

## 漆姑草乙醇提取物的黄酮类化学成分

侯雪梅<sup>1a,1b</sup>, 张美秦<sup>1a,1b</sup>, 黎雪<sup>1a,1b</sup>, 司马全<sup>2</sup>, 刘春花<sup>1a,1b</sup>, 刘俊宏<sup>2</sup>, 李勇军<sup>1a,1b,①</sup>

(1. 贵州医科大学: a. 中药功效成分发掘与利用全国重点实验室 民族药与中药开发应用教育部工程研究中心  
贵州省民族药与中药开发应用工程技术研究中心, b. 药学院, 贵州 贵安 561113; 2. 贵州省药品监督管理局检查中心, 贵州 贵阳 550009)

**摘要:** 采用多种色谱和波谱技术从漆姑草 [*Sagina japonica* (Sw.) Ohwi] 乙醇提取物中鉴定出 16 个黄酮类化学成分, 即洋艾素(1)、5-羟基-3,4',6,7-四甲氧基黄酮(2)、鼠尾草素(3)、5-甲氧基-6,7-亚甲二氧基黄酮(4)、小麦黄素(5)、oroxylin-7-O-β-D-glucoside(6)、芹菜素-8-C-α-L-阿拉伯糖苷(7)、山柰苷(8)、山柰酚-3-O-α-L-阿拉伯呋喃糖苷-7-O-α-L-吡喃鼠李糖苷(9)、大波斯菊苷(10)、小麦黄素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷(11)、香叶木苷(12)、山柰酚-3-O-β-D-吡喃葡萄糖基-7-O-α-L-吡喃鼠李糖苷(13)、芹菜素-7-O-芦丁糖苷(14)、木犀草素-7-O-β-D-葡萄糖苷(15)、异荭草素(16)。这些化合物均首次从漆姑草属 (*Sagina* Linn.) 植物中分离得到。

**关键词:** 漆姑草; 黄酮类; 化学成分; 乙醇提取物

中图分类号: Q946.8; R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2026)03-0106-05

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2026.03.12

**Chemical constituents of flavonoids from ethanol extract of *Sagina japonica*** HOU Xuemei<sup>1a,1b</sup>, ZHANG Meiqin<sup>1a,1b</sup>, LI Xue<sup>1a,1b</sup>, SIMA Quan<sup>2</sup>, LIU Chunhua<sup>1a,1b</sup>, LIU Junhong<sup>2</sup>, LI Yongjun<sup>1a,1b,①</sup> (1. Guizhou Medical University: a. State Key Laboratory of Discovery and Utilization of Functional Components in Traditional Chinese Medicine, Engineering Research Center for the Development and Application of Ethnic Medicine and Traditional Chinese Medicine, Ministry of Education, Guizhou Provincial Engineering Research Center for the Development and Application of Ethnic Medicine and Traditional Chinese Medicine, b. School of Pharmacy, Gui'an 561113, China; 2. Inspection Center of Guizhou Medical Products Administration, Guiyang 550009, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2026, 35(3): 106-110

**Abstract:** Sixteen chemical constituents of flavonoids were identified from ethanol extract of *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi by using various chromatographic and spectroscopic techniques, viz. artemetin (1), 5-hydroxy-3,4',6,7-tetramethoxyflavone (2), salvigenin (3), 5-methoxy-6,7-methylenedioxyflavone (4), tricrin (5), oroxylin-7-O-β-D-glucoside (6), apigenin-8-C-α-L-arabinopyranoside (7), lespedin (8), kaempferol-3-O-α-L-arabinofuranosyl-7-O-α-L-rhamnopyranoside (9), cosmosiin (10), tricrin-7-O-β-D-glucopyranoside (11), diosmin (12), kaempferol-3-O-β-D-glucopyranoside-7-O-α-L-rhamnopyranoside (13), apigenin-7-O-rutinoside (14), luteolin-7-O-β-D-glucopyranoside (15), and isoorientin (16). These compounds are all isolated from *Sagina* Linn. for the first time.

**Key words:** *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi; flavonoids; chemical constituent; ethanol extract

漆姑草 [*Sagina japonica* (Sw.) Ohwi] 为石竹科 (Caryophyllaceae) 植物, 常见于山野、河岸和路旁等阴湿处, 在中国主要分布于江苏、四川、贵州、湖南等地<sup>[1]255</sup>。漆姑草全草可供药用, 具有退热解毒的功效, 民间常用于治疗漆疮、白血病等<sup>[1]257, [2]</sup>。漆姑草化学成分丰富, 主要包括黄酮类、有机酸、香豆素、生物碱等<sup>[3]</sup>。漆姑草醇提取物能诱导人急性早幼粒白血病细胞与慢性髓系白血病细胞分化<sup>[4-5]</sup>; 黄酮类化合物具有抗癌、抗肿瘤和抗炎等多种药理价值<sup>[6-8]</sup>。尽管已有从漆姑草中分离出不同类型化学成分的报道<sup>[9-11]</sup>, 但漆姑草的化学研究基础仍较为薄弱。为深入挖掘漆姑草的药用价值, 本研究对其乙醇提取物进行探究, 旨在获取更多结构多样的活性

