

溪黄草化学成分及其体外抗炎、抗肿瘤活性研究

陈剑平¹, 刘小滢², 刘 艳², 王晓娟²
(1. 鹰潭市检验检测认证院, 江西 鹰潭 335000; 2. 兰州大学天然产物化学全国重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: **目的** 研究溪黄草 *Isodon serra* (Maxim.) Kudo 的化学成分及其体外抗炎、抗肿瘤活性。**方法** 采用硅胶、HP-20 大孔树脂、Sephadex LH-20 及半制备 HPLC 进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。采用 RAW264.7 模型评价体外抗炎活性, MTT 法测定体外抗肿瘤活性。**结果** 从中分离得到 15 个化合物, 分别鉴定为 (+) -15-hydroxysalvinolone (**1**)、**11**, **12**, 15-trihydroxy-**8**, **11**, 13-abietatrien-7-one (**2**)、graciliflorin F (**3**)、graciliflorin E (**4**)、margocilin (**5**)、miranthin B (**6**)、gerardianin B (**7**)、16-acetoxy-7 α -methoxyroyleanone (**8**)、15-hydroxysalprionin (**9**)、rabdosin D (**10**)、wulfenioidin G (**11**)、19-hydroxytatarol (**12**)、3 β -hydroxysempervirol (**13**)、isopimara-7, 15-dien-3 β -ol (**14**)、graciliflorin A (**15**)。化合物 **2**~**3**、**9**~**10** 和 **15** (10 μ mol/L) 的 NO 生成抑制率超过 70%, 化合物 **2** 和 **4** (20 μ mol/L) 对人肾细胞腺癌细胞 769-P 的生长抑制率分别为 51.10%、52.66%。**结论** 化合物 **2**、**5**、**7** 和 **9**~**15** 均为首次从溪黄草中分离得到。化合物 **2**~**3**、**9**~**10** 和 **15** 具有体外抗炎活性, 化合物 **2** 和 **4** 具有体外抗肿瘤活性。
关键词: 溪黄草; 化学成分; 分离鉴定; 抗炎活性; 抗肿瘤活性; 细胞毒活性
中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2026)08-2618-08
doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.08.016

Chemical constituents from *Isodon serra* and their *in vitro* anti-inflammatory and antitumor activities

CHEN Jian-ping¹, LIU Xiao-ying², LIU Yan², WANG Xiao-juan²
(1. Yingtan Inspection, Testing and Certification Institute, Yingtan 335000, China; 2. State Key Laboratory of Natural Product Chemistry, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

ABSTRACT: **AIM** To study the chemical constituents of *Isodon serra* (Maxim.) Kudo and their *in vitro* anti-inflammatory and antitumor activities. **METHODS** Separation and purification were performed using silica gel, HP-20 macroporous resin, Sephadex LH-20 and semi-preparative HPLC, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. The *in vitro* anti-inflammatory activity was evaluated by RAW264.7 model, and the *in vitro* antitumor activity was determined by MTT assay. **RESULTS** Fifteen compounds were isolated and identified as (+) -15-hydroxysalvinolone (**1**), **11**, **12**, 15-trihydroxy-**8**, **11**, 13-abietatrien-7-one (**2**), graciliflorin F (**3**), graciliflorin E (**4**), margocilin (**5**), miranthin B (**6**), gerardianin B (**7**), 16-acetoxy-7 α -methoxyroyleanone (**8**), 15-hydroxysalprionin (**9**), rabdosin D (**10**), wulfenioidin G (**11**), 19-hydroxytatarol (**12**), 3 β -hydroxysempervirol (**13**), isopimara-7, 15-dien-3 β -ol (**14**) and graciliflorin A (**15**). Inhibition rates on NO production of compounds **2**~**3**, **9**~**10** and **15** (10 μ mol/L) were more than 70%. Growth inhibition rates of compounds **2** and **4** (20 μ mol/L) against human renal cell carcinoma 769-P were 51.10% and 52.66%, respectively. **CONCLUSION** Compounds **2**, **5**, **7**, **9**~**15** were isolated from *I. serra* for the first time. Compounds **2**~**3**, **9**~**10** and **15** have *in vitro* anti-inflammatory activity, and compounds **2** and **4** have *in vitro* antitumor activity.
KEY WORDS: *Isodon serra* (Maxim.) Kudo; chemical constituents; isolation and identification; anti-inflammatory activity; antitumor activity; cytotoxicity

收稿日期: 2025-12-25
基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (82574272); 兰州大学天然产物化学全国重点实验室 2025 年开放基金 (202515)
作者简介: 陈剑平 (1983—), 女, 从事中药材、中成药及化学药质量评价研究。E-mail: 408345611@qq.com

溪黄草 *Isodon serra* (Maxim.) Kudo 为唇形科线纹香茶菜属植物, 又名熊胆草、血风草等, 主要分布于我国西南、华东、华南等地区^[1], 是一种药食两用草本植物, 主治湿热黄疸、胆囊炎、泄泻等^[2]。据文献报道, 溪黄草中主要含有萜类、酚酸类、黄酮类、甾醇类化合物, 其中二萜类化合物是其主要成分, 包括对映贝壳杉烷型和松香烷型二萜^[3]。

现代药理研究表明, 溪黄草醇提取物及水提取物具有抗肿瘤作用^[4-7], Bae 等^[8]发现来自溪黄草的对映贝壳杉烯型二萜 Nodosin 可显著抑制人结肠癌细胞 HCT116 增殖。此外, 文献 [9] 报道, 溪黄草具有一定的抗菌、抗病毒作用与所含二萜类成分有相关性。因此, 本实验在国内外溪黄草相关研究的基础上, 对该植物的化学成分进行分析, 并对所得化合物进行体外抗炎及抗肿瘤活性筛选, 以期丰富溪黄草化学成分库, 为其资源开发利用提供实验依据。

