

桃金娘叶的化学成分研究

朱春福^{1,2}, 刘洪新², 贺峦², 王建国^{1*}, 邱声祥^{2*}

(1. 江西农业大学农学院, 南昌 330045; 2. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650)

摘要: 为了解桃金娘 [*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.] 的化学成分, 从其叶的醇提取物中分离得到 10 个化合物, 经波谱分析分别鉴定为羽扇豆醇 (1)、杨梅素-3-*O*- α -L-鼠李糖苷 (2)、rhodomyrtone (3)、4,8,9,10-四羟基-2,3,7-三甲氧基蒽醌-6-*O*- β -D-葡萄糖苷 (4)、豆甾醇 (5)、山奈酚-3-*O*- α -L-呋喃阿拉伯糖苷 (6)、杨梅素 (7)、23-羟基委陵菜酸 (8)、2 α ,3 β ,19 α ,23-四羟基乌苏-12-烯-28-酸 28-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (9) 和 laricitrin (10)。其中化合物 5~10 均为首次从桃金娘中分离得到。化合物 3 对金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌表现出显著的抗菌活性 (MIC=0.78 $\mu\text{g mL}^{-1}$)。

关键词: 桃金娘; 化学成分; 抗菌活性

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2015.01.015

Chemical Constituents from Leaves of *Rhodomyrtus tomentosa*

ZHU Chun-fu^{1,2}, LIU Hong-xin², HE Luan², WANG Jian-guo^{1*}, QIU Sheng-xiang^{2*}

(1. College of Agriculture Sciences, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: In order to understand the chemical constituents of *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk., ten compounds were isolated from alcohol extract of *R. tomentosa* leaves. On the basis of spectral data, they were identified as: lupeol (1), myricetin-3-*O*- α -L-rhamnoside (2), rhodomyrtone (3), 4,8,9,10-tetrahydroxy-2,3,7-trimethoxyanthracene-6-*O*- β -D-glucopyranoside (4), stigmasterol (5), kaempferol-3-*O*- α -L-furanoarabinoside (6), myricetin (7), 23-hydroxytormentonic acid (8), 2 α ,3 β ,19 α ,23-tetrahydroxyurs-12-en-28-oic acid β -D-glucopyranosyl ester (9) and laricitrin (10). Compounds 5–10 were obtained from this plant for the first time. Compound 3 showed antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *B. subtilis* with MIC=0.78 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Key words: *Rhodomyrtus tomentosa*; Chemical constitute; Antibacterial activity

桃金娘 [*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.], 又称桃娘、山捻、岗捻、稔子树、豆稔等, 为桃金娘科 (Myrtaceae) 桃金娘属常绿灌木, 原产于东南亚, 我国东南部、南部至西南部均有分布^[1]。桃金娘果实是一种优质的果酒资源, 其所含多糖具有显著的抗氧化活性^[2]。桃金娘很早就作为中草药, 其根具有祛风行气和益肾的功效, 用于治疗寒喘、疝气、风湿关节痛等; 其叶果具有健脾益血和收敛解毒的功

效, 用于治疗肠胃炎、劳伤、痢疾、便血等。桃金娘的药用功效极好且副作用小, 但其有效成分和作用机制尚未明确。近年来, 主要对其抗菌和抗氧化活性进行药理药效学研究, 桃金娘中的主要特征成分为间苯三酚类化合物^[3-5], 三萜^[6-8]、甾体^[7]、黄酮^[9]、醌类^[10]和多糖等, 其中大部分化合物都具有一定的抗菌、抗肿瘤及抗氧化等活性。因此, 桃金娘作为一种难得的药膳同源新资源, 具有较高的研究和开

收稿日期: 2014-03-31

接受日期: 2014-05-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(81373293, 30973635); 国家科技重大专项(2014ZX10005002005)资助

作者简介: 朱春福, 男, 研究生, 研究方向为天然产物化学生物学。E-mail: zhuchunfu1989@gmail.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: sxqiu@scbg.ac.cn, pddjxau@gmail.com