化合物, 为漆姑草属 (*Sagina* Linn.) 植物资源的研究与开发奠定基础。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

供试漆姑草采自贵阳花溪 (北纬 26° 11' ~ 26° 34', 东经 106° 27' ~ 106° 52'), 经贵州医科大学刘春花副教授鉴定, 凭证标本 (编号: 20231205) 保存于贵州医科大学民族药与中药开发应用教育部工程研究中心。

主要仪器和耗材: JEOL-ECS 400 MHz 核磁共振波谱仪

收稿日期: 2025-08-07

基金项目: 中医药管理局漆姑草项目 (QZYY-2024-112); 贵州省科技重大专项 (黔科合重大专项字[2024]015)

作者简介: 侯雪梅 (2000—), 女, 贵州铜仁人, 硕士研究生, 主要从事中药药效物质基础及新药开发方面的研究。

①通信作者 E-mail: liyongjun026@126.com

引用格式: 侯雪梅, 张美秦, 黎雪, 等. 漆姑草乙醇提取物的黄酮类化学成分[J]. 植物资源与环境学报, 2026, 35(3): 106-110.

(日本电子株式会社)、Thermo Fisher Q Exactive-Plus 四级杆-静电场轨道阱高分辨质谱仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司)、BUCHI R-300 旋转蒸发器(瑞士 BUCHI 公司)、ZF7 三用紫外分析仪(巩义市予华仪器有限责任公司);D-101 大孔树脂(天津市海光化工有限公司)、薄层层析硅胶板(青岛海洋化工有限公司)、ODS 填料(日本 YMC 公司)、MCI 填料(日本三菱公司)、凝胶 Toyopearl HW-40F 和 Toyopearl HW-40C(日本东曹株式会社)及 Sephadex LH-20(瑞士 Pharmacia Biotech 公司)。石油醚、甲醇、乙醇、二氯甲烷、乙酸乙酯购自安徽天地高纯溶剂有限公司,纯度均大于或等于 99.5%。

## 1.2 方法

取 20 kg 漆姑草的干燥全株,用体积分数 70%乙醇回流提取 3 次,合并、减压浓缩得浸膏 3.96 kg。浸膏经 D-101 大孔树脂,依次用水、体积分数 80%乙醇洗脱,得到体积分数 80%乙醇部位浸膏 1.2 kg,经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 10:0~5:5)梯度洗脱,经薄层层析硅胶板鉴别后分段浓缩,得到 10 个组分(Fr.1 至 Fr.10)。

Fr.5 经硅胶柱层析,用石油醚-乙酸乙酯溶液(体积比 10:0~2:8)梯度洗脱,得到 Fr.5.1 至 Fr.5.8。Fr.5.5 先经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 100:0~50:1)梯度洗脱,再经 Sephadex LH-20(体积比 5:5 的二氯甲烷-甲醇溶液)洗脱,得到 Fr.5.5.1 和 Fr.5.5.2。Fr.5.5.2 经甲醇反复洗涤过滤得到沉淀 Fr.5.5.2.1 和滤液 Fr.5.5.2.2,Fr.5.5.2.1 经硅胶柱层析,用石油醚-乙酸乙酯溶液(体积比 20:1~6:4)梯度洗脱,得到化合物 1(50.6 mg);Fr.5.5.2.2 经 Sephadex LH-20(甲醇)、硅胶柱层析,用石油醚-乙酸乙酯溶液(体积比 30:1~6:4)梯度洗脱,得到 Fr.5.5.2.2.1 至 Fr.5.5.2.2.5。Fr.5.5.2.2.1 析出沉淀,甲醇反复洗涤过滤得到化合物 2(9.4 mg);Fr.5.5.2.2.2 析出沉淀,甲醇反复洗涤过滤得到化合物 3(5.6 mg);Fr.5.5.2.2.4 析出沉淀,甲醇反复洗涤过滤得到化合物 4(5.8 mg)。Fr.5.6 经 Sephadex LH-20(体积比 5:5 的二氯甲烷-甲醇溶液)、Sephadex LH-20(甲醇)得到 Fr.5.6.1 和 Fr.5.6.2,Fr.5.6.2 经 Sephadex LH-20(甲醇)及 Toyopearl HW-40F(甲醇)得到化合物 5(4.9 mg)。

Fr.6 经硅胶柱层析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 50:1~1:1)梯度洗脱,得到 Fr.6.1 至 Fr.6.6。Fr.6.3 经 Sephadex LH-20(体积比 5:5 的二氯甲烷-甲醇溶液)、MCI 反相柱(体积分数 5%~90%甲醇-水溶液)、Sephadex LH-20(甲醇)、Toyopearl HW-40F(甲醇)得到化合物 6(12.0 mg)。