1 材料

溪黄草全草由广州白云山和记黄埔中药有限公司郭海彪博士于 2020 年 8 月采集自广东省清远市, 经澳门大学助理教授王胜鹏鉴定为唇形科香茶菜属植物溪黄草 *Isodon serra* (Maxim.) Hara。

LC-52 半制备高效液相色谱仪 [HPLC, 赛谱锐思 (北京) 科技有限公司]; KQ5200E 超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); 旋转蒸发器 (上海亚荣生化仪器厂); 电子分析天平 (德国 Sartorius 公司); Avance NEO 600 液体核磁共振波谱仪 (德国布鲁克公司); Agilent 6560 超高效液相色谱离子淌度时间飞行质谱仪 (美国安捷伦公司); 台式离心机 (湖南恒诺仪器设备有限公司); 高压灭菌锅 (上海申安医疗器械厂); HBS-1096A 酶标分析仪 (南京德铁实验设备有限公司)。柱层析硅胶 (200~300 目, 青岛裕名源硅胶试剂有限公司); 薄层色谱硅胶预制板 (烟台江友硅胶开发有限公司); Sephadex LH-20 (美国 GE 公司); HP-20 大孔树脂 (日本三菱公司)。

一氧化氮检测试剂盒 (上海碧云天生物技术有限公司); Cell Counting Kit-8 (CCK-8, 上海百赛生物技术股份有限公司); 胰 DMEM 高糖培养基、RPMI 1640 培养基 (上海源培生物科技股份有限公司); 胎牛血清 (浙江天杭生物科技股份有限公司); 青霉素-链霉素 [10 000 U/mL, 赛默飞世尔科技 (中国) 有限公司]; 阿司匹林 (天津市众联化学试剂有限公司)。二甲基亚砜 (上海毕得医

药科技股份有限公司); 氘代氯仿、氘代甲醇-*d*₄ (上海皓鸿生物医药科技有限公司); LPS、噻唑蓝 (MTT)、PBS (北京索莱宝科技有限公司)。甲醇、乙腈 (色谱纯, 美国默克公司); 95% 乙醇、甲醇、乙酸乙酯、二氯甲烷、石油醚、浓硫酸 (分析纯, 上海西陇化工有限公司); 纯净水 (杭州娃哈哈集团有限公司)。

小鼠单核巨噬细胞白血病细胞 RAW 264.7 购自美国模式培养物保藏所; 人肾细胞腺癌细胞 769-P 购自中国典型培养物保藏中心。

2 提取与分离

取干燥溪黄草全草 15 kg, 粉碎后加入 20 L 95% 乙醇, 室温渗漉提取 3 次, 提取液 50 ℃ 减压浓缩干燥, 残渣加入 2 L 水溶解, 用 1.5 L 乙酸乙酯萃取 3 次, 萃取液浓缩后得乙酸乙酯萃取物 (650 g) 和水层。乙酸乙酯萃取物经硅胶柱 (200~300 目) 层析, 以石油醚-乙酸乙酯 (10 : 1~1 : 1)、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~1 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得到 18 个组分 (A1~A18)。

组分 A7 (12 g) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱 (流动相二氯甲烷-甲醇 50 : 50) 分离, 得 B1~B11。组分 B4 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 分离, 得 B4-1~B4-3, 组分 B4-2 (80 mg) 经半制备 HPLC (流动相 80% 甲醇) 分离, 得化合物 **1** (8 mg, *t*_R = 11.8 min)。组分 B8 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 纯化, 得 B8-1~B8-5, 组分 B8-1 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 5 : 95~100 : 0) 分离, 得化合物 **8** (2 mg, *t*_R = 32.85 min); 组分 B8-3 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 5 : 95~100 : 0) 分离, 得 C1~C3, 组分 C1 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 70 : 30) 分离, 得化合物 **3** (6.8 mg, *t*_R = 12.2 min)。

组分 A8 (23.4 g) 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (1 : 1)、乙酸乙酯、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~1 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得 A8-1~A8-4; 组分 A8-2 经硅胶柱分离, 得 D1~D3 及化合物 **13** (20 mg), 组分 D2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 70 : 30) 分离, 得化合物 **14** (20 mg, *t*_R = 10.1 min)。

组分 A9 (26.5 g) 经硅胶柱 (流动相石油醚-乙酸乙酯 5 : 1~7 : 1) 分离, 得 G1~G9, 组分 G2 (1.8 g) 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (15 : 1~1 : 1) 梯度洗脱, 得 G2-1~G2-4, 组分 G2-2 (133.6 mg) 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 60 : 40) 分离, 得化合物 **12** (3 mg, *t*_R = 8.4 min); 组

分 G4 经半制备 HPLC (流动相乙腈-水 47 : 53) 纯化, 得化合物 **2** (6 mg, $t_R = 57.6$ min); 组分 G6 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 纯化, 得 G6-1~G6-3, 组分 G6-2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 80 : 20) 分离, 得 H1~H4, 组分 H1 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 70 : 30) 分离, 得化合物 **9** (10 mg, $t_R = 15.6$ min), 组分 H3 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 80 : 20) 分离, 得化合物 **7** (1 mg, $t_R = 9.2$ min); 组分 G7 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 分离, 得 I1~I3, 组分 I2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 60 : 40) 分离, 得化合物 **4** (2 mg, $t_R = 17.6$ min); 组分 G8 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 分离, 得 J1~J4, 组分 J1 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 65 : 35) 分离, 得化合物 **10** (5 mg, $t_R = 46.6$ min)。

组分 A10 (23.5 g) 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (5 : 1~1 : 1)、乙酸乙酯、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~5 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得 A10-1~A10-5。组分 A10-2 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (50 : 1~1 : 1)、乙酸乙酯、甲醇梯度洗脱, 得 L1~L3, 组分 L2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 85 : 15) 分离, 得化合物 **6** (20 mg, $t_R = 17.3$ min)。组分 A10-4 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (5 : 1)、乙酸乙酯、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~5 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得 M1~M4, 组分 M2 经 Sephadex LH-20 (流动相 80% 甲醇) 分离, 得 M2-1~M2-3, 组分 M2-2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 65 : 35) 分离, 得化合物 **15** (6 mg, $t_R = 17.7$ min); 组分 M3 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (2 : 1)、乙酸乙酯、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~5 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得 N1~N4, 组分 N2 经 Sephadex LH-20 (流动相二氯甲烷-甲醇-水 5 : 5 : 1) 分离, 得 N2-1~N2-3, 组分 N2-2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 70 : 30) 分离, 得化合物 **5** (2 mg, $t_R = 14.9$ min)。