发利用价值。为了寻找新天然活性成分,进一步开发利用其化学资源,本文对桃金娘叶的乙酸乙酯萃取部位的化学成分进行了系统研究,从中分离得到10个化合物,其中6个为首次从该植物中分离得到。

1 材料和方法

1.1 材料

实验材料采自于江西省南康市龙岭乡,经中国科学院华南植物园王发国研究员鉴定,为桃金娘科桃金娘属植物桃金娘[*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.]。植物标本存放于中国科学院华南植物园天然产物与化学生物学研究实验室。抗菌活性实验所用金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)和蜡样芽孢杆菌(*B. cereus*)来自广东省微生物研究所微生物菌种保藏中心。

1.2 仪器和试剂

ESIMS 用 API 2000 LC/MS/MS (美国 Applied Biosystems 公司生产),甲醇为溶剂,直接进样测定;¹H NMR 和 ¹³C NMR 用 Bruker DRX-400 核磁共振光谱仪测定;柱色谱硅胶(200~300 目)和薄层色谱硅胶 GF254 均为青岛谱科分离材料有限公司生产;反相薄层层析板(Silica gel 60 RP-18)为默克公司生产;Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品;HPLC 用 SHIMADU LC-6AD (RID-10A),色谱柱为反相 C18 柱(ALLTIMA C18 10U, 250 mm×10 mm);恒温振荡培养箱为上海三申医疗器械有限公司;UV-6000 型紫外可见分光光度计为上海元析仪器有限公司生产;氘代试剂为青岛腾龙微波科技有限公司的产品;其他溶剂和化学药品均为国产分析纯。

1.3 提取与分离

桃金娘干燥叶(13 kg)粉碎后用 95% 的乙醇于室温浸提 3 次,每次 7 d,合并 3 次提取液,减压浓缩,用乙酸乙酯萃取,萃取液经减压浓缩后得浸膏 500 g。

乙酸乙酯萃取部分经正相硅胶柱层析以氯仿-甲醇(10:0~5:5, V/V)梯度洗脱,经 TLC 薄层层析检

测合并主点相同的流分,得到 4 个组分(Fr. 1~Fr. 4)。Fr. 1 组分(80 g)经正相硅胶柱层析,以正己烷-丙酮(10:0~3:7)梯度洗脱,合并主点相同的流分,得到 4 个亚组分(Fr. 1-1~Fr. 1-4)。Fr. 1-2~Fr. 1-4 亚组分分别经过正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~5:5)梯度洗脱,分别得到化合物 **1** (14 mg)、化合物 **3** (5 mg) 和化合物 **6** (8 mg)。Fr. 2 组分(112 g)经正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~3:7)梯度洗脱,合并主点相同的流分,得到共 5 个亚组分(Fr. 2-1~Fr. 2-5)。Fr. 2-2 亚组分经 Sephadex LH-20 柱层析,以氯仿-甲醇(3:1)洗脱,合并相同的主点流分得化合物 **5** (12 mg)。Fr. 2-3 经过正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~3:7)梯度洗脱得到化合物 **8** (10 mg)。Fr. 2-5 亚组分经正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~3:7)梯度洗脱得化合物 **10** (17 mg) 和其他流分,其他流分再经 Sephadex LH-20 柱层析,以氯仿-甲醇(1:1)洗脱,得化合物 **7** (28 mg)。Fr. 3 组分(233 g)经正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~3:7)梯度洗脱,得到化合物 **2** (52 mg) 和剩余流分,剩余流分经 Sephadex LH-20 柱层析,以甲醇洗脱进一步纯化,再通过半制备 HPLC 用 75% 甲醇洗脱得到化合物 **9** (9 mg)。Fr. 4 组分(167 g)经正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(8:1~3:7)梯度洗脱,得到 Fr. 4-1~Fr. 4-3 共 3 个亚组分。Fr. 4-3 亚组分经过正相硅胶柱层析以正己烷-丙酮(9:1~3:7)梯度洗脱,再经 Sephadex LH-20 柱层析,以氯仿-甲醇(1:1)洗脱,得到化合物 **4** (10 mg)。

