

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201912024

李根, 潘争红, 李海云, 等. 毛果巴豆枝叶的化学成分研究 [J]. 广西植物, 2021, 41(7): 1077-1081.

LI G, PAN ZH, LI HY, et al. Chemical constituents from the twigs and leaves of *Croton lachnocarpus* [J]. *Guihaia*, 2021, 41(7): 1077-1081.

毛果巴豆枝叶的化学成分研究

李根^{1,2}, 潘争红^{1,2}, 李海云¹, 符毓夏², 李连春², 于玲玲^{1,2}, 宁德生^{2*}

(1. 桂林理工大学 化学与生物工程学院, 广西 桂林 541006; 2. 广西壮族自治区 广西植物研究所, 中国科学院 广西植物研究所, 广西植物功能物质研究与利用重点实验室, 广西 桂林 541006)

摘要: 为研究毛果巴豆枝叶中的化学成分, 该文采用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱以及 HPLC 等多种色谱相结合的方法, 对毛果巴豆枝叶 95% 乙醇提取物的乙酸乙酯萃取部位进行分离, 从中得到 8 个化合物, 通过波谱数据分析并结合文献比对, 将其鉴定为 2 β -hydroxyteucvidin acetate (1), 2 β -hydroxyteucvidin (2), crotoeurin B (3), 山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-顺式对香豆酰基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷(4), 山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-反式对香豆酰基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷(5), 栗苷 A(6), cerevisterol(7), 尿嘧啶(8)。化合物 2-7 均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 巴豆属, 毛果巴豆, 化学成分, HPLC, 结构鉴定

中图分类号: Q946.8 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2021)07-1077-05

Chemical constituents from the twigs and leaves of *Croton lachnocarpus*

LI Gen^{1,2}, PAN Zhenghong^{1,2}, LI Haiyun¹, FU Yuxia²,
LI Lianchun², YU Lingling^{1,2}, NING Desheng^{2*}

(1. College of Chemistry and Bioengineering, Guilin University of Technology, Guilin 541006, Guangxi, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China)

Abstract: To study the chemical constituents from the twigs and leaves of *Croton lachnocarpus*, eight compounds were isolated from 95% ethanol extract of twigs and leaves of *C. lachnocarpus*, by means of various chromatographic techniques including column chromatography over silica gel, Sephadex LH-20, and reversed-phase HPLC. Compounds were identified as 2 β -hydroxyteucvidin acetate (1), 2 β -hydroxyteucvidin (2), crotoeurin B (3), kaempferol-3-*O*-(6''-*O*-*cis-p*-coumaroyl)- β -*D*-glucopyranoside (4), kaempferol-3-*O*-(6''-*O*-*trans-p*-coumaroyl)- β -*D*-glucopyranoside (5), castanoside A (6), cerevisterol (7), uracil (8) by analyzing their spectra data and comparing with the previously reported literatures. Compounds 2-7 were obtained from the plant for the first time.

Key words: *Croton* L., *Croton lachnocarpus*, chemical constituents, HPLC, structure identification毛果巴豆 (*Croton lachnocarpus*) 为大戟科 (Euphorbiaceae) 巴豆属 (*Croton* L.) 植物, 又名小叶双

眼龙, 主要分布于广西、广东、江西、湖南南部和贵州南部的山地疏林或灌丛中, 其幼枝、幼叶、花序

收稿日期: 2020-08-24

基金项目: 广西创新驱动发展专项资金 (桂科 AA18118015); 广西自然科学基金 (2011GXNSFB018022); 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目 (2012) [Supported by Special Fund for Innovation-Driven Development of Guangxi (AA18118015); Natural Science Foundation of Guangxi (2011GXNSFB018022); West Light Foundation of the Chinese Academy of Sciences (2012)].