组分 A12 (23.27 g) 经硅胶柱分离, 以石油醚-乙酸乙酯 (3 : 1~1 : 1)、乙酸乙酯、二氯甲烷-甲醇 (10 : 1~1 : 1)、甲醇梯度洗脱, 得 P1~P5, 组分 P2 经半制备 HPLC (流动相甲醇-水 80 : 20) 分离, 得化合物 **11** (5.5 mg, $t_R = 15.9$ min)。本研究半制备 HPLC 的体积流量均为 3.0 mL/min, 检测波长均为 254、270 nm。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 353.30

$[M+Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{26}O_4$ 。 1H -NMR (600 MHz, methanol- d_4) δ : 7.53 (1H, s, H-14), 6.38 (1H, s, H-6), 3.49 (1H, m, H-1a), 2.02 (1H, m, H-2a), 1.77 (1H, m, H-3a), 1.69 (3H, s, H-20), 1.64 (3H, s, H-17), 1.61 (3H, s, H-16), 1.58 (1H, m, H-2b), 1.45 (1H, m, H-3b), 1.39 (3H, s, H-19), 1.35 (3H, s, H-1b), 1.28 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (150 MHz, methanol- d_4) δ : 186.4 (C-7), 176.9 (C-5), 148.6 (C-12), 142.4 (C-11), 138.3 (C-9) (C-9), 130.7 (C-13), 122.4 (C-6), 121.6 (C-8), 114.2 (C-14), 74.5 (C-15), 42.4 (C-10), 40.3 (C-3), 37.8 (C-4), 33.9 (C-1), 32.2 (C-18), 29.2 (C-16), 29.2 (C-17), 28.4 (C-19), 23.5 (C-20), 18.2 (C-2)。以上数据与文献 [10] 报道基本一致, 故鉴定为 (+)-15-hydroxysalvinolone。

化合物 **2**: 蓝色针状晶体 (甲醇), ESI-MS m/z : 377.43 $[M+H]^+$, 分子式 $C_{21}H_{28}O_6$ 。 1H -NMR (600 MHz, methanol- d_4) δ : 7.43 (1H, s, H-14), 3.39 (1H, m, H-1a), 2.55 (2H, m, H-6), 1.81 (1H, m, H-5), 1.79 (1H, m, H-2a), 1.59 (3H, s, H-16), 1.58 (1H, m, H-2b), 1.57 (3H, s, H-17), 1.51 (1H, m, H-3a), 1.41 (3H, s, H-20), 1.35 (1H, m, H-1b), 1.30 (1H, m, H-3b), 1.00 (3H, s, H-19), 0.95 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (150 MHz, methanol- d_4) δ : 200.3 (C-7), 149.5 (C-12), 142.9 (C-11), 139.3 (C-9), 129.7 (C-13), 123.2 (C-8), 115.9 (C-14), 74.4 (C-15), 50.7 (C-5), 41.1 (C-3), 40.0 (C-10), 36.0 (C-1), 35.0 (C-6), 33.0 (C-4), 32.3 (C-18), 29.2 (C-17), 29.1 (C-16), 20.5 (C-19), 18.6 (C-2), 16.5 (C-20)。以上数据与文献 [11] 报道基本一致, 故鉴定为 11, 12, 15-trihydroxy-8, 11, 13-abietatrien-7-one。

化合物 **3**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 410.70 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{22}H_{28}O_6$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 7.56 (1H, s, H-14), 6.47 (1H, s, H-11), 4.60 (1H, dd, $J = 11.7, 4.8$ Hz, H-3), 3.41 (1H, m, H-1a), 2.10 (3H, s, H-22), 2.00 (1H, m, H-2a), 1.95 (1H, m, H-2b), 1.72 (3H, s, H-16), 1.70 (3H, s, H-17), 1.67 (3H, s, H-20), 1.43 (1H, m, H-1b),

1.36 (3H, s, H-18), 1.23 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 185.3 (C-7), 170.7 (C-5), 170.6 (C-21), 146.6 (C-12), 141.9 (C-6), 136.8 (C-9), 129.5 (C-13), 124.7 (C-14), 122.6 (C-8), 114.9 (C-11), 78.6 (C-3), 77.2 (C-15), 42.5 (C-4), 41.6 (C-10), 30.5 (C-16), 30.5 (C-17), 30.3 (C-1), 28.1 (C-18), 24.3 (C-19), 23.7 (C-2), 23.6 (C-20), 21.3 (C-22)。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 graciliflorin F。

化合物 4: 黄色针状晶体 (甲醇), ESI-MS m/z : 367.55 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{28}\text{O}_4$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 7.60 (1H, s, H-14), 6.45 (1H, s, H-11), 3.34 (1H, m, H-1a), 3.24 (3H, s, H-21), 1.99 (1H, m, H-2a), 1.73 (1H, m, H-3a), 1.68 (3H, s, H-20), 1.65 (3H, s, H-16), 1.63 (3H, s, H-17), 1.61 (1H, m, H-2b), 1.44 (2H, m, H-1b, 3b), 1.37 (3H, s, H-18), 1.28 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 185.4 (C-7), 174.9 (C-5), 146.2 (C-12), 141.5 (C-6), 138.3 (C-9), 127.3 (C-13), 123.5 (C-14), 123.2 (C-8), 116.0 (C-11), 80.6 (C-15), 51.0 (C-21), 42.2 (C-10), 40.6 (C-1), 38.1 (C-4), 34.1 (C-3), 33.2 (C-18), 29.4 (C-20), 26.3 (C-16), 26.1 (C-17), 24.6 (C-19), 18.7 (C-2)。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 graciliflorin E。