Fr.8 经硅胶柱层析,用乙酸乙酯-甲醇溶液(体积比 100:1~1:1)梯度洗脱,得到 Fr.8.1 至 Fr.8.10。Fr.8.2 经 Toyopearl HW-40C(甲醇)得到 Fr.8.2.1 至 Fr.8.2.5,Fr.8.2.3 经 Toyopearl HW-40F(甲醇)、Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)得到化合物 7(16.7 mg)。Fr.8.3 经 Sephadex LH-20(甲醇)得到 Fr.8.3.1 和 Fr.8.3.2,Fr.8.3.2 经 Toyopearl HW-40F(甲醇)得到 Fr.8.3.2.1 和 Fr.8.3.2.2,Fr.8.3.2.1 经硅胶柱层

析,用二氯甲烷-甲醇溶液(体积比 100:1~10:1)梯度洗脱,Toyopearl HW-40F(甲醇)、Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)得到化合物 8(5.0 mg)和 9(9.3 mg);Fr.8.3.2.2 经 ODS 反相柱(体积分数 10%~40%甲醇-水溶液)梯度洗脱、Toyopearl HW-40F(甲醇)得到化合物 10(6.4 mg)。Fr.8.4 经 MCI 反相柱(体积分数 10%~90%甲醇-水溶液)梯度洗脱,得到 Fr.8.4.1 至 Fr.8.4.7,Fr.8.4.6 经 Toyopearl HW-40C(甲醇)得到 Fr.8.4.6.1 至 Fr.8.4.6.6,其中 Fr.8.4.6.6 经 Toyopearl HW-40F(甲醇)、ODS 反相柱(体积分数 20%~50%甲醇-水溶液)、Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)得到化合物 11(22.8 mg)。Fr.8.5 经 Sephadex LH-20(甲醇)得到 Fr.8.5.1 和 Fr.8.5.2,Fr.8.5.2 经 MCI 反相柱(体积分数 10%~90%甲醇-水溶液)梯度洗脱得到 Fr.8.5.2.1 至 Fr.8.5.2.7,其中 Fr.8.5.2.6 析出沉淀,甲醇洗涤过滤得到化合物 12(6.7 mg),滤液经 Toyopearl HW-40F(甲醇)得到 Fr.8.5.2.6.1 至 Fr.8.5.2.6.4,Fr.8.5.2.6.2 经 ODS 反相柱(体积分数 30%~40%甲醇-水溶液)、Toyopearl HW-40F(甲醇)、Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)得到化合物 13(6.6 mg)和 14(7.5 mg);Fr.8.5.2.6.4 经 Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)得到化合物 15(12.7 mg)。

Fr.10 经 Sephadex LH-20(甲醇)洗脱,得到 Fr.10.1 和 Fr.10.2。Fr.10.2 经 Toyopearl HW-40F(甲醇)、MCI 反相柱(体积分数 10%~40%甲醇-水溶液)梯度洗脱得到 Fr.10.2.1 至 Fr.10.2.4,Fr.10.2.4 经 ODS 反相柱(体积分数 10%~30%甲醇-水溶液)、Toyopearl HW-40F(甲醇)、Sephadex LH-20(体积分数 50%甲醇-水溶液)、制备液相(体积分数 40%甲醇-水)得到化合物 16(8.0 mg)。

## 2 结果和分析

化合物 1 黄色晶体(甲醇),ESI-MS  $m/z$ : 387.1 [M-H]<sup>-</sup>,分子式为 C<sub>20</sub>H<sub>20</sub>O<sub>8</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 12.63(1H, s, 5-OH), 7.74(1H, dd,  $J=8.6, 2.2$  Hz, H-6'), 7.68(1H, d,  $J=2.1$  Hz, H-2'), 7.00(1H, d,  $J=8.6$  Hz, H-5'), 6.51(1H, s, H-8), 3.98(6H, d,  $J=1.3$  Hz, 7, 4'-OCH<sub>3</sub>), 3.97(3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>), 3.92(3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.87(3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>);<sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 178.9(C-4), 158.8(C-7), 155.9(C-5), 152.7(C-4'), 152.3(C-2), 151.4(C-9), 148.7(C-3'), 138.8(C-3), 132.2(C-6), 122.9(C-1'), 122.2(C-6'), 111.2(C-2'), 110.8(C-5'), 106.5(C-10), 90.4(C-8), 60.9, 60.2, 56.4, 56.1, 56.0(3, 6, 7, 3', 4'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[12-13]基本一致,故鉴定此化合物为洋艾素(artemetin)。