1.4 抗菌活性实验

采用刃天青显色法^[1]测量样品的最低抑菌浓度(MIC),使用 96 孔板稀释滴度技术。将供试菌株接种于液体培养基中,在 37℃ 恒温培养箱中培养 12~16 h,用培养基稀释,用紫外分光光度计测定菌液的 OD₆₀₀, OD₆₀₀=0.07 时菌液浓度达 10⁸ CFU mL⁻¹。配置浓度为 100 μg mL⁻¹ 的刃天青溶液,刃天青溶液与供试菌溶液(10⁸ CFU mL⁻¹)按体积比 7.5:5 混合;吸取 190 μL 混合溶液到第 1 至第 11 列的 A 行测试孔中,另吸取 100 μL 到第 1 至第 11 列剩余的所有测试孔中;吸取 10 μL 待测样品溶液(10 mg mL⁻¹)加入到第一列板孔中混匀,孔中待测样品浓度为 500 μg mL⁻¹。从 A 孔取出 100 μL 的溶液转移到 B

孔中, 接下列用同样的方法按倍增稀释直到第 H 孔, 每列孔中的溶液均为 100 μL , 且同列中各孔样品浓度呈二倍递减; 第 12 列孔中均加入 100 μL 的指示剂(刃天青)溶液。最后, 将加好样品的孔板放入恒温培养箱中, 于 37 $^{\circ}\text{C}$ 培养 2~5 h, 直到孔板的颜色变成粉红色。检测活性的标准: 颜色从粉红色变为蓝色表示有活性, 若颜色无变化则表示无活性或者活性很弱; 发生颜色变化的最低稀释浓度即为待测化合物的最低抑菌浓度(MIC)。

1.5 结构鉴定

羽扇豆醇 (Lupeol, 1) 白色针状结晶; 分子式 $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$; ESIMS m/z : 449 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 4.68 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-29a), 4.56 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-29b), 3.17 (1H, dd, $J = 9.6, 4.8$ Hz, H-3), 2.36 (1H, m, H-19), 1.91 (1H, m, H-29), 1.68 (3H, s, H-30), 1.02 (3H, s, H-26), 0.96 (3H, s, H-27), 0.94 (3H, s, H-24), 0.82 (3H, s, H-23), 0.78 (3H, s, H-25), 0.76 (3H, s, H-28)。波谱数据与文献[12]报道的一致。

杨梅素-3-O- α -L-鼠李糖苷 (Myricetin-3-O- α -L-rhamnoside, 2) 黄色粉末; 分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$; ESIMS m/z : 487 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 6.93 (2H, s, H-2', 6'), 6.35 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-6), 5.30 (1H, d, $J = 0.8$ Hz, H-1''), 3.49-4.20 (4H, m, H-2'', 3'', 4'', 5''), 0.95 (3H, d, $J = 6$ Hz, H-6'')。光谱数据与文献[9]报道的一致。

Rhodomyrtone (3) 淡黄色粉末; 分子式为 $\text{C}_{26}\text{H}_{34}\text{O}_6$; ESIMS m/z : 443 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 481 $[\text{M} + \text{K}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 6.12 (1H, s, H-5), 4.19 (1H, t, $J = 5.2$ Hz, H-9), 2.99 (1H, dd, $J = 15.2, 6.8$ Hz, H-2'), 2.96 (1H, dd, $J = 15.2, 6.8$ Hz, H-2'), 2.25 (1H, m, H-3'), 1.53, 1.43, 1.35, 1.32 [each 3H, s, Me (2) \times 2, Me (4) \times 2], 0.97 (6H, d, $J = 6.8$ Hz, Me (3') \times 2], 0.85, 0.80 [each 3H, d, $J = 5.6$ Hz, Me (2'') \times 2]; ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD): δ 213.5 (C-3), 208 (C-1'), 199.5 (C-1), 168.9 (C-4a), 164.3 (C-8), 161.8 (C-6), 157.5 (C-10a), 115.3 (C-9a), 108.9 (C-7), 106.1 (C-8a), 95.5 (C-5), 57.1 (C-2), 48.4 (C-4), 46.5 (C-1''), 26.5 (C-9), 26.4 (C-3'), 26.2 (C-2''), 25.4, 25.2