化合物 5: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 339.10 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 分子式 $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}_3$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 7.90 (1H, s, H-14), 6.70 (1H, s, H-11), 3.57 (1H, m, H-3a), 3.13 (1H, m, H-15), 2.61 (2H, m, H-6), 2.33 (1H, m, H-1b), 2.12 (2H, m, H-2), 2.06 (1H, m, H-5), 1.94 (1H, m, H-1a), 1.26 (6H, dd, $J = 15.4, 6.9$ Hz, H-16 ~ 17), 1.23 (3H, s, H-20), 1.02 (3H, s, H-19), 1.01 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 198.3 (C-7), 158.2 (C-12), 156.1 (C-9), 132.7 (C-13), 126.6 (C-14), 124.7 (C-8), 109.9 (C-11), 75.2 (C-3), 42.8 (C-4), 37.5 (C-10), 37.5 (C-1), 35.5 (C-16), 30.5 (C-2), 27.5 (C-20), 26.8 (C-15), 25.4 (C-19), 23.2 (C-17), 22.5 (C-6), 22.3 (C-5), 21.7 (C-18)。

以上数据与文献 [13-14] 报道基本一致, 故鉴定为 margocilin。

化合物 6: 橙黄色针状晶体 (甲醇), ESI-MS m/z : 395.18 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 分子式 $\text{C}_{22}\text{H}_{28}\text{O}_5$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 6.81 (1H, dd, $J = 9.8, 3.1$ Hz, H-7), 6.50 (1H, dd, $J = 9.7, 3.2$ Hz, H-6), 4.30 (1H, dd, $J = 10.6, 7.3$ Hz, H-16a), 4.24 (1H, dd, $J = 10.6, 7.8$ Hz, H-16b), 3.37 (1H, m, H-15), 2.88 (1H, m, H-1a), 2.16 (1H, t, $J = 3.2$ Hz, H-5), 2.01 (3H, s, H-22), 1.70 (1H, m, H-1b), 1.64 (2H, m, H-2), 1.47 (2H, m, H-3), 1.23 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-17), 1.05 (3H, s, H-20), 1.02 (3H, s, H-18), 0.99 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 185.7 (C-14), 182.9 (C-11), 171.0 (C-21), 152.1 (C-12), 140.7 (C-8), 140.2 (C-6), 138.7 (C-9), 121.1 (C-7), 118.0 (C-13), 66.3 (C-16), 52.1 (C-5), 40.5 (C-3), 39.3 (C-10), 35.1 (C-1), 33.3 (C-4), 32.6 (C-18), 29.3 (C-15), 22.8 (C-19), 21.0 (C-22), 18.7 (C-2), 15.2 (C-20), 15.1 (C-17)。以上数据与文献 [15] 报道基本一致, 故鉴定为 miranthin B。

化合物 7: 褐色粉末, ESI-MS m/z : 413.84 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 分子式 $\text{C}_{22}\text{H}_{30}\text{O}_6$ 。 ^1H -NMR (600 MHz, CDCl_3) δ : 4.74 (1H, dd, $J = 4.8, 1.4$ Hz, H-7), 4.30 (1H, dd, $J = 10.6, 7.2$ Hz, H-16a), 4.23 (1H, dd, $J = 10.6, 8.0$ Hz, H-16b), 3.37 (1H, m, H-15), 2.69 (1H, m, H-1a), 2.02 (3H, s, H-22), 1.97 (1H, m, H-6a), 1.74 (1H, m, H-2a), 1.63 (1H, m, H-6b), 1.56 (2H, m, H-3a, 2b), 1.48 (1H, m, H-3b), 1.27 (1H, m, H-5), 1.23 (3H, d, $J = 6.9$ Hz, H-17), 1.23 (3H, s, H-20), 1.18 (1H, m, H-1b), 0.98 (3H, s, H-19), 0.91 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (150 MHz, CDCl_3) δ : 188.7 (C-11), 183.4 (C-14), 171.0 (C-21), 151.8 (C-12), 148.2 (C-9), 143.4 (C-8), 119.6 (C-13), 66.2 (C-16), 63.1 (C-7), 45.7 (C-5), 41.0 (C-3), 39.2 (C-10), 35.7 (C-1), 33.1 (C-4), 33.0 (C-18), 29.2 (C-15), 25.7 (C-6), 21.7 (C-22), 21.0 (C-19), 18.8 (C-2), 18.4 (C-20), 14.9 (C-17)。以上数据与文献 [16] 报道基本一致, 故鉴定为 gerardianin B。

化合物 **8**: 褐色针状晶体(甲醇), ESI-MS m/z : 427.21 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{23}H_{32}O_6$ 。 1H -NMR (600 MHz, methanol- d_4) δ : 4.30 (2H, m, H-7, 16a), 4.21 (1H, dd, $J = 10.4, 8.0$ Hz, H-16b), 3.42 (3H, s, OCH_3), 3.36 (1H, m, H-15), 2.72 (1H, m, H-1a), 2.07 (1H, m, H-1b), 1.97 (3H, s, H-22), 1.97 (1H, m, H-6a), 1.75 (1H, m, H-2a), 1.53 (2H, m, H-5, 3a), 1.43 (1H, m, H-2b), 1.31 (1H, m, H-6b), 1.24 (3H, s, H-20), 1.21 (3H, d, $J = 7.1$ Hz, H-17), 1.06 (1H, m, H-3b), 0.94 (6H, s, H-18~19); ^{13}C -NMR (150 MHz, methanol- d_4) δ : 186.3 (C-14), 181.0 (C-11), 172.2 (C-21), 125.6 (C-13), 71.0 (C-7), 66.5 (C-16), 56.1 (OCH_3), 45.5 (C-5), 40.9 (C-3), 39.0 (C-10), 35.7 (C-1), 32.6 (C-4), 32.3 (C-18), 29.0 (C-15), 21.7 (C-6), 20.9 (C-19), 19.6 (C-22), 18.5 (C-2), 17.6 (C-20), 14.0 (C-17)。以上数据与文献 [17] 报道基本一致, 故鉴定为 16-acetoxy-7 α -methoxyroyleanone。