化合物 2 黄色颗粒,ESI-MS  $m/z$ : 359.1 [M+H]<sup>+</sup>,分子式为 C<sub>19</sub>H<sub>18</sub>O<sub>7</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 8.07(2H, d,  $J=9.2$  Hz, H-2', 6'), 7.02(2H, d,  $J=9.2$  Hz, H-3', 5'), 6.50(1H, s, H-8), 3.95(3H, s, 7-OCH<sub>3</sub>), 3.92(3H, s, 4'-OCH<sub>3</sub>), 3.90(3H,

s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.86 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 179.1 (C-4), 161.9 (C-7), 159.0 (C-5), 156.2 (C-4'), 153.1 (C-2), 152.5 (C-9), 139.0 (C-3), 132.6 (C-6), 130.3 (C-2', 6'), 123.1 (C-1'), 114.3 (C-3', 5'), 106.9 (C-10), 90.5 (C-8), 61.0, 60.3, 56.5, 55.6 (3, 6, 7, 4'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[14]基本一致, 故鉴定此化合物为5-羟基-3, 4', 6, 7-四甲氧基黄酮(5-hydroxy-3, 4', 6, 7-tetramethoxy flavone)。

化合物3 黄色晶体(甲醇), ESI-MS *m/z*: 329.1 [M+H]<sup>+</sup>, 分子式为C<sub>18</sub>H<sub>16</sub>O<sub>6</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 12.78 (1H, s, 5-OH), 7.84 (2H, d, *J*=9.0 Hz, H-2', 6'), 7.02 (2H, d, *J*=9.0 Hz, H-3', 5'), 6.59 (1H, s, H-3), 6.55 (1H, s, H-8), 3.97 (3H, s, 7'-OCH<sub>3</sub>), 3.93 (3H, s, 11-OCH<sub>3</sub>), 3.90 (3H, s, 12-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 182.8 (C-4), 164.1 (C-2), 162.7 (C-4'), 158.8 (C-7), 153.4 (C-9), 153.2 (C-5), 132.7 (C-6), 128.2 (C-2', 6'), 123.7 (C-1'), 114.7 (C-3', 5'), 106.3 (C-10), 104.3 (C-3), 90.7 (C-8), 61.0 (6-OCH<sub>3</sub>), 56.5 (7-OCH<sub>3</sub>), 55.7 (4'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[15]基本一致, 故鉴定此化合物为鼠尾草素(salvigenin)。

化合物4 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 297.1 [M+H]<sup>+</sup>, 分子式为C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 7.86~7.83 (2H, m, H-2', 6'), 7.51~7.49 (3H, m, H-3', 4', 5'), 6.74 (1H, s, H-8), 6.67 (1H, s, H-3), 6.07 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>O-), 4.13 (3H, s, 5-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ: 177.6 (C-4), 161.0 (C-2), 155.0 (C-9), 153.1 (C-5), 141.7 (C-7), 135.3 (C-6), 131.8 (C-1), 131.3 (C-1'), 129.1 (C-4'), 126.1 (C-2', 6'), 113.4 (C-3', 5'), 108.7 (C-5), 102.2 (-OCH<sub>2</sub>O-), 93.4 (C-8), 61.3 (C-5)。以上数据与文献[16]基本一致, 故鉴定此化合物为5-甲氧基-6, 7-亚甲二氧基黄酮(5-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavone)。

化合物5 棕色颗粒, ESI-MS *m/z*: 329.1 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 12.95 (1H, s, 5-OH), 10.80 (1H, s, 7-OH), 9.33 (1H, s, 4'-OH), 7.31 (2H, s, H-2', 6'), 6.98 (1H, s, H-3), 6.54 (1H, s, H-8), 6.19 (1H, s, H-6), 3.86 (6H, s, 3', 5'-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 181.9 (C-4), 164.2 (C-7), 163.7 (C-2), 161.5 (C-9), 157.4 (C-5), 148.2 (C-3', 5'), 139.8 (C-4'), 120.4 (C-1), 104.3 (C-2', 6'), 103.6 (C-3, 10), 98.9 (C-6), 94.3 (C-8), 56.4 (3', 5'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[17]基本一致, 故鉴定此化合物为小麦黄素(tricin)。

化合物6 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 445.1 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为C<sub>22</sub>H<sub>22</sub>O<sub>10</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 12.81 (1H, s, 5-OH), 8.31 (2H, d, *J*=8.0, 1.3 Hz, H-2', 6'), 7.62 (2H, m, H-3', 5'), 7.58 (1H, m, H-4'), 7.07 (2H, d, *J*=2.5 Hz, H-3, 8), 5.14 (1H, d, *J*=7.2 Hz, H-1''), 3.78 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.74 (1H, m, H-6''), 3.51 (1H, m, H-5''), 3.47 (1H, m, H-6''), 3.33

(2H, m, H-2'', 3''), 3.22 (1H, m, H-4''); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 182.6 (C-4), 163.7 (C-2), 156.8 (C-7), 152.5 (C-9), 152.4 (C-5), 132.6 (C-6), 132.3 (C-4'), 130.7 (C-1'), 129.2 (C-3', 5'), 126.5 (C-2', 6'), 106.0 (C-10), 105.0 (C-3), 100.2 (C-1''), 94.5 (C-8), 77.3 (C-5''), 76.8 (C-3''), 73.2 (C-2''), 69.6 (C-4''), 60.6 (C-6''), 60.4 (6-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[18]基本一致, 故鉴定此化合物为oroxylin-7-*O*-β-*D*-glucoside。

