

## 毛茛菝苳正丁醇部位化学成分及其抗肿瘤活性研究 ( II )

曾宏玲, 何红霞, 宋大刚, 陈金凤, 卜明格, 刘 华\*, 陈钟文\*  
(江西中医药大学, 江西 南昌 330004)

**摘要:** **目的** 研究毛茛菝苳正丁醇部位的化学成分及其抗肿瘤活性。**方法** 采用硅胶、ODS及制备 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 CCK-8 法评价抗肿瘤活性。**结果** 从中分离得到 16 个化合物, 分别鉴定为 kaempferin-3-*O*- $\beta$ -*D*-rutinoside (1)、eleutheroside B (2)、di-*O*-methylcrenatin (3)、1-( $\beta$ -*D*-ribofuranosyl)-1*H*-1, 2, 4-triazone (4)、3-hydroxy-2-[4-[(1*E*)-3-hydroxy-prop-1-en-1-yl]-2-methoxyphenoxy]propyl- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (5)、byzantionosides A (6)、3 $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -ionone-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (7)、icariside B<sub>6</sub> (8)、1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- $\beta$ -carboline-3-carboxylic acid (9)、pubeside C (10)、ent-2 $\beta$ , 15, 16, 19-tetrahydroxypimar-8 (14)-en-19-*O*- $\beta$ -glucopyranoside (11)、 $\beta$ -*D*-glucopyranosyl-ent-2-oxo-15, 16-dihydroxypimar-8 (14)-en-19-oiclate (12)、pubeside D (13)、corchoionoside C (14)、tachioside (15)、leonurisode A (16)。化合物 1~8、11~12 对胃癌 HGC-27 细胞增殖的抑制率为 7.41%~39.95%, 其中化合物 2 的抑制活性最强, 抑制率达 (39.95 $\pm$ 1.123)%。**结论** 化合物 2~16 为首次从毛茛菝苳植物中分离得到, 其中化合物 14 为首次从菝苳属中分离得到。化合物 1~8、11~12 具有一定的抗肿瘤活性。

**关键词:** 毛茛菝苳; 正丁醇部位; 化学成分; 分离鉴定; 抗肿瘤活性

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)02-0472-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.02.017

## Chemical constituents from the *n*-butanol fraction of *Siegesbeckia glabrescens* and their anti-tumor activity ( II )

ZENG Hong-ling HE Hong-xia, SONG Da-gang, CHEN Jin-feng, BU Ming-ge, LIU Hua\*, CHEN Zhong-wen\*

(Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China)

**ABSTRACT: AIM** To study the chemical constituents from the *n*-butanol fraction of *Siegesbeckia glabrescens* M. and their anti-tumor activity. **METHODS** Separation and purification were performed using silica gel, ODS and preparative HPLC, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. The anti-tumor activity was evaluated by CCK-8 assay. **RESULTS** Sixteen compounds were isolated and identified as kaempferin-3-*O*- $\beta$ -*D*-rutinoside (1), eleutheroside B (2), di-*O*-methylcrenatin (3), 1-( $\beta$ -*D*-ribofuranosyl)-1*H*-1, 2, 4-triazone (4), 3-hydroxy-2-[4-[(1*E*)-3-hydroxy-prop-1-en-1-yl]-2-methoxyphenoxy]propyl- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (5), byzantionosides A (6), 3 $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -ionone-3-*O*- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (7), icariside B<sub>6</sub> (8), 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- $\beta$ -carboline-3-carboxylic acid (9), pubeside C (10), ent-2 $\beta$ , 15, 16, 19-tetrahydroxypimar-8 (14)-en-19-*O*- $\beta$ -glucopyranoside (11),  $\beta$ -*D*-glucopyranosyl-ent-2-oxo-15, 16-dihydroxypimar-8 (14)-en-19-oiclate (12), pubeside D (13), corchoionoside C (14), tachioside (15), leonurisode A (16). Inhibition rates of compounds 1-8 and 11-12

收稿日期: 2025-07-07

**基金项目:** 江西省自然科学基金 (2020BABL206146); 江西省卫生与健康委员会科技计划项目 (20191078); 江西省教育厅科技计划重点项目 (GJJ211208)

**作者简介:** 曾宏玲 (2000—), 女, 硕士在读, 从事天然产物化学成分研究。E-mail: zenghongling1@jxutcm.edu.cn

\* **通信作者:** 刘 华 (1969—), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 从事天然药物物质基础研究。E-mail: liuhua@jxutcm.edu.cn  
陈钟文 (1968—), 男, 副教授, 从事有机化学研究。E-mail: chenzhongwen@jxutcm.edu.cn

against HGC-27 gastric cancer cells were 7.41%–39.95%. Among them, compound **2** had the strongest inhibitory activity, and the inhibition rate was (39.95±1.123)%. **CONCLUSION** Compounds **2–16** are first isolated from *S. glabrescens*, and **14** is isolated from the *Siegesbeckia* genus for the first time. Compounds **1–8** and **11–12** have certain anti-tumor activity.