化合物 **9**: 黄色无定形粉末, ESI-MS m/z : 351.09 $[M + Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{24}O_4$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 7.62 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-7), 7.30 (1H, s, H-14), 7.17 (1H, $J = 8.3$ Hz, H-6), 5.13 (1H, s, H-1), 4.64 (1H, dd, $J = 4.7, 2.1$ Hz, H-2), 2.53 (3H, s, H-20), 2.46 (1H, dd, $J = 14.1, 2.1$ Hz, H-3a), 2.35 (1H, dd, $J = 14.1, 5.0$ Hz, H-3b), 1.74 (6H, s, H-16~17), 1.46 (3H, s, H-18), 1.44 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 139.0 (C-12), 136.3 (C-3), 134.2 (C-11), 134.0 (C-5), 128.1 (C-7), 127.1 (C-6), 125.9 (C-8), 122.1 (C-10), 120.6 (C-9), 115.8 (C-14), 80.8 (C-4), 79.6 (C-2), 74.1 (C-1), 73.3 (C-15), 46.4 (C-3), 30.1 (C-17), 29.8 (C-19), 29.7 (C-18), 29.0 (C-16), 17.8 (C-20)。以上数据与文献 [18] 报道基本一致, 故鉴定为 15-hydroxysalprionin。

化合物 **10**: 淡黄色粉末, ESI-MS m/z : 351.25 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{24}O_4$ 。 1H -NMR (600 MHz, methanol- d_4) δ : 7.69 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-7), 7.63 (1H, s, H-9), 7.16 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-7), 2.98 (1H, m, H-4b), 2.67 (1H, m, H-4a), 2.30 (3H, s, H-18), 2.04 (1H, m, H-

3b), 1.69 (6H, s, H-20~21), 1.67 (1H, m, H-3a), 1.58 (3H, s, H-16), 1.27 (3H, s, H-17); ^{13}C -NMR (150 MHz, methanol- d_4) δ : 213.2 (C-5), 148.3 (C-12), 136.0 (C-10), 133.5 (C-12), 132.1 (C-13), 130.7 (C-6), 128.8 (C-8), 128.5 (C-14), 126.2 (C-7), 125.9 (C-15), 120.4 (C-9), 83.7 (C-2), 73.3 (C-19), 40.8 (C-4), 35.3 (C-3), 28.6 (C-20), 28.5 (C-21), 24.5 (C-16), 24.5 (C-17), 17.6 (C-18)。以上数据与文献 [10] 报道基本一致, 故鉴定为 rabdosin D。

化合物 **11**: 无色针状晶体 (甲醇), ESI-MS m/z : 337.18 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{26}O_3$ 。 1H -NMR (600 MHz, methanol- d_4) δ : 7.43 (1H, s, H-14), 7.11 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-6), 7.00 (1H, d, $J = 7.7$ Hz, H-7), 3.62 (1H, ddd, $J = 14.3, 12.2, 2.3$ Hz, H-1a), 2.79 (2H, ddd, $J = 14.1, 6.3, 2.3$ Hz, H-1b), 2.30 (1H, m, H-3a), 2.30 (3H, s, H-20), 1.78 (1H, m, H-2a), 1.52 (3H, s, H-16), 1.47 (3H, s, H-17), 1.26 (1H, m, H-3b), 1.39 (1H, m, H-2b), 0.81 (3H, s, H-18), 0.80 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR (150 MHz, methanol- d_4) δ : 205.5 (C-12), 143.1 (C-10), 141.8 (C-14), 141.4 (C-13), 140.1 (C-9), 137.6 (C-5), 129.9 (C-6), 128.9 (C-8), 127.1 (C-7), 84.8 (C-11), 70.6 (C-15), 42.7 (C-3), 38.5 (C-4), 29.6 (C-16), 27.1 (C-17, 19), 26.5 (C-1), 23.4 (C-2), 20.8 (C-18), 20.1 (C-20)。以上数据与文献 [19] 报道基本一致, 结合晶体数据 [Flack 参数为-0.06 (18)], 故鉴定为 wulfenoidin G。

化合物 **12**: 无色晶体 (甲醇), ESI-MS m/z : 301.08 $[M-H]^-$, 分子式 $C_{20}H_{30}O_2$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.99 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-11), 6.52 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-12), 3.85 (1H, d, $J = 10.9$ Hz, H-19a), 3.55 (1H, d, $J = 10.9$ Hz, H-19b), 3.25 (1H, m, H-15), 2.94 (1H, m, H-7a), 2.73 (1H, ddd, $J = 18.0, 11.2, 7.8$ Hz, H-7b), 2.26 (1H, m, H-1a), 2.02 (1H, m, H-3a), 1.87 (1H, m, H-6a), 1.68 (2H, m, H-5, 6b), 1.58 (2H, m, H-2), 1.44 (1H, m, H-1b), 1.34 (6H, dd, $J = 7.1, 3.4$ Hz, H-16~17), 1.17 (3H, s, H-20), 1.05 (3H, s, H-18), 1.01 (1H, m, H-

3b); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ: 152.1 (C-13), 142.8 (C-9), 133.7 (C-8), 131.0 (C-14), 123.2 (C-11), 114.5 (C-12), 65.4 (C-19), 50.5 (C-5), 39.7 (C-1), 38.6 (C-10), 37.7 (C-4), 35.1 (C-3), 29.3 (C-7), 27.2 (C-15), 26.7 (C-18), 26.0 (C-20), 20.3 (C-17), 19.5 (C-6, 16), 19.2 (C-2)。以上数据与文献 [20] 报道基本一致, 故鉴定为 19-hydroxytatarol。