化合物7 黄色晶体(甲醇), ESI-MS *m/z*: 401.1 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为C<sub>20</sub>H<sub>18</sub>O<sub>9</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 13.30 (1H, s, 5-OH), 8.24 (2H, brs, H-2', 6'), 6.89 (2H, d, *J*=8.7 Hz, H-3', 5'), 6.83 (1H, s, H-3), 6.26 (1H, s, H-6), 4.61 (1H, d, *J*=9.8 Hz, H-1''); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>) δ: 182.2 (C-4), 164.2 (C-2), 162.9 (C-7), 161.2 (C-4'), 160.5 (C-5), 156.0 (C-9), 129.6 (C-2', 6'), 121.2 (C-1'), 116.1 (C-3', 5'), 104.6 (C-8), 104.0 (C-10), 102.1 (C-3), 98.4 (C-6), 74.9 (C-3''), 74.7 (C-1''), 71.2 (C-5''), 69.2 (C-4''), 68.3 (C-2'')。以上数据与文献[19]基本一致, 故鉴定此化合物为芹菜素-8-*C*-α-*L*-阿拉伯糖苷(apigenin-8-*C*-α-*L*-arabinopyranoside)。

化合物8 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 577.2 [M-H]<sup>-</sup>, 分子式为C<sub>27</sub>H<sub>30</sub>O<sub>14</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.77 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, *J*=8.7 Hz, H-3', 5'), 6.70 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-6), 6.44 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-8), 5.54 (1H, d, *J*=1.8 Hz, H-1'''), 5.38 (1H, d, *J*=1.7 Hz, H-1''), 1.25 (1H, d, *J*=6.1 Hz, H-6''), 0.92 (1H, d, *J*=5.7 Hz, H-6''); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 179.9 (C-4), 163.7 (C-7), 163.2 (C-5), 161.9 (C-4'), 160.0 (C-2), 158.2 (C-9), 136.6 (C-3), 132.2 (C-2', 6'), 122.5 (C-1'), 116.7 (C-3', 5'), 107.7 (C-10), 103.7 (C-1''), 100.7 (C-1'''), 100.0 (C-6), 95.7 (C-8), 73.7 (C-4''), 73.3 (C-4'''), 72.2 (C-2'', 3'', 3'''), 72.1 (C-2''), 71.8 (C-5''), 71.4 (C-5'''), 18.2 (C-6''), 17.8 (C-6''')。以上数据与文献[20]基本一致, 故鉴定此化合物为山柰苷(lespedin)。

化合物9 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 565.2 [M+H]<sup>+</sup>, 分子式为C<sub>26</sub>H<sub>28</sub>O<sub>14</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N) δ: 8.42 (2H, d, *J*=8.9 Hz, H-2', 6'), 7.34 (2H, d, *J*=8.8 Hz, H-3', 5'), 7.00 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-8), 6.81 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-6), 6.60 (1H, d, *J*=1.2 Hz, H-1'''), 6.29 (1H, d, *J*=1.7 Hz, H-1''), 5.28 (1H, dd, *J*=3.2, 1.2 Hz, H-2''), 4.94 (1H, dd, *J*=4.6, 3.0 Hz, H-3''), 4.74 (1H, dd, *J*=3.5, 1.7 Hz, H-2'''), 4.69 (2H, m, H-4'', 3'''), 4.43 (1H, t, *J*=9.3 Hz, H-4'''), 4.32 (1H, m, H-5'''), 4.17 (1H, dd, *J*=12.0, 3.7 Hz, H-5''), 4.10 (1H, dd, *J*=12.0, 4.6 Hz, H-5'''), 1.68 (3H, d, *J*=6.1 Hz, 6'''-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, C<sub>5</sub>D<sub>5</sub>N) δ: 179.7 (C-4), 163.3 (C-7), 162.8 (C-5), 162.4 (C-4'), 158.8 (C-2), 157.5 (C-9), 135.6 (C-3), 132.3 (C-2', 6'), 122.3 (C-1'), 117.0 (C-3', 5'), 110.5 (C-1''), 107.3 (C-10), 100.9 (C-6), 100.5 (C-1'''), 95.3 (C-8), 89.0 (C-4''), 84.2 (C-2''),

79.3(C-3''), 74.0(C-4''), 72.9(C-3'''), 72.1(C-2'''), 72.0(C-5'''), 62.9(C-5''), 19.2(C-6'')。以上数据与文献[21]基本一致,故鉴定此化合物为山柰酚-3-O- $\alpha$ -L-阿拉伯呋喃糖苷-7-O- $\alpha$ -L-吡喃鼠李糖苷(kaempferol-3-O- $\alpha$ -L-arabinofuranosyl-7-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside)。