(\times 2) and 24.9 [Me (2) \times 2, Me (4) \times 2], 24.3 (2''-Me), 24.1 (3'-Me), 23.7 (3'-Me), 23.0 (2''-Me)。波谱数据与文献[13]报道的一致。

4,8,9,10-四羟基-2,3,7-三甲氧基蒽醌-6-O- β -D-葡萄糖苷 (4,8,9,10-Tetrahydroxy-2,3,7-trimethoxyanthracene-6-O- β -D-glucopyranoside, 4) 浅黄色粉末; 分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{O}_{13}$; ESIMS m/z : 533 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 7.82 (1H, s, H-5), 7.62 (1H, s, H-1), 5.08 (1H, d, H-1'), 4.09 (3H, s, 7-OMe), 4.06 (3H, s, 3-OMe), 3.99 (3H, s, 2-OMe), 3.32-4.06 (10H, m, sugar protons); ^{13}C NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 158.4 (C-9), 158.2 (C-10), 154.4 (C-2), 151.9 (C-6), 141.8 (C-7), 141.2 (C-8), 141.0 (C-3), 113.7 (C-10a), 112.9 (C-9a), 112.6 (C-4a), 112.3 (C-8a), 112.0 (C-5), 107.6 (C-1), 101.3 (C-1'), 77.3 (C-5'), 76.5 (C-3'), 73.4 (C-2'), 69.5 (C-4'), 61.7 (7-OMe), 61.4 (3-OMe), 60.6 (C-6'), 56.8 (2-OMe)。波谱数据与文献[10]报道的一致。

豆甾醇 (Stigmasterol, 5) 白色粉末; 分子式为 $\text{C}_{29}\text{H}_{48}\text{O}$; ESIMS m/z : 411 $[\text{M} - \text{H}]^-$, 825 $[2\text{M} + \text{H}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 5.35 (1H, d, $J = 4.8$ Hz, H-6), 5.15 (1H, dd, $J = 15.2, 4.8$ Hz, H-22), 5.00 (1H, dd, $J = 15.2, 4.8$ Hz, H-22), 3.52 (1H, m, H-3); ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD): δ 140.6 (C-5), 138.2 (C-22), 129.2 (C-23), 121.7 (C-6), 71.8 (C-3), 56.7 (C-14), 56.0 (C-17), 51.2 (C-24), 50.1 (C-9), 42.3 (C-13), 42.2 (C-4), 40.5 (C-20), 39.7 (C-12), 37.2 (C-1), 36.5 (C-10), 31.9 (C-8), 31.9 (C-25), 31.6 (C-7), 31.5 (C-2), 29.1 (C-16), 24.5 (C-28), 24.3 (C-15), 21.2 (C-27), 21.2 (C-21), 21.1 (C-11), 19.4 (C-19), 19.0 (C-26), 12.2 (C-18), 11.8 (C-29)。波谱数据与文献[14-15]报道的一致。

山奈酚-3-O- α -L-呋喃阿拉伯糖苷 (Kaempferol-3-O- α -L-furanoarabinoside, 6) 黄色粉末; 分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_{10}$; ESIMS m/z : 441 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 837 $[2\text{M} + \text{H}]^+$; ^1H NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.64 (1H, s, 5-OH), 10.88 (1H, s, 7-OH), 10.20 (1H, s, 4'-OH), 8.02 (2H, m, H-2', 6'), 6.88 (2H, m, H-3', 5'), 6.45 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-8), 6.21 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-6), 5.63 (1H, br. s, H-1''), 3.24-4.64 (5H, m, H-2'', H-3'', H-4'', H-5''); ^{13}C NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 178.1 (C-