作者简介: 李根 (1995-), 硕士研究生, 研究方向为天然药物化学, (E-mail) ligen1048195659@163.com。

*通信作者: 宁德生, 硕士, 副研究员, 研究方向为天然产物开发与利用, (E-mail) 65392586@qq.com。

和果均密被星状柔毛(中国科学院中国植物志编辑委员会, 1996)。该植物具有祛风除湿、散瘀止痛、消肿解毒等功效,民间多以根、叶入药,用于治疗跌打肿痛、风湿性关节炎等疾病。本课题组前期已从毛果巴豆根中分离得到三萜、甾醇、酚酸酯类等成分(Pan et al., 2014; 潘争红等, 2014);从叶子中发现多种现代香料合成工业可开发利用的挥发油成分,如 α -松油醇、桉树醇、 α -红没药烯等(宁德生等, 2013)。但迄今为止,该植物的物质基础和药理学研究仍较少,致使其应用仍处于中药复方制剂的层面,严重限制了毛果巴豆的开发与利用。因此,为了更全面地阐明该植物的物质基础,寻找更多具有开发利用价值的活性化合物,本课题组进一步开展毛果巴豆枝叶 95%乙醇提取物的化学成分研究,从中分离鉴定出 8 个化合物,其中,1-3 为二萜类化合物,4-6 为黄酮类化合物,化学结构式见图 1。化合物 2-7 均为首次从毛果巴豆枝叶中分离得到。

1 仪器与材料

AVANCE III HD 500 MHz 超导核磁共振波谱仪(TMS 内标,瑞士 Bruker 公司);LC/MS-IT-TOF 质谱仪(日本岛津公司);Agilent 1200 高效液相色谱仪,高效液相所用试剂为色谱纯(赛默飞世尔科技(中国)有限公司),其试剂均为分析纯(西陇化工股份有限公司);柱色谱和薄层色谱所用硅胶(青岛海洋化工有限公司);Sephadex LH-20 凝胶(瑞士 Amershan Biosciences 公司)。

毛果巴豆枝叶采自广西桂林市阳朔县,由广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所许为斌博士鉴定。凭证样品保存于广西植物功能物质研究与利用重点实验室。

2 提取与分离

毛果巴豆枝叶 8.0 kg,阴干后粉碎,加入 95%乙醇 40 L,室温下浸提 24 h,过滤,滤渣以上述方法再提取 2 次,合并提取液,减压浓缩得到 850 g 的浸膏。取 800 g 的浸膏加入适量的水超声分散后,依次加入石油醚、乙酸乙酯萃取 3 次,每次萃取溶剂用量为 2 L,减压浓缩分别得到石油醚部位 144 g、乙酸乙酯部位 239 g。

取乙酸乙酯萃取部位 189 g,经硅胶柱色谱分离,以石油醚-丙酮(1:0 \rightarrow 0:1)为洗脱剂进行梯度洗脱,各洗脱流份经过 TLC 检测合并得到 4 个

组分 Fr.1~Fr.4。Fr.2 组分经硅胶柱色谱反复纯化(石油醚-丙酮=8:1),得到化合物 1(9 mg)、2(7.2 mg)、7(15.4 mg)和 8(9.6 mg);Fr.3 组分通过半制备高效液相色谱分离(50% CH₃OH,含 0.1% HCOOH)得到化合物 5(6.6 mg)、6(4.6 mg);Fr.4 组分利用 Sephadex LH-20 柱色谱纯化,以氯仿/甲醇(1:1)洗脱,得到化合物 3(10.2 mg)和 4(7.9 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1 针状结晶。HR-ESI-MS m/z : 387.1816 [M+H]⁺, 分子式 C₂₁H₂₂O₇。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃): δ 6.36(1H, m, H-14), 5.37(1H, t, $J=8.0$ Hz, H-12), 2.55(2H, dd, $J=8.5, 15.0$ Hz, H-11b), 2.09(3H, s, OAc), 1.94(1H, dd, $J=8.5, 14.0$ Hz, H-11a), 1.35(3H, d, $J=7.0$ Hz, H-17); ¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃): δ 28.0 (C-1, t), 66.8 (C-2, d), 24.9 (C-3, t), 124.1 (C-4, s), 161.7 (C-5, s), 76.0 (C-6, d), 35.9 (C-7, t), 38.9 (C-8, d), 51.9 (C-9, s), 33.8 (C-10, d), 39.0 (C-11, t), 72.0 (C-12, d), 125.1 (C-13, s), 108.0 (C-14, d), 144.6 (C-15, d), 139.6 (C-16, d), 14.3 (C-17, q), 171.4 (C-18, s) 176.9 (C-20, s) 169.9(OC=O, s), 21.1(COO-CH₃, q)。以上数据与文献(Savona et al., 1986)报道基本一致,故鉴定化合物 1 为 2 β -hydroxyteucvidin acetate。