化合物10 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :431.1[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>10</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :12.97(1H, s, 5-OH), 10.44(1H, brs, 4'-OH), 7.96(2H, d,  $J$ =8.9 Hz, H-2', 6'), 6.94(2H, d,  $J$ =8.9 Hz, H-3', 5'), 6.88(1H, s, H-3), 6.83(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-8), 6.44(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-6), 5.07(1H, d,  $J$ =7.2 Hz, H-1''); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :182.1(C-4), 164.3(C-2), 163.0(C-7), 161.4(C-9), 161.2(C-4'), 157.0(C-5), 128.7(C-2', 6'), 121.1(C-1'), 116.0(C-3', 5'), 105.4(C-10), 103.1(C-3), 99.9(C-1''), 99.5(C-6), 94.9(C-8), 77.2(C-5'''), 76.5(C-3''), 73.1(C-2''), 69.5(C-4''), 60.6(C-6'')。以上数据与文献[22]基本一致,故鉴定此化合物为大波斯菊苷(cosmosiin)。

化合物11 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :491.1[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>23</sub>H<sub>24</sub>O<sub>12</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :12.96(1H, s, 5-OH), 7.36(2H, s, H-2', 6'), 7.09(1H, s, H-3), 6.94(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-8), 6.46(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-6), 5.44(1H, d,  $J$ =4.6 Hz, 2''-OH), 5.18(1H, d,  $J$ =4.4 Hz, 3''-OH), 5.11(1H, d,  $J$ =5.2 Hz, 4''-OH), 5.06(1H, d,  $J$ =7.2 Hz, H-1''), 4.68(1H, t,  $J$ =5.1 Hz, 6''-OH), 3.88(6H, s, 3', 5'-OCH<sub>3</sub>), 3.72(1H, dd,  $J$ =10.2, 5.2 Hz, H-6''a), 3.46(2H, m, H-5'', 6''b), 3.28(2H, m, H-3'', 4''), 3.16(1H, m, H-2''); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :182.2(C-4), 164.2(C-2), 163.1(C-7), 161.1(C-9), 156.9(C-5), 148.2(C-3', 5'), 140.1(C-4'), 120.2(C-1'), 105.4(C-10), 104.5(C-2', 6'), 103.8(C-3), 100.2(C-1''), 99.5(C-6), 95.4(C-8), 77.4(C-5'''), 76.5(C-3''), 73.2(C-2''), 69.7(C-4''), 60.7(C-6''), 56.4(3', 5'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献[23]基本一致,故鉴定此化合物为小麦黄素-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(tricin-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside)。

化合物12 白色粉末,ESI-MS  $m/z$ :607.2[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>28</sub>H<sub>32</sub>O<sub>15</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :12.93(1H, s, 5-OH), 9.48(1H, s, 4'-OH), 7.57(1H, dd,  $J$ =8.5, 2.3 Hz, H-6'), 7.44(1H, d,  $J$ =2.3 Hz, H-2'), 7.13(1H, d,  $J$ =8.7 Hz, H-5'), 6.83(1H, s, H-3), 6.76(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-8), 6.46(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-6), 5.08(1H, d,  $J$ =7.3 Hz, H-1''), 4.54(1H, d,  $J$ =1.6 Hz, H-1'''), 3.87(3H, s, 4'-OCH<sub>3</sub>), 1.07(3H, d,  $J$ =6.2 Hz, 6'''-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :182.0(C-4), 164.2(C-7), 163.0(C-2), 161.2(C-9), 157.0(C-5), 151.4(C-4'), 146.8(C-3'), 122.9(C-1'), 119.0(C-6'), 113.2(C-2'), 112.3(C-5'), 105.5(C-10), 103.9(C-3), 100.6(C-1''), 99.9(C-1'''), 99.6(C-6), 94.8(C-8), 76.3(C-5'''), 75.6(C-3''), 73.1(C-2''), 72.1(C-4'''), 70.7(C-3'''), 70.4(C-2'''),

69.6(C-4''), 68.4(C-5'''), 66.1(C-6''), 55.8(4'-OCH<sub>3</sub>), 17.9(C-6'')。以上数据与文献[24]基本一致,故鉴定此化合物为香叶木苷(diosmin)。

化合物13 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :593.2[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>27</sub>H<sub>30</sub>O<sub>15</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :8.08(2H, d,  $J$ =8.8 Hz, H-2', 6'), 6.89(2H, d,  $J$ =8.8 Hz, H-3', 5'), 6.83(1H, brs, H-8), 6.45(1H, brs, H-6), 5.56(1H, s, H-1''), 5.48(1H, d,  $J$ =7.0 Hz, H-1''), 3.85(1H, s, H-2'''), 3.64(1H, d,  $J$ =9.2 Hz, H-3'''), 3.57(1H, dd,  $J$ =11.6, 5.4 Hz, H-6''), 3.43(1H, dd,  $J$ =9.5, 5.9 Hz, H-5'''), 3.19(2H, m, H-2'', 3''), 3.09(2H, brs, H-4'', 5''), 1.12(3H, d,  $J$ =6.4 Hz, 6'''-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :177.7(C-4), 161.6(C-7), 160.9(C-9), 160.2(C-4'), 156.8(C-5), 156.0(C-2), 133.5(C-3), 131.1(C-2', 6'), 120.8(C-1'), 115.2(C-3', 5'), 105.7(C-10), 100.7(C-1''), 99.4(C-1'''), 98.4(C-6), 94.5(C-8), 77.6(C-5'''), 76.4(C-3''), 74.2(C-2''), 71.6(C-4'''), 70.2(C-3'''), 70.1(C-2'''), 69.9(C-4''), 69.8(C-5'''), 60.9(C-6''), 18.0(C-6'')。以上数据与文献[25]基本一致,故鉴定此化合物为山柰酚-3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-7-O- $\alpha$ -L-吡喃鼠李糖苷(kaempferol-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside-7-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside)。