3), 164.7 (C-7), 161.7 (C-5), 160.4 (C-8a), 157.3 (C-4'), 156.8 (C-2), 133.8 (C-3), 131.3 (C-2', 6'), 121.2 (C-1'), 115.8 (C-3', 5'), 104.5 (C-4a), 99.1 (C-6), 94.1 (C-8), 108.5 (C-1''), 86.8 (C-4''), 82.6 (C-2''), 77.6 (C-3''), 61.3 (C-5'')。光谱数据与文献[16]报道的一致。

杨梅素 (Myricetin, 7) 黄色粉末; 分子式为 $C_{15}H_{10}O_8$; 分子量 318; ESIMS m/z : 319 $[M + H]^+$; 1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 7.39 (2H, s, H-2', 6'), 6.44 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-8), 6.22 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-6); ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD): δ 177.2 (C-4), 165.5 (C-7), 162.4 (C-5), 158.1 (C-8a), 147.9 (C-2), 146.7 (C-3', 5'), 137.3 (C-3), 136.9 (C-4'), 123.0 (C-1'), 108.5 (C-2', 6'), 104.5 (C-4a), 99.2 (C-6), 94.3 (C-8)。波谱数据与文献[17]报道的一致。

23-羟基委陵菜酸 (23-Hydroxytormentic acid, 8) 白色粉末; 分子式为 $C_{30}H_{48}O_6$; ESIMS m/z : 527 $[M + Na]^+$, 503 $[M - H]^-$; 1H NMR (500 MHz, $DMSO-d_6$): δ 5.31 (1H, m, H-12), 3.71 (1H, ddd, $J = 9.5, 4.5, 2.0$ Hz, H-2), 3.51 (1H, d, $J = 11.5$ Hz, H-23), 3.37 (1H, d, $J = 10$ Hz, H-3), 3.28 (1H, d, $J = 11.5$ Hz, H-23), 2.57 (1H, td, $J = 13, 4.5$ Hz, H-11), 2.52 (1H, s,

H-18), 1.37 (3H, s, Me), 1.22 (3H, s, Me), 1.06 (3H, s, Me), 0.95 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-30), 0.82 (3H, s, Me), 0.73 (3H, s, Me); ^{13}C NMR (125 MHz, $DMSO-d_6$): δ 46.5 (C-1), 68.3 (C-2), 76.9 (C-3), 42.7 (C-4), 48.1 (C-5), 17.8 (C-6), 32.1 (C-7), 39.7 (C-8), 46.8 (C-9), 39.7 (C-10), 23.3 (C-11), 127.8 (C-12), 138.7 (C-13), 41.3 (C-14), 28.2 (C-15), 25.2 (C-16), 47.9 (C-17), 53.7 (C-18), 72.2 (C-19), 41.7 (C-20), 25.9 (C-21), 37.6 (C-22), 65.0 (C-23), 12.5 (C-24), 15.2 (C-25), 16.1 (C-26), 23.5 (C-27), 180.9 (C-28), 25.7 (C-29), 16.1 (C-30)。波谱数据与文献[18]报道的一致。

2 α ,3 β ,19 α ,23-四羟基乌苏-12-烯-28-酸 28-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (2 α ,3 β ,19 α ,23-Tetra-hydroxyurs-12-en-28-oic acid β -D-glucopyranosyl ester, 9)

白色粉末; 分子式为 $C_{36}H_{58}O_{11}$; ESIMS m/z : 689 $[M + Na]^+$, 665 $[M - H]^-$; 1H NMR (500 MHz, CD_3OD): δ 5.39 (1H, d, $J = 8$ Hz, H-1'), 5.32 (1H, m, H-12), 3.80 (1H, dd, $J = 12.5, 2.0$ Hz, H-2), 3.51 (1H, d, $J = 11$ Hz, H-23), 3.36-3.38 (2H, m, H-3, 23), 2.60 (1H, td, $J = 13, 4.5$ Hz, H-11), 2.54 (1H, s, H-18), 1.36 (3H, s, Me), 1.23 (3H, s, Me), 1.06 (3H, s, Me), 0.95 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-30), 0.80 (3H, s, Me), 0.72 (3H, s, Me);