化合物 2 针状结晶。HR-ESI-MS m/z : 345.1788 [M+H]⁺, 分子式 C₁₉H₂₀O₆。¹H-NMR(500 MHz, C₅D₅N): δ 7.83(1H, s, H-16), 7.70(1H, s, H-15), 6.69(1H, s, H-14), 5.52(1H, t, $J=8.0$ Hz, H-12), 2.66(1H, dd, $J=8.0, 14.0$ Hz, H-11b), 1.99(1H, dd, $J=8.0, 14.0$ Hz, H-11a), 1.39(3H, d, $J=7.5$ Hz, H-17); ¹³C-NMR(125 MHz, C₅D₅N): δ 34.7 (C-1, t), 67.8 (C-2, d), 31.8 (C-3, t), 127.5 (C-4, s), 163.9 (C-5, s), 77.6 (C-6, d), 37.0 (C-7, t), 40.7 (C-8, d), 53.6 (C-9, s), 38.0 (C-10, d), 40.6 (C-11, t), 73.6 (C-12, d), 127.2 (C-13, s), 110.3 (C-14, d), 146.1 (C-15, d), 142.1 (C-16, d), 15.5 (C-17, q), 173.6 (C-18, s), 179.2 (C-20, s)。以上波谱数据与文献(Savona et al., 1986)报道基本一致,故鉴定化合物 2 为 2 β -hydroxyteucvidin。

化合物 3 针状结晶。HR-ESI-MS m/z : 361.1571 [M+H]⁺, 分子式 C₂₀H₂₄O₆。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃): δ 7.46(1H, br s, H-16), 7.42(1H, br s,