化合物 **13**: 黄色无定形粉末, ESI-MS *m/z*: 301.33 [M-H]⁻, 分子式 C₂₀H₃₀O₂。¹H-NMR (600 MHz, methanol-*d*₄) δ: 6.97 (1H, s, H-11), 6.37 (1H, s, H-14), 3.31 (1H, m, H-3), 3.19 (1H, m, H-15), 2.80 (1H, m, H-7a), 2.72 (1H, m, H-7b), 2.30 (1H, m, H-1a), 1.83 (2H, m, H-2a, 6a), 1.73 (2H, m, H-2b, 6b), 1.44 (1H, m, H-1b), 1.24 (1H, m, H-5), 1.17 (6H, dd, *J* = 7.1, 2.7 Hz, H-16 ~ 17), 1.14 (3H, s, H-20), 1.04 (3H, s, H-18), 0.86 (3H, s, H-19); ¹³C-NMR (150 MHz, methanol-*d*₄) δ: 151.5 (C-13), 140.4 (C-9), 132.6 (C-8), 132.2 (C-12), 121.5 (C-11), 114.0 (C-14), 78.2 (C-3), 50.6 (C-5), 38.7 (C-4), 37.3 (C-1), 37.0 (C-10), 30.2 (C-7), 27.4 (C-2), 27.4 (C-18), 26.8 (C-15), 24.2 (C-20), 21.9 (C-16), 21.8 (C-17), 18.8 (C-6), 14.7 (C-19)。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 3β-hydroxysempervirens。

化合物 **14**: 棕色针状晶体 (甲醇), ESI-MS *m/z*: 289.74 [M+H]⁺, 分子式 C₂₀H₃₂O。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ: 5.80 (1H, dd, *J* = 17.5, 10.7 Hz, H-15), 5.37 (1H, d, *J* = 5.1 Hz, H-7), 4.93 (1H, dd, *J* = 17.3, 6.2 Hz, H-16a), 4.87 (1H, dd, *J* = 18.3, 7.4 Hz, H-16b), 3.27 (1H, dd, *J* = 11.3, 4.4 Hz, H-3), 1.93 (4H, m, H-6, 14), 1.86 (1H, m, H-1a), 1.62 (3H, m, H-2, 9), 1.56 (1H, m, H-11a), 1.48 (1H, dt, *J* = 9.6, 3.0 Hz, H-12a), 1.35 (3H, m, H-11b, 12b, 1b), 1.16 (1H, dd, *J* = 13.1, 4.8 Hz, H-5), 0.99 (3H, s, H-18), 0.90 (3H, s, H-19), 0.87 (3H, s, H-20), 0.86 (3H, s, H-17); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ: 150.3 (C-15), 135.4 (C-8), 121.4 (C-7), 109.3 (C-16), 79.4 (C-3), 51.9 (C-

9), 50.0 (C-5), 46.0 (C-14), 38.6 (C-1), 37.9 (C-4), 36.8 (C-10), 36.1 (C-12), 35.3 (C-13), 28.3 (C-18), 27.4 (C-2), 23.1 (C-6), 21.5 (C-17), 20.1 (C-11), 15.7 (C-19), 14.9 (C-20)。以上数据与文献 [21] 报道基本一致, 故鉴定为 isopimar-7, 15-dien-3β-ol。

化合物 **15**: 白色无定形粉末, ESI-MS *m/z*: 283.28 [M+Na]⁺, 分子式 C₁₇H₂₄O₂。¹H-NMR (600 MHz, methanol-*d*₄) δ: 6.37 (2H, m, H-6 ~ 7), 5.78 (1H, s, H-14), 3.45 (1H, dd, *J* = 5.4, 2.8 Hz, H-3), 2.56 (1H, m, H-5), 2.47 (1H, m, H-9), 2.44 (1H, m, H-12a), 2.36 (1H, ddd, *J* = 16.8, 14.8, 5.1 Hz, H-12b), 2.06 (1H, m, H-11a), 2.01 (1H, m, H-2a), 1.69 (3H, m, H-1a, 2b, 11b), 1.46 (1H, m, H-1b), 1.06 (3H, s, H-18), 0.95 (3H, s, H-19), 0.82 (3H, s, H-20); ¹³C-NMR (150 MHz, methanol-*d*₄) δ: 203.2 (C-13), 161.4 (C-8), 142.5 (C-6), 130.8 (C-7), 125.2 (C-14), 75.6 (C-3), 52.0 (C-9), 51.1 (C-5), 39.6 (C-10), 38.2 (C-12), 38.1 (C-4), 31.4 (C-1), 28.1 (C-18), 26.3 (C-2), 23.5 (C-19), 22.6 (C-11), 13.8 (C-20)。以上数据与文献 [22] 报道基本一致, 故鉴定为 graciliflorin A。

4 抗炎活性研究

将 RAW 264.7 细胞接种于含 12% 胎牛血清、100 U/mL 青霉素和 100 μg/mL 链霉素的 DMEM 高糖培养基中, 37 °C、5% CO₂ 培养, 隔天换液, 待亚融合状态备用。细胞消化后, 以 1×10⁵ 个/孔的密度接种于 96 孔板, 实验分为空白组 (正常培养基)、模型组 (1 μg/mL LPS)、给药组 (1 μg/mL LPS+10 μmol/L 化合物) 及阳性药组 (1 μg/mL LPS+5 μg/mL 阿司匹林), 每组 3 个复孔, 培养 24 h。采用 MTT 法, 在 490 nm 波长处测定光密度 (OD), 计算细胞活力。采用 Griess 试剂法, 于 520 nm 波长处测定吸光度, 计算 NO 水平。

由于部分化合物产量有限或对 RAW 264.7 细胞有显著细胞毒性, 仅对 8 个化合物进行抗炎活性筛选, 结果见表 1。由此可知, 化合物 **2**、**4** 的细胞相对活力显著高于 LPS 组 (*P* < 0.05), 其余化合物的细胞相对活力与 LPS 组无显著差异 (*P* > 0.05), 表明受试化合物在实验浓度下对细胞无明显毒性; 化合物 **2**~**4**、**9**~**11** 和 **14**~**15** 对 NO 生成均表现出抑制作用, 其抑制率均高于 LPS (*P* <