化合物14 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :577.2[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>27</sub>H<sub>30</sub>O<sub>14</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :12.96(1H, s, 5-OH), 7.95(2H, d,  $J$ =8.5 Hz, H-2', 6'), 6.95(2H, d,  $J$ =8.5 Hz, H-3', 5'), 6.86(1H, s, H-3), 6.77(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-8), 6.45(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-6), 5.06(1H, d,  $J$ =7.1 Hz, H-1''), 4.54(1H, bro, H-1'''), 1.07(3H, d,  $J$ =6.1 Hz, 6'''-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :182.1(C-4), 164.4(C-2), 162.9(C-5), 161.5(C-4'), 161.2(C-7), 157.0(C-9), 128.7(C-2', 6'), 121.0(C-1'), 116.1(C-3', 5'), 105.4(C-10), 103.1(C-3), 100.6(C-1''), 99.9(C-6), 99.6(C-1'''), 94.8(C-8), 76.3(C-5'''), 75.6(C-3''), 73.1(C-4'''), 72.1(C-2''), 70.8(C-3'''), 70.4(C-4''), 69.6(C-2'''), 68.4(C-5'''), 66.1(C-6''), 17.9(C-6'')。以上数据与文献[26]基本一致,故鉴定此化合物为芹菜素-7-O-芦丁糖苷(apigenin-7-O-rutinoside)。

化合物15 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :447.1[M-H]<sup>-</sup>,分子式为C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :13.0(1H, s, 5-OH), 7.45(1H, dd,  $J$ =8.2, 2.2 Hz, H-6'), 7.42(1H, d,  $J$ =2.3 Hz, H-2'), 6.90(1H, d,  $J$ =8.3 Hz, H-5'), 6.79(1H, d,  $J$ =2.2 Hz, H-8), 6.76(1H, s, H-3), 6.44(1H, d,  $J$ =2.1 Hz, H-6), 5.08(1H, d,  $J$ =7.3 Hz, H-1''); <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :182.0(C-4), 164.5(C-2), 163.0(C-5), 161.2(C-7), 157.0(C-9), 150.1(C-4'), 145.9(C-3'), 121.3(C-1'), 119.2(C-6'), 116.0(C-5'), 113.6(C-2'), 105.4(C-10), 103.2(C-3), 99.9(C-1''), 99.6(C-6), 94.7(C-8), 77.2(C-5'''), 76.4(C-3''), 73.1(C-2''), 69.5(C-4''), 60.6(C-6'')。以上数

据与文献[27]基本一致,故鉴定此化合物为木犀草素-7-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷(luteolin-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside)。

化合物 16 黄色粉末,ESI-MS  $m/z$ :447.1[M-H]<sup>-</sup>,分子式为 C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub>。<sup>1</sup>H-NMR(400 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :13.55(1H, s, 5-OH), 7.42(1H, d,  $J$ =8.3 Hz, H-6'), 7.40(1H, s, H-2'), 6.89(1H, d,  $J$ =8.2 Hz, H-5'), 6.66(1H, s, H-3), 6.48(1H, s, H-8), 4.59(1H, d,  $J$ =9.8 Hz, H-1''), 4.03(1H, m, H-2''), 3.69(1H, dd,  $J$ =12.0, 4.2 Hz, H-6''a), 3.42(1H, m, H-6''b), 3.23~3.13(3H, m, H-3'', 4'', 5'');<sup>13</sup>C-NMR(100 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ :181.8(C-4), 163.6(C-7), 163.2(C-2), 160.6(C-5), 156.2(C-9), 149.6(C-4'), 145.7(C-3'), 121.4(C-1'), 118.9(C-6'), 116.0(C-5'), 113.3(C-2'), 108.8(C-6), 103.4(C-10), 102.8(C-3), 93.5(C-8), 81.5(C-5''), 78.9(C-3''), 73.0(C-1''), 70.6(C-2''), 70.2(C-4''), 61.4(C-6'')。以上数据与文献[28]基本一致,故鉴定此化合物为异荛草素(isoorientin)。