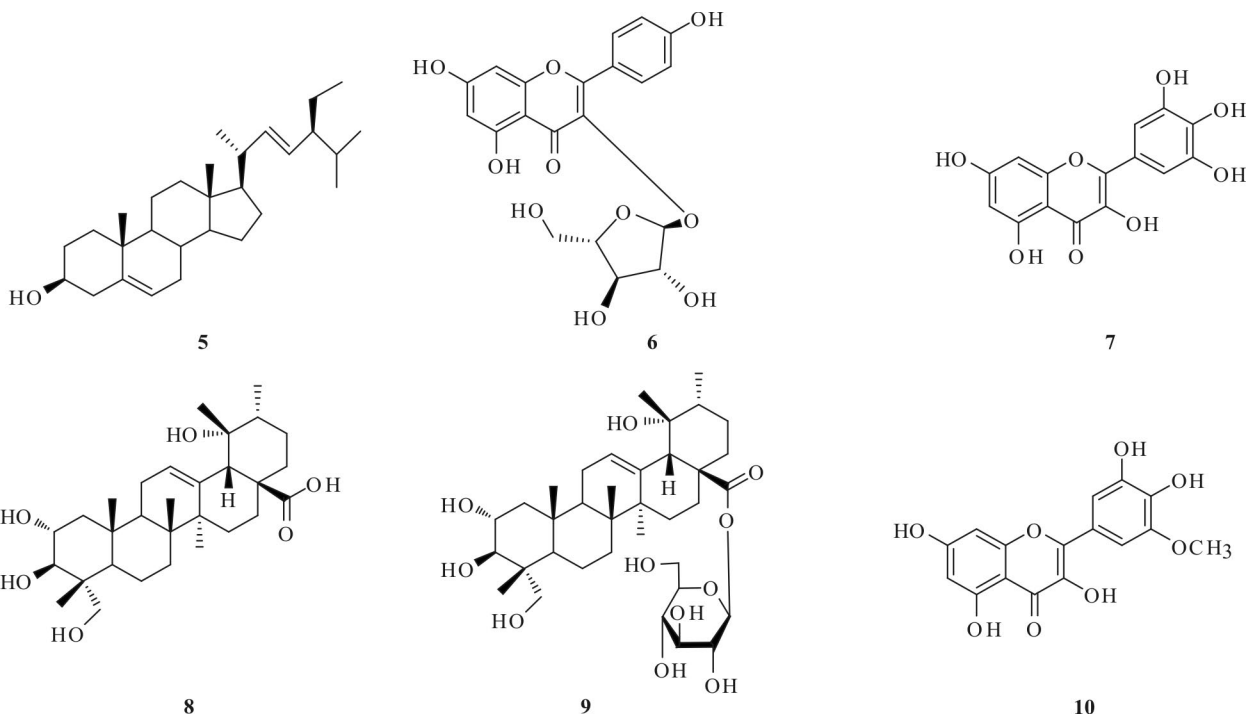


图1 化合物 5~10 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 5~10

^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 46.6 (C-1), 68.3 (C-2), 76.9 (C-3), 42.7 (C-4), 48.1 (C-5), 17.8 (C-6), 32.1 (C-7), 39.9 (C-8), 46.8 (C-9), 37.6 (C-10), 23.3 (C-11), 128.1 (C-12), 138.4 (C-13), 41.4 (C-14), 28.2 (C-15), 25.1 (C-16), 47.1 (C-17), 53.6 (C-18), 72.2 (C-19), 41.5 (C-20), 25.8 (C-21), 37.0 (C-22), 65.0 (C-23), 12.5 (C-24), 15.2 (C-25), 16.2 (C-26), 23.4 (C-27), 177.2 (C-28), 25.7 (C-29), 16.3 (C-30), 94.4 (C-1'), 77.2 (C-2'), 77.7 (C-3'), 72.5 (C-4'), 69.7 (C-5'), 61.0 (C-6')。波谱数据与文献[19]报道的一致。