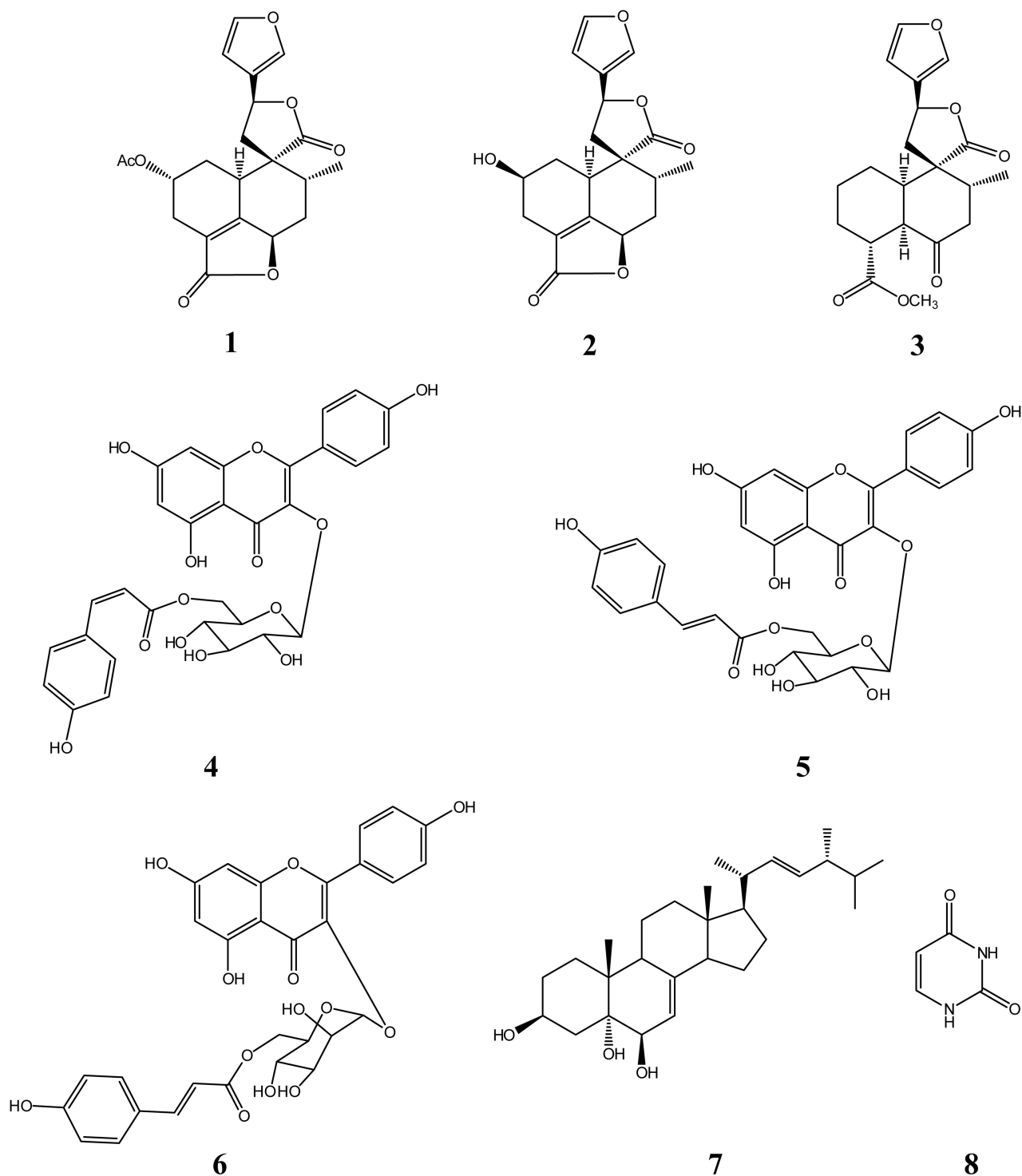


图 1 化合物 1-8 结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-8

H-15), 6.41(1H, br s, H-14), 3.10(1H, dd, $J=15.0, 3.0$ Hz, H-7b), 2.57(1H, dd, $J=13.5, 6.5$ Hz, H-11b), 2.34(1H, dd, $J=13.5, 10.0$ Hz, H-11a), 2.23(1H, dd, $J=15.0, 5.5$ Hz, H-7a),

2.16(1H, m, H-4), 1.02(1H, d, $J=6.5$ Hz, H-17); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 125 MHz): δ 23.1 (C-1, t), 25.5 (C-2, t), 24.9 (C-3, t), 42.3 (C-4, d), 47.4 (C-5, d), 208.8 (C-6, s), 45.4 (C-7,

t), 32.9 (C-8, d), 51.5 (C-9, s), 42.6 (C-10, d), 36.5 (C-11, t), 70.7 (C-12, d), 124.0 (C-13, s), 108.2 (C-14, d), 144.3 (C-15, d), 140.0 (C-16, d), 17.0 (C-17, q), 173.7 (C-18, s), 177.0 (C-20, s), 51.4 (COO-CH₃, q)。以上波谱数据与文献(Pan et al., 2015)报道基本一致, 故鉴定化合物 **3** 为 crotoeurin B。

化合物 **4** 黄色粉末。HR-ESI-MS m/z : 593.1383 [M-H]⁻, 分子式 C₃₀H₂₆O₁₃。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆): δ 7.54(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-2''', 6'''), 6.69(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-3''', 5'''), 6.67(1H, d, $J=13.0$ Hz, H-7'''), 5.46(1H, d, $J=13.0$ Hz, H-8'''); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆): δ 156.5 (C-2, s), 133.0 (C-3, s), 177.3 (C-4, s), 161.2 (C-5, s), 98.8 (C-6, d), 165.1 (C-7, s), 93.7 (C-8, d), 156.4 (C-9, s), 103.8 (C-10, s), 120.8 (C-1', s), 130.8 (C-2', 6', d), 115.0 (C-3', 5', d), 159.9 (C-4', s), 101.1 (C-1'', d), 74.0 (C-2'', d), 76.2 (C-3'', d), 70.0 (C-4'', d), 74.1 (C-5'', d), 62.7 (C-6'', t), 125.3 (C-1''', s), 132.6 (C-2''', 6''', d), 114.8 (C-3''', 5''', d), 158.8 (C-4''', s), 143.6 (C-7''', d), 114.6 (C-8''', d), 165.8 (C-9''', s)。以上波谱数据与文献报道(陈秋等, 2012)基本一致, 故鉴定化合物 **4** 山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-顺式对香豆酰基)-β-*D*-吡喃葡萄糖苷 [kaempferol-3-*O*-(6''-*O*-*cis*-*p*-coumaroyl)-β-*D*-glucopyranoside]。