本研究分离到的 16 个黄酮类成分大多为黄酮苷,均首次从漆姑草属植物中分离得到,表明漆姑草中含有丰富的黄酮类成分,且黄酮苷可能是漆姑草的主要药效成分。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第二十六卷[M]. 北京:科学出版社, 1996.
- [2] 唐文娟, 伏琼, 程勇, 等. Notch 信号通路在漆姑草醇提取物诱导 NB4 细胞分化中作用[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(8): 1110-1113.
- [3] 李焱, 晏雨寒, 黄筑艳. 中药漆姑草化学成分的初步研究[J]. 广州化工, 2011, 39(1): 92, 148.
- [4] 唐文娟, 伏琼, 程勇, 等. 漆姑草醇提取物对人急性早幼粒白血病细胞的诱导分化作用[J]. 癌变·畸变·突变, 2021, 33(1): 42-47.
- [5] 伏琼, 唐文娟, 程勇, 等. 漆姑草醇提取物对白血病细胞 K562 的诱导分化作用[J]. 癌变·畸变·突变, 2021, 33(1): 37-41.
- [6] 黄厚聘, 程才芬, 林文琴, 等. 漆姑草黄酮苷的抗炎作用[J]. 贵阳医学院学报, 1985, 10(2): 98-100.
- [7] 田成国. 抗癌药漆姑草研究简报[J]. 新医学, 1981(7): 360.
- [8] 林启炫, 杜灿凯, 林稚凯, 等. 黄酮类化合物的生物活性及应用研究[J]. 现代食品, 2024, 30(2): 92-97.
- [9] 黄筑艳, 李焱. 漆姑草挥发油化学成分的研究[J]. 长春师范学院学报(自然科学版), 2006, 25(5): 58-60.
- [10] 贾爱群, 谭宁华, 周俊. 传统中药漆姑草(*Sagina japonica*)中的 C-27 甾体成分[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(5): 830-832.
- [11] 张素英, 何林. 漆姑草石油醚提取物化学成分分析及抗肿瘤活性筛选[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(28): 15590-15591, 16082.
- [12] 孙立仁, 钟爱娇, 徐兰兰, 等. 杭白菊化学成分的研究[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(7): 1620-1622.
- [13] 卢启洪, 徐娟华, 赵昱, 等. 孔石莼化学成分的研究[J]. 中国药理学杂志, 2008, 43(8): 582-584.
- [14] 任风芝, 屈会化, 栾新慧, 等. 紫珠叶的化学成分研究 I [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(1): 33-34.
- [15] 周俊, 黄超冠, 余一江, 等. 滨藜叶分药花化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(6): 1108-1113.
- [16] TAHARA S, MATSUKURA Y, KATSUTA H, et al. Naturally occurring antidotes against benzimidazole fungicides[J]. Zeitschrift für Naturforschung C, 1993, 48: 757-765.
- [17] 谢安然, 韦玮, 郝二伟, 等. 甘蔗叶乙酸乙酯部位化学成分研究[J]. 广西植物, 2022, 42(11): 1884-1891.
- [18] TAKESHITA R, SASAKI H, MABUMOTO T, et al. Biotransformation of plant secondary metabolites by silkworms[J]. Heterocycles, 2023, 106(5): 879-887.
- [19] 邹懿, 洪敏, 杨笑芳. 百蕊草化学成分分离[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(7): 74-77.
- [20] BERRONDO L F, GABRIEL F T, FERNANDES S B D O, et al. Dirhamnosyl flavonoid and other constituents from *Brillantaisia palisatii*[J]. Química Nova, 2003, 26(6): 922-923.
- [21] XU F, MATSUDA H, HATA H, et al. Structures of new flavonoids and benzofuran-type stilbene and degranulation inhibitors of rat basophilic leukemia cells from the Brazilian herbal medicine *Cissampelos sicyoides*[J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 2009, 57(10): 1089-1095.
- [22] 姜艳, 钱正明, 张体灯, 等. 金花忍冬地上部分化学成分研究(II)[J]. 林产化学与工业, 2008, 28(6): 58-60.
- [23] 沈寿茂, 沈连钢, 雷崎方. 一点红地上部分的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(21): 3249-3251.
- [24] 沈寿茂, 张晶, 李广志. 一点红地上部分的化学成分研究(II)[J]. 中国药理学杂志, 2013, 48(21): 1815-1819.
- [25] TANG Q, CHEN S, RIZVRI S A H, et al. Two alkaloids from *Delphinium brunonianum* Royle, their anti-inflammatory and anti-oxidative stress activity via NF- $\kappa$ B signaling pathway[J]. Frontiers in Nutrition, 2022, 8: 826957.
- [26] 张普照, 钟国跃, 谢文伟, 等. 熏倒牛中黄酮类成分研究[J]. 中草药, 2016, 47(20): 3565-3568.
- [27] 王青虎, 那音台, 乌恩奇. 蒙药芥菜的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(1): 50-52.
- [28] ÇALIŞI İ, BIRINCIOĞLU S S, KIEMIZIBEKMEZ H, et al. Secondary metabolites from *Asphodelus aestivus*[J]. Zeitschrift für Naturforschung B, 2006, 61: 1304-1310.

(责任编辑:郭严冬)