Laricitrin (10) 黄色粉末; 分子式 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_8$; ESIMS m/z : 333 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 331 $[\text{M} - \text{H}]^-$, 663 $[2\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.47 (1H, s, 5-OH), 10.76 (1H, s, 7-OH), 7.41 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-2'), 7.34 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-6'), 6.45 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2$ Hz, H-6), 3.83 (3H, s, 3'-OMe); ^{13}C NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 148.5 (C-2), 137.3 (C-3), 176.3 (C-4), 103.4 (C-4a), 161.1 (C-5), 98.6 (C-6), 164.4 (C-7), 94.0 (C-8), 156.6 (C-8a), 121.3 (C-1'), 104.1 (C-2'), 147.1 (C-3'), 136.4 (C-4'), 145.9 (C-5'), 109.7 (C-6')。波谱数据与文献[20]报道的一致。

2 结果和讨论

桃金娘叶醇提物经正相硅胶色谱、Sephadex LH-20 凝胶和液相色谱等技术分离得到 10 个化合物, 经波谱数据分析和文献对照, 分别鉴定其结构为羽扇豆醇 (1)、杨梅素-3-*O*- α -L-鼠李糖苷 (2)、rhodomirtone (3)、4,8,9,10-四羟基-2,3,7-三甲氧基蒽醌-6-*O*- β -D-葡萄糖苷 (4)、豆甾醇 (5)、山奈酚-3-*O*- α -L-呋喃阿拉伯糖苷 (6)、杨梅素 (7)、23-羟基委陵菜酸 (8)、 $2\alpha,3\beta,19\alpha,23$ -四羟基乌苏-12-烯-28-酸 28-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (9) 和 laricitrin (10)。化合物 5~10 均为首次从桃金娘中分离得到。

抗菌活性实验结果表明, 桃金娘特征的间苯三酚类型化合物 3 对金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌的抑制作用显著 ($\text{MIC} = 0.78 \mu\text{g mL}^{-1}$), 与阳性对照万古霉素 (Vancomycin) 活性相当, 可作为潜在的先导化合物进行深入研究。化合物 8 显示中等抑菌活性, 对金黄色葡萄球菌、

蜡样芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌的 MIC 值分别为 31.25、125 和 $125 \mu\text{g mL}^{-1}$ 。

本研究进一步丰富了桃金娘的生物活性化学物质基础, 对于促进桃金娘的有效开发利用具有重要的意义。

参考文献

- [1] Yang L, Ren H, Liu N, et al. The shrub *Rhodomyrtus tomentosa* acts as a nurse plant for seedlings differing in shade tolerance in degraded land of south China [J]. *J Veg Sci*, 2010, 21(2): 262–272.
- [2] Sun H L, Mao A W, Liu Z Z, et al. Antioxidation study of polysaccharides of *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk [J]. *J New Chin Med*, 2012, 44(4): 127–128.
孙慧琳, 毛安伟, 刘珍珍, 等. 桃金娘果多糖的抗氧化性研究 [J]. *新中医*, 2012, 44(4): 127–128.
- [3] Hiranrat A, Mahabusarakam W. New acylphloroglucinols from the leaves of *Rhodomyrtus tomentosa* [J]. *Tetrahedron*, 2008, 64(49): 11193–11197.
- [4] Hiranrat A, Chitbankluoi W, Mahabusarakam W, et al. A new flavellagic acid derivative and phloroglucinol from *Rhodomyrtus tomentosa* [J]. *Nat Prod Res*, 2012, 26(20): 1904–1909.
- [5] Hiranrat A, Mahabusarakam W, Carroll A R, et al. Tomentosones A and B, hexacyclic phloroglucinol derivatives from the Thai shrub *Rhodomyrtus tomentosa* [J]. *J Org Chem*, 2012, 77(1): 680–683.
- [6] Huang M Q, Ya Q K, Chen H Y, et al. Chemical compositions of *Rhodomyrtus tomentosa* [J]. *Chin Trad Herb Drug*, 2010, 41(7): 1079–1080.
黄敏琪, 牙启康, 陈海燕, 等. 山萘茎枝化学成分的研究 [J]. *中草药*, 2010, 41(7): 1079–1080.
- [7] Hui W H, Li M M, Luk K. Triterpenoids and steroids from *Rhodomyrtus tomentosa* [J]. *Phytochemistry*, 1975, 14(3): 833–834.
- [8] Takahashi H, Iuchi M, Fujita Y, et al. Coumaroyl triterpenes from *Casuarina equisetifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 51(4): 543–550.
- [9] Hou A J, Wu Y J, Liu Y Z. Flavone glycosides and an ellagitannin from downy rosemyrtle (*Rhodomyrtus tomentosa*) [J]. *Chin Trad Herb Drugs*, 1999, 30(9): 645–648.
侯爱君, 吴养洁, 刘延泽. 桃金娘中的黄酮苷和一种逆没食子丹宁 [J]. *中草药*, 1999, 30(9): 645–648.
- [10] Tung N H, Ding Y, Choi E M, et al. New anthracene glycosides from *Rhodomyrtus tomentosa* stimulate osteoblastic differentiation of MC3T3-E1 cells [J]. *Arch Pharm Res*, 2009, 32(4): 515–520.