化合物 **5** 黄色无定形粉末。HR-ESI-MS m/z : 595.1391 [M+H]⁺, 分子式 C₃₀H₂₆O₁₃。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆): δ 7.99(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-2', 6'), 7.37(2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2''', 6'''), 6.85(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-3', 5'), 6.79(2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3''', 5'''), 6.38(1H, s, H-8), 6.15(1H, s, H-6), 6.11(1H, d, $J=16.0$ Hz, H-8'''), 5.45(1H, d, $J=7.5$ Hz, H-1''); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆): δ 156.8 (C-2, s), 133.5 (C-3, s), 177.8 (C-4, s), 161.6 (C-5, s), 99.4 (C-6, d), 165.2 (C-7, s), 94.2 (C-8, d), 156.8 (C-9, s), 104.2 (C-10, s), 121.2 (C-1', s), 131.3 (C-2', 6', d), 115.6 (C-3', 5', d), 160.5 (C-4', s), 101.6 (C-1'', d), 74.6 (C-2'', d), 76.7 (C-3'', d), 70.5 (C-4'', d), 74.7 (C-5'', d), 63.4 (C-6'', t), 125.4 (C-1''', s), 130.6 (C-2''', 6''', d), 116.2 (C-3''', 5''', d), 160.3 (C-4''', s), 145.1 (C-7''', d), 114.1 (C-8''', d), 166.6 (C-9''', s)。以上数据与文献(陈秋等, 2012)报道

的数据基本一致, 故鉴定化合物 **5** 为山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-反式对香豆酰基)-β-*D*-吡喃葡萄糖苷 [kaempferol-3-*O*-(6''-*O*-*trans*-*p*-coumaroyl)-β-*D*-glucopyranoside]。

化合物 **6** 黄色颗粒状粉末。HR-ESI-MS m/z : 595.1792 [M+H]⁺, 分子式 C₃₀H₂₆O₁₃。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆): 12.59(1H, br s, OH-5), 10.18(1H, br s, OH-4'), 8.04(2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2', 6'), 7.37(1H, d, $J=16.5$ Hz, H-7'''), 7.33(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-2''', 6'''), 6.85(2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.77(2H, d, $J=8.0$ Hz, H-3''', 5'''), 6.39(1H, s, H-8), δ 6.14(1H, s, H-6), 6.10(1H, d, $J=16.5$ Hz, H-8'''), 5.45(1H, d, $J=7.0$ Hz, H-1''); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆): δ 156.3 (C-2, s), 133.2 (C-3, s), 177.0 (C-4, s), 161.1 (C-5, s), 98.8 (C-6, d), 164.4 (C-7, s), 93.7 (C-8, d), 156.3 (C-9, s), 103.7 (C-10, s), 120.8 (C-1', s), 130.9 (C-2', 6', d), 115.7 (C-3', 5', d), 160.0 (C-4', s), 101.6 (C-1'', d), 73.0 (C-2'', d), 71.0 (C-3'', d), 68.2 (C-4'', d), 72.8 (C-5'', d), 63.2 (C-6'', t), 124.9 (C-1''', s), 130.1 (C-2''', 6''', d), 115.0 (C-3''', 5''', d), 159.8 (C-4''', s), 144.6 (C-7''', d), 113.6 (C-8''', d), 166.1 (C-9''', s)。以上波谱数据与文献报道(王嗣等, 2004)基本一致, 故鉴定化合物 **6** 为栗苷 A (castanoside A)。