0.05)，具有显著的抗 NO 生成活性。在 10 μmol/L 浓度下，化合物 **2~3**、**9~10** 和 **15** 的 NO 生成量抑制率超过 70%；其中化合物 **3** 和 **9** 对 NO 生成量抑

制率超过 90%，化合物 **2** 和 **4** 在抑制 NO 的生成的同时还能显著刺激 LPS 诱导的 RAW264.7 细胞增殖。

表 1 各化合物对细胞相对活力及 NO 产量的影响 ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

Tab.1 Effects of each compound on relative cell viability and NO production ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

化合物	细胞相对活力	NO 生成量抑制率/%	化合物	细胞相对活力	NO 生成量抑制率/%
空白	1.000±0.002	100.000 0±0.000 0	10	1.058±0.003	78.688 5±0.002 9 *
LPS	0.961±0.004	0.000 0±0.000 0	11	0.914±0.060	63.388 0±0.003 1 *
2	1.334±0.146 *	70.387 2±0.003 1 *	14	1.060±0.002	63.553 5±0.011 0 *
3	1.025±0.080	93.442 6±0.001 4 *	15	1.003±0.170	73.442 6±0.003 2 *
4	1.342±0.127 *	65.375 9±0.002 2 *	阿司匹林	0.878±0.005	34.972 7±0.004 3 *
9	0.987±0.002	95.628 4±0.002 1 *			

注：与 LPS 比较，* $P<0.05$ 。

5 抗肾细胞腺癌活性研究

将 769-P 细胞接种于含 10% 胎牛血清、青霉素/链霉素的 RPMI 1640 培养基中，37 ℃、5% CO₂ 培养，隔天换液，待亚融合状态备用。细胞以 5 000 个/孔的密度接种于 96 孔板，细胞贴壁至 80% 融合。实验分为空白组（正常培养基）和给药组（20 μmol/L 化合物），每组 3 个复孔，培养 24 h。采用 CCK-8 法，于 450 nm 波长处测定 OD 值，计算细胞活力。

因部分化合物产量少，仅对 6 个化合物进行细胞毒活性筛选，结果见表 2。由此可知，在 20 μmol/L 浓度下，化合物 **2~4**、**9~10** 和 **15** 对 769-P 细胞具有一定细胞毒性，且与空白组比较，其生长抑制率差异均具有统计学意义（ $P<0.05$ ），其中化合物 **2** 和 **4** 效果较好。

表 2 各化合物对 769-P 细胞的生长抑制率 ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

Tab.2 Growth inhibition rates of various compounds against 769-P cells ($\bar{x}\pm s$, $n=3$)

化合物	生长抑制率/%	化合物	生长抑制率/%
空白组	0.00±0.00	9	18.29±0.08 *
2	51.10±0.06 *	10	14.23±0.08 *
3	30.00±0.10 *	15	16.15±0.09 *
4	52.66±0.02 *		

注：与空白组比较，* $P<0.05$ 。

6 讨论与结论

本研究通过对溪黄草 95% 乙醇提取物中的化学成分进行系统分离，从中分离鉴定出 15 个单体化合物，均为二萜类，其中化合物 **2**、**5**、**7** 和 **9~15** 均为首次从该植物中分离得到。化合物 **13** 为一种罕见的降碳二萜，属于 sempervirane 型骨架^[23]。最初从香茶菜属中发现的 sempervirane 型二萜为 3β-hydroxysempervirol^[12]，该骨架的二萜此先仅在 *I. hispida* (Benth.) Hara^[23] 和 *I. lophanthoides* var. *graciliflorus* (Benth.) H. Hara^[18,23] 这 2 种香茶菜属

植物中发现，这是首次从溪黄草中发现的 sempervirane 型二萜。活性筛选结果显示，在 LPS 诱导的 RAW 264.7 细胞炎症模型中，化合物 **3** 和 **9** 的 NO 生成量抑制率超过 90%。此外，化合物 **2** 和 **4** 能显著刺激 LPS 诱导的 RAW 264.7 细胞增殖，细胞毒性效果较好，细胞生长抑制率分别为 51.10% ± 0.06% 和 52.66% ± 0.02%。

综上所述，从溪黄草中分离的化合物具有良好的抗炎、细胞毒活性，为阐明溪黄草发挥传统药效的有效成分夯实了基础，为实现其药用价值提供了科学依据。

参考文献：

[1] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 上海：上海科学技术出版社，2014.

[2] 李汉章，蔡时可，张 繁，等. 南药溪黄草应用现状研究进展[J]. 亚热带农业研究，2020，16(2)：138-142.

[3] 孙礼芹，钱 菲，李医明，等. 多基源溪黄草的化学成分和药理作用研究进展[J]. 上海中医药大学学报，2020，34(6)：88-98.

[4] 蔡幸婷，任博文，李达谅. 溪黄草的化学成分和药理作用研究进展[J]. 福建轻纺，2022(7)：1-7.

[5] 王 佐，王 璐，陈忠正，等. 冬凌草甲素诱导小鼠肝癌细胞醌还原酶活性及其机理研究[J]. 食品科学，2017，38(7)：193-200.

[6] 罗 莹，廖长秀，贺 珊，等. 溪黄草对肝癌 HepG2 细胞基因表达谱的影响[J]. 重庆医学，2018，47(6)：728-732.

[7] Wang J N, Zhang Z R, Che Y, *et al.* Rabdocoestin B exhibits antitumor activity by inducing G2/M phase arrest and apoptosis in esophageal squamous cell carcinoma[J]. *Cancer Chemother Pharmacol*, 2018, 81(3)：469-481.