- [11] Drummond A J, Waigh R D, Pandalai S G. Recent Research Developments in Phytochemistry, Vol. 4 [M]. India: Research Signpost, 2000: 143–152.
- [12] Liu X H, Huang R M, Li G L, et al. Chemical constituents from the stems of *Eurya chinensis* [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2013, 21(6): 572–576.
刘新红, 黄日明, 李干龙, 等. 米碎花茎枝的化学成分研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2013, 21(6): 572–576.
- [13] Dachriyanus S, Sargent M V, Skelton B W, et al. Rhodomyrton, an antibiotic from *Rhodomyrthus tomentosa* [J]. *Aust J Chem*, 2002, 55(3): 229–232.
- [14] Chen H L, Su X L, Deng Y, et al. Chemical constituents from the bioactive extract of *Chuanminshen violaceum* [J]. *Chin Trad Pat Med*, 2008, 30(9): 1334–1336.
陈胡兰, 苏筱琳, 邓赟, 等. 川明参药效活性部位化学成分研究 [J]. *中成药*, 2008, 30(9): 1334–1336.
- [15] Feng C G, Li Q. Chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* [J]. *Chin Trad Pat Med*, 2006, 28(1): 94–98.
冯长根, 李琼. 香青兰化学成分研究 [J]. *中成药*, 2006, 28(1): 94–98.
- [16] Liu P, Deng R X, Duan H Q, et al. Studies on chemical constituents of *Potentilla chinensis* [J]. *Chin Pharm J*, 2009, 44(7): 493–495.
刘普, 邓瑞雪, 段宏泉, 等. 委陵菜化学成分的研究 [J]. *中国药理学杂志*, 2009, 44(7): 493–495.
- [17] Wang Y, Zhou L L, Li R, et al. Studies on the chemical constituents from *Ampelopsis grossedentata* [J]. *J Chin Med Mat*, 2002, 25(4): 254–256.
王岩, 周莉玲, 李锐, 等. 显齿蛇葡萄化学成分的研究 [J]. *中药材*, 2002, 25(4): 254–256.
- [18] Li X H, Shen D D, Li N, et al. Bioactive triterpenoids from *Symplocos chinensis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2003, 5(1): 49–56.
- [19] Wang Z F, Fu Y, Xiang J, et al. Analysis of chemical constituents of Guangdong Liangcha [J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*, 2013, 52(2): 79–83.
王志芳, 符崖, 向俊, 等. 广东凉茶颗粒苷类化学成分研究 [J]. *中山大学学报: 自然科学版*, 2013, 52(2): 79–83.
- [20] Xiao L J, Yin Z Q, Zhang J, et al. Studies on flavonoids from *Abies ernestii* var. *salouenensis* [J]. *Chin Trad Herb Drug*, 2013, 44(11): 1376–1379.
肖琳婧, 殷志琦, 张健, 等. 云南黄果冷杉黄酮类化学成分研究 [J]. *中草药*, 2013, 44(11): 1376–1379.