化合物 **7** 白色粉末。HR-ESI-MS m/z : 431.3462 [M+H]⁺, 分子式 C₂₈H₄₆O₃。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N): δ 5.24(1H, dd, $J=7.5, 15.5$ Hz, H-23), 5.17(1H, dd, $J=8.0, 15.5$ Hz, H-22), 4.84(1H, m, H-3), 4.33(1H, br s, H-6), 1.54(3H, s, H-19), 1.07(3H, d, $J=6.5$ Hz, H-21), 0.96(3H, d, $J=7.0$ Hz, H-28), 0.88(3H, d, $J=8.5$ Hz, H-27), 0.86(3H, d, $J=6.0$ Hz, H-26), 0.68(3H, s, H-18); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N): δ 32.6 (C-1, t), 33.8 (C-2, t), 67.5 (C-3, d), 41.9 (C-4, t), 76.1 (C-5, s), 74.2 (C-6, d), 120.4 (C-7, d), 141.5 (C-8, s), 43.7 (C-9, d), 38.0 (C-10, s), 22.3 (C-11, t), 39.8 (C-12, t), 43.7 (C-13, s), 55.2 (C-14, d), 23.4 (C-15, t), 28.4 (C-16, t), 56.1 (C-17, d), 12.4 (C-18, q), 18.7 (C-19, q), 40.8 (C-20, d), 20.1 (C-21, q), 136.1 (C-22, d), 132.1 (C-23, d), 43.0 (C-24, d), 33.3 (C-25, d), 21.3 (C-26, q), 19.8 (C-27, q), 17.8 (C-28,

q)。以上数据与文献(Gao et al., 2001)报道基本一致,故鉴定化合物 **7** 为 cerevisterol。

化合物 **8** 白色无定形粉末。HR-ESI-MS m/z : 111.0277 [M-H]⁻, 分子式 C₄H₄N₂O₂。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆): δ 7.39(1H, d, *J*=7.5 Hz, H-6), 5.46(1H, d, *J*=7.5 Hz, H-5); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆): δ 151.5 (C-2, s), 164.3 (C-4, s), 100.2 (C-5, d), 142.1 (C-6, d)。以上波谱数据与文献报道(高锦明等, 2001)基本一致,故鉴定化合物 **8** 为尿嘧啶(uracil)。

4 讨论与结论

据文献记载,毛果巴豆叶作为复方制剂中的材料之一,与鸡骨香、田基黄等中药材制成的中药散剂(湛江蛇药,又名何晓生蛇药)具有消肿、止痛及解蛇毒的功效(蛇志编辑部, 1990)。但迄今为止没有针对毛果巴豆枝叶化学物质基础的研究报道。本研究共从毛果巴豆枝叶分离鉴定 8 个化合物,结构涉及克罗烷型二萜、黄酮、甾醇等类型。现代药理学研究表明,克罗烷型二萜普遍具有良好的抗炎、抗菌、抗肿瘤等生物活性(陈昊等, 2017)。黄酮类化合物山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-顺式对香豆酰基)-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(**4**)及山奈酚-3-*O*-(6''-*O*-反式对香豆酰基)-β-*D*-吡喃葡萄糖苷(**5**)的细胞毒性较低,且具有不同程度的抗氧化活性,前者还具有明显的抗炎活性(任珊珊等, 2016); 甘栗 A(**6**)具有一定的细胞毒性(其 IC₅₀ 为 77.91 μmol · L⁻¹)(张玉雪, 2010)。甾醇化合物 cerevisterol(**7**)能够抑制血清饥饿介导的 MC3T3-E1 细胞凋亡(Hata et al., 2002)。因此,通过对毛果巴豆枝叶的化学成分研究,不仅丰富该植物的物质基础,而且为今后开发利用提供科学依据。

参考文献:

CHEN H, LIANG JY, SUN JB, et al., 2017. Progress on diterpenoids and their biological activities of the genus *Ajuga* [J]. *Strait Pharm J*, 29(3): 1-10. [陈昊, 梁敬钰, 孙建博, 等, 2017. 筋骨草属植物中二萜类成分的化学及药理活性研究进展 [J]. *海峡药学*, 29(3): 1-10.]