[8] Bae E S, Kim Y M, Kim D H, *et al.* Anti-proliferative activity of nodosin, a diterpenoid from *Isodon serra*, *via* regulation of Wnt/β-catenin signaling pathways in human colon cancer cells[J]. *Biomol Ther (Seoul)*, 2020, 28(5)：465-472.

[9] 孔 艺, 蒋永和, 刘 媛, 等. 溪黄草水提物和醇提物体外抗肿瘤活性研究[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(12): 8-12.

[10] Li C Y, Gao H, Jiao W H, *et al.* Three new diterpenoids from *Rabdosia lophanthoides* var. *gerardiana*[J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2010, 93(3): 450-456.

[11] Lima K S B, Guedes M L S, Silveira E R. Abietane diterpenes from *Hyptis crassifolia* Mart. ex Benth. (Lamiaceae) [J]. *J Braz Chem Soc*, 2015, 26(1): 32-39.

[12] Zhou W T, Xie H H, Wu P, *et al.* Abietane diterpenoids from *Isodon lophanthoides* var. *graciliflorus* and their cytotoxicity[J]. *Food Chem*, 2013, 136(2): 1110-1116.

[13] Ara I, Siddiqui B S, Faizi S, *et al.* Tricyclic diterpenoids from root bark of *Azadirachta indica*[J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(3): 911-914.

[14] Wittayalai S, Sathalalai S, Thorroad S, *et al.* Lycoplegmariols A-D: Cytotoxic serratene triterpenoids from the club moss *Lycopodium phlegmaria* L[J]. *Phytochemistry*, 2012, 76: 117-123.

[15] Zhao A H, Li S H, Li Y W, *et al.* Two new abietane quinones from *Isodon lophanthoides* var. *micranthus*[J]. *Chin Chem Lett*, 2003, 14(6): 591-593.

[16] Chao Z L, Wei Z, Xiu L F, *et al.* Cytotoxic diterpenoids from *Rabdosia lophanthoides* var. *gerardianus*[J]. *Fitoterapia*, 2016, 109: 14-19.

[17] Xu Y, Ma Y, Zhou L, *et al.* Abietane quinones from *Rabdosia lophanthoides*[J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(11): 3681-3682.

[18] Chen W F, Wong L L, Zhang X, *et al.* New 4, 5-seco-20 (10→5) -abeo-abietane diterpenoids with anti-inflammatory activity from *Isodon lophanthoides* var. *graciliflorus* (Benth.) H. Hara[J]. *Chem Biodivers*, 2019, 16(6): e1900206.

[19] Tu W C, Huang Y X, Li B, *et al.* Wulfenioidins D-N, structurally diverse diterpenoids with anti-Zika virus activity isolated from *Orthosiphon wulfenioides*[J]. *J Nat Prod*, 2023, 86(10): 2348-2359.

[20] Reynolds M, Prakash Chaturvedula V S, Ratovoson F, *et al.* Cytotoxic diterpenoids from *Podocarpus madagascariensis* from the Madagascar rainforest[J]. *Nat Prod Res*, 2006, 20(6): 606-610.

[21] Block S, Baccelli C, Tinant B, *et al.* Diterpenes from the leaves of *Croton zambesicus*[J]. *Phytochemistry*, 2004, 65(8): 1165-1171.

[22] Liang Y G, Xie H H, Wu P, *et al.* Podocarpane, isopimarane, and abietane diterpenoids from *Isodon lophanthoides* var. *graciliflorus*[J]. *Food Chem*, 2013, 136(3-4): 1177-1182.

[23] Huang B, Huang Z Y, Xiao C J, *et al.* New phenolic tricyclic diterpenoids from rhizomes of *Isodon hispida* (Benth.) Hara[J]. *Helv Chim Acta*, 2015, 98(4): 527-533.

和田玫瑰花化学成分及其体外抗菌活性研究

孙 宇¹, 石磊岭¹, 马国需^{1,2}, 张 娟¹, 徐晓琴¹, 卿德刚^{1*}

(1. 新疆维吾尔自治区药物研究院, 新疆 乌鲁木齐 830010; 2. 中国医学科学院, 北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193)

摘要: **目的** 研究和田玫瑰花的化学成分其体外抗菌活性研究。**方法** 采用硅胶柱、Sephadex LH-20、反向柱、薄层色谱及半制备 HPLC 进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据对所得化合物的结构进行鉴定。各化合物对金黄葡萄球菌、大肠杆菌的抑制活性通过微量肉汤稀释法进行评价。**结果** 从中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为邻苯二甲酸二(2-乙己基)酯 (**1**)、对羟基苯乙酮 (**2**)、对羟基苯甲酸甲酯 (**3**)、儿茶酚 (**4**)、红倍酚 (**5**)、1, 2, 4-三羟基苯 (**6**)、山柰酚 (**7**)、槲皮素 (**8**)、没食子酸 (**9**)、芹菜素 (**10**)、香草酸 (**11**)、木犀草素 (**12**)、棕榈酸 (**13**)、胡桃宁 (**14**)。化合物 **7~8** 和 **14** 对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的 MIC 值为 5~18 μg/mL。**结论** 化合物 **1~6** 为首次从和田玫瑰花中分离得到。化合物 **7~8** 和 **14** 具有体外抗菌活性。

关键词: 和田玫瑰花; 化学成分; 分离鉴定; 抗菌活性

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2026)08-2625-06

doi: 10. 3969/j. issn. 1001-1528. 2026. 08. 017

收稿日期: 2025-12-31

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大专项 (2023A03005-4); 新疆维吾尔自治区卫生健康委“天山英才”培养计划项目 (TSYC202401B153); 新疆维吾尔自治区公益性科研院所项目 (KY2024134)

作者简介: 孙 宇 (1985—), 男, 博士在读, 正高级实验师, 研究方向为新疆特色资源基础研究及产品开发。E-mail: sunyu6541715@126.com

*** 通信作者:** 卿德刚 (1977—), 男, 研究员, 研究方向为中药健康产品研究与开发。E-mail: qingdegang@sina.com.