, J = 6.8, 3.2 Hz, H-2′), 3.86 (3H, s, 4-OCH_3), 3.22 (2H, d, J = 6.8 Hz, H-1′), 1.73 (3H, s, 5′-CH_3), 1.63 (3H, s, 4′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 163.3 (C-2), 160.6 (C-4), 137.7 (C-8a), 131.3 (C-3′), 130.0 (C-7), 122.5 (C-5), 122.0 (C-3), 121.8 (C-6), 121.7

(C-2′), 116.0 (C-4a), 115.2 (C-8), 61.5 (4-OCH_3), 25.5 (C-1′), 23.0 (5′-CH_3), 17.8 (4′-CH_3)。以上波谱数据与文献[11]报道的一致，故鉴定为阿塔宁。

化合物 7 无色晶体粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 296.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{16}H_{19}NO_3$。^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 7.23 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-5), 7.08 (1H, td, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-6), 7.04 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 5.15 (1H, td, *J* = 6.8, 3.2 Hz, H-2′), 3.86 (3H, s, 4-OCH_3), 3.81 (3H, s, N-CH_3), 3.24 (2H, d, *J* = 6.8 Hz, H-1′), 1.73 (3H, s, 5′-CH_3), 1.63 (3H, s, 4′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 163.5 (C-2), 159.6 (C-4), 146.1 (C-8), 131.3 (C-3′), 128.5 (C-8a), 122.7 (C-3), 121.8 (C-6), 121.2 (C-2′), 119.5 (C-4a), 117.3 (C-5), 113.8 (C-7), 61.5 (4-OCH_3), 34.7 (N-CH_3), 25.5 (C-1′), 23.8 (5′-CH_3), 17.8 (4′-CH_3)。以上波谱数据与文献[12]报道的一致，故鉴定为 glycosolone。

化合物 8 黄色油状物，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 310.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{17}H_{21}NO_3$, ^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 7.44 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-5), 7.16 (1H, td, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-6), 7.04 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 5.25 (1H, td, *J* = 6.8, 3.2 Hz, H-2′), 3.96 (3H, s, N-CH_3), 3.89 (3H, s, 8-OCH_3), 3.88 (3H, s, 4-OCH_3), 3.40 (2H, d, *J* = 6.8 Hz, H-1′), 1.80 (3H, s, 5′-CH_3), 1.60 (3H, s, 4′-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 165.2 (C-2), 160.2 (C-4), 148.9 (C-8), 132.6 (C-3′), 130.7 (C-8a), 122.8 (C-3), 122.6 (C-6), 121.6 (C-2′), 120.4 (C-4a), 116.1 (C-5), 113.6 (C-7), 61.8 (8-OCH_3), 56.8 (4-OCH_3), 35.7 (N-CH_3), 24.5 (C-1′), 25.8 (5′-CH_3), 18.1 (4′-CH_3)。以上波谱数据与文献[13]报道的一致，故鉴定为 3-(3′,3′-dimethylallyl)-4,8-dimethoxy-*N*-methyl-quinolin-2-one。

化合物 9 无色晶体粉末，与改良的碘化铋钾反应显色呈阳性，ESI-MS *m/z*: 212.1 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{11}H_{11}NO_2$。^{1}H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ_H 7.88 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-5), 7.65 (1H, td, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 7.51 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-8), 7.26 (1H, td, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-6), 6.04 (1H, s, H-3), 3.95 (3H, s, 4-OCH_3), 3.56 (3H, s, N-CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO-d_6): δ_C 162.3 (C-2), 161.8 (C-4), 139.4 (C-8a), 131.4 (C-7), 122.6 (C-5), 121.5 (C-6), 115.5 (C-4a), 114.7 (C-8), 96.3 (C-3), 56.1 (4-OCH_3), 28.6 (N-CH_3)。以上波谱数据与文献[14]报道的一致，故鉴定为 4-methoxy-*N*-methyl-2-quinolone。

2 结果和讨论

本研究从毛山小橘枝叶的 95%工业乙醇提取物分离鉴定了 9 个生物碱类化合物，包括 5 个吖啶酮类生物碱和 4 个喹诺酮类生物碱，其中化合物 **2**、**3**、**5**、**6** 和 **9** 均为从山小橘属植物中首次发现。据报道，化合物 **1**、**2**、**3** 和 **4** 具有抗血小板聚集活性，带有吡喃环的 acridone 母核是其活性的主要因素[15]；此外，这些吖啶酮化合物可作为 HL-60 细胞分化的诱导剂，预示它们具有潜在的癌症预防作用[16]。在过敏反应评价中，化合物 **5** 对肥大细胞脱粒显示出较强的抑制作用[10]。本研究结果在一定程度上阐明了毛山小橘的生物碱类，可为山小橘属植物资源的开发利用提供科学依据。

参考文献

[1] Deletis Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Agendae Academiae Sinicae Edita. Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 43 [M]. Beijing: Science Press, 1997: 135.
中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志, 第 43 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 135.