CHEN Q, WANG T, GE DD, et al., 2012. Isolation and identification of flavonoids from *Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauv. (II) [J]. *J Shenyang Pharm Univ*, 29(2): 104-108. [陈秋, 王涛, 葛丹丹, 等, 2012. 火绒草黄酮类成分的分离与鉴定(II) [J]. *沈阳药科大学学报*, 29(2): 104-108.]

Editorial Commission of China Flora of Chinese Academy of Sciences, 1996. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* [M]. Beijing: Science Press, 44(2): 131. [中国科学院中国植物志编辑委员会, 1996. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 44(2): 131.]

GAO JM, HU L, LIU JK, 2001. A novel sterol from Chinese truffles *Tuber indicum* [J]. *Steroids*, 66(10): 771-775.

GAO JM, SHEN J, YANG X, et al., 2001. The constituents of *Russula ochroleuca* basidiomycetes [J]. *Acta Bot Yunnan*, 23(3): 385-395. [高锦明, 沈杰, 杨雪, 等, 2001. 黄白红菇的化学成分 [J]. *云南植物研究*, 23(3): 385-393.]

HATA K, SUGAWARA F, OHISAN, et al., 2002. Stimulative effects of (22*E*, 24*R*)-ergosta-7, 22-diene-3β, 5α, 6β-triol from fruiting bodies of *Tricholima auratum*, on a mouse osteoblastic cell line, MC3T3-E1 [J]. *Biol Pharm Bull*, 25(8): 1040-1044.

Editing Department of Journal of Snake, 1990. Guangdong snake collection [J]. *J Snake*, (2): 20. [蛇志编辑部, 1990. 广东蛇药集锦 [J]. *蛇志*, (2): 20.]

NING DS, JIANG LH, LÜ SH, et al., 2013. GC-MS analysis of volatile constituents from leaves of *Croton euryphyllus* and *C. lachnocarpus* [J]. *Guihaia*, 33(3): 364-367. [宁德生, 蒋丽华, 吕仕洪, 等, 2013. 石山巴豆与毛果巴豆叶中挥发油成分分析 [J]. *广西植物*, 33(3): 364-367.]

PAN ZH, NING DS, WU XD, et al., 2015. New clerodane diterpenoids from the twigs and leaves of *Croton euryphyllus* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 25(6): 1329-1332.

PAN ZH, NING DS, LIU JL, et al., 2014. A new triterpenoid saponin from the root of *Croton lachnocarpus* Benth [J]. *Nat Prod Res*, 28(1): 48-51.

PAN ZH, WU YF, NING DS, et al., 2014. Chemical constituents from the root of *Croton lachnocarpus* [J]. *Guihaia*, 34(2): 148-150. [潘争红, 吴云飞, 宁德生, 等, 2014. 毛果巴豆根的化学成分研究 [J]. *广西植物*, 34(2): 148-150.]

REN SS, BAO BQ, GEGENTANA, et al., 2016. Study on the flavonoids and biological activity of *Rubus sachalinensis* [J]. *J Chin Med Mat*, 39(9): 2019-2023. [任珊珊, 包保全, 格根塔娜, 等, 2016. 蒙药悬钩子木黄酮类成分及其生物活性研究 [J]. *中药材*, 39(9): 2019-2023.]

SAVONA G, PIOZZI F, RODRIGUEZ B, et al., 1986. 2β-hydroxyteucvidin from *Teucrium webbium* [J]. *Phytochemistry*, 25(12): 2857-2859.

WANG S, TANG WZ, DING XB, 2004. Two new flavonoids from the flower of *Castanea mollissima* Blume [J]. *Acta Pharm Sin*, 39(6): 442-444. [王嗣, 唐文照, 丁香苞, 2004. 板栗花中两个新黄酮苷类化合物 [J]. *药学学报*, 39(6): 442-444.]

ZHANG YX, 2010. Study on the active constituents of *Verbena officinalis* L. [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University. [张雪玉, 2010. 马鞭草的活性成分研究 [D]. 上海: 上海交通大学.]