[2] TEJA P K, PATEL P, BHAVSAR D, et al. Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, toxicology and formulation aspects of *Glycosmis* species: A systematic review [J]. Phytochemistry, 2021, 190: 112865. doi: 10.1016/j.phytochem.2021.112865.

[3] Khandokar L, Bari M S, Seidel V, et al. Ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological activities and toxicological profile of *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC.: A review [J]. J Ethnopharmacol, 2021, 278: 114313. doi: 10.1016/j.jep.2021.114313.

[4] ZHOU Q, ZHAO T, WU S Y, et al. Studies on the alkaloids from *Artabotrys hexapetalus* [J]. J Trop Subtrop Bot, 2018, 26(2): 191–196. doi: 10.11926/jtsb.3803.
周戚, 赵婷, 吴寿远, 等. 鹰爪花中生物碱类成分研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2018, 26(2): 191–196. doi: 10.11926/jtsb.3803.

[5] ZHOU Q, JIANG C X, WU S Y, et al. A new indole alkaloid from the stems of *Glycosmis puberula* var. *craibii* [J]. Nat Prod Res, 2020: 1–6. doi: 10.1080/14786419.2020.1788024.

[6] WU S Y, CHEN Z M, ZHOU Z L, et al. Unusual oximes with anti-inflammatory activities from *Glycosmis craibii* [J]. Phytochem Lett, 2021, 44: 202–205. doi: 10.1016/j.phytol.2021.06.025.

[7] FURUKAWA H, YOGO M, WU T S. Acridone alkaloids: X. ^{13}C-nuclear magnetic resonance spectra of acridone alkaloids [J]. Chem Pharm Bull, 1983, 31(9): 3084–3090. doi: 10.1248/cpb.31.3084.

[8] FUNAYAMA S, BORRIS R P, CORDELL G A. Chemistry of acronycine: I. Carbon-13 NMR studies of acronycine and related compounds [J]. J Nat Prod, 1983, 46(3): 391–397. doi: 10.1021/np50027a016.

[9] ONO T, ITO C, FURUKAWA H, et al. Two new acridone alkaloids from *Glycosmis* species [J]. J Nat Prod, 1995, 58(10): 1629–1631. doi: 10.1021/np50124a028.

[10] VENKATESH P, MUKHERJEE P K, PAL B C. Acridanone alkaloid in *Baliospermum montanum*: Evaluation of its effect against anaphylaxis [J]. Planta Med, 2011, 77(17): 1947–1949. doi: 10.1055/s-0030-1271198.

[11] PLAZAS E, HAGENOW S, MURILLO M A, et al. Isoquinoline alkaloids from the roots of *Zanthoxylum rigidum* as multi-target inhibitors of cholinesterase, monoamine oxidase A and Aβ1-42 aggregation [J]. Bioorg Chem, 2020, 98: 103722. doi: 10.1016/j.bioorg.2020.103722.

[12] DAS B P, CHOWDHURY D N. Glycosolone: A new quinolone alkaloid from *Glycosmis pentaphylla* (Retz) DC. [J]. Chem Ind, 1978 (8): 272–273.

[13] CHAKRAVARTY A K, SARKAR T, MASUDA K, et al. Carbazole alkaloids from roots of *Glycosmis arborea* [J]. Phytochemistry, 1999, 50(7): 1263–1266. doi: 10.1016/S0031-9422(98)00666-9.

[14] MIN Y D, KWON H C, YANG M C, et al. Isolation of limonoids and alkaloids from *Phellodendron amurense* and their multidrug resistance (MDR) reversal activity [J]. Arch Pharm Res, 2007, 30(1): 58–63. doi: 10.1007/BF02977779.

[15] LEU Y L, CHAN Y Y, WU T S, et al. Antiplatelet aggregation principles from *Glycosmis citrifolia* [J]. Phytother Res, 1998, 12(S1): S77–S79. doi: 10.1002/(SICI)1099-1573(1998)12:1+<S77::AID-PTR256>3.0.CO;2-J.

[16] KAWAII S, TOMONO Y, KATASE E, et al. Acridones as inducers of HL-60 cell differentiation [J]. Leuk Res, 1999, 23(3): 263–269. doi: 10.1016/S0145-2126(98)00174-X.