**KEY WORDS:** *Siegesbeckia glabrescens* M.; *n*-butanol fraction; chemical constituents; isolation and identification; anti-tumor activity

豨莶草 *Siegesbeckiae Herba* 作为我国传统药材,具有祛风湿、利关节、解毒之功效<sup>[1]</sup>,其临床应用历史可追溯至《唐本草》<sup>[2]</sup>。2020年版《中国药典》明确收载豨莶 *Siegesbeckia orientalis* L.、腺梗豨莶 *S. pubescens* M. 及毛梗豨莶 *S. glabrescens* M. 为该药材的三大基原植物<sup>[1]</sup>。尽管三者功效相近,但其化学成分存在显著差异,尤其是毛梗豨莶因茎部毛被稀疏而被视为独特的药用资源<sup>[3]</sup>。

现代科学研究显示,豨莶属植物中含有丰富的二萜类化合物,具有显著的抗炎<sup>[4]</sup>、免疫调节<sup>[5]</sup>、抗肿瘤<sup>[6]</sup>等药理作用。课题组前期已对毛梗豨莶二氯甲烷和乙酸乙酯部位的化学成分进行系统研究<sup>[7-10]</sup>,本研究对毛梗豨莶95%乙醇提取物的正丁醇部位进行系统分离纯化,并对得到的单体化合物进行抗肿瘤活性研究,以期进一步丰富毛梗豨莶的化学成分,明确其药效物质基础,为其深度开发利用提供理论依据。

## 1 材料

Lichrospher C<sub>18</sub>制备色谱柱(30 mm×250 mm, 10 μm)、Waters 1525 制备高效液相色谱仪、Waters 2695 Alliance Separations Module 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); Inova-600 超导核磁共振波谱仪(美国 Varian 公司); AB Triple Quad™ 4500 质谱仪(美国 AB SCIEX 公司); WFH-203 (ZF-1s) 三用紫外分析仪(温州科尔特计量检测仪器有限公司); AE100 电子分析天平(万分之一,瑞士梅特勒-托利多公司); SHE-DC 循环水真空泵(郑州长城科工贸有限公司); GXZ-9140MBF 数显鼓风干燥箱(上海博讯实业有限公司); RE-52 旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂); L420-A 低速台式离心机(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司); 超净台(江苏净化设备有限公司); 显微镜(上海缔伦光学仪器有限公司); HH-S2 水浴锅(巩义市予华仪器有限责任公司)。ODS(50 μm, 日本 YMC 公司); 硅胶(200、300 目,青岛海洋化工有限公司)。CCK-8 试剂(大连美仑生物技术有限公司); RPMI-1640 培养基、特级牛血清、

胰蛋白酶、PBS 缓冲液(北京索莱宝科技有限公司)。甲醇(色谱纯,西陇精细化工有限公司有限公司); 水为纯净水(杭州娃哈哈集团有限公司); 其他试剂均为分析纯。

药材于2017年10月采自江西中医药大学神农园,由江西中医药大学葛非教授鉴定为菊科豨莶属植物毛梗豨莶 *Siegesbeckia glabrescens* M. 的地上部分,凭证标本(编号 ZY-20171014)保存于江西中医药大学药学院标本室。

## 2 提取与分离

取阴干的毛梗豨莶草 5 kg, 粉碎, 过 20 目筛, 加入 95% 乙醇室温浸提 3 次, 每次 7 d, 合并提取液, 浓缩得总浸膏 401.5 g。浸膏加入 5 倍量水混悬, 依次用石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇萃取, 每种溶剂萃取 3~4 次, 每次 2 L, 得各萃取部位。正丁醇部位(98.2 g)经硅胶柱分离, 以二氯甲烷-甲醇(8:2~0:1)梯度洗脱, TLC 检识合并相同组分, 最终得到 13 个组分(A~M)。

B 组分经硅胶柱色谱分离, 以二氯甲烷-甲醇(30:1~0:1)梯度洗脱, 所得流分经 TLC 检识合并, 得到 10 个亚组分(B1~B10)。B5 经 ODS 柱分离, 以甲醇-水(1:9~10:0)梯度洗脱, 得到 B5-1~B5-6, B5-5 经半制备 HPLC(检测波长 220 nm)分离, 以甲醇-水(25:75~65:35)梯度洗脱, 得到化合物 **6**(2.5 mg,  $t_R = 57.2$  min)、**7**(2.6 mg,  $t_R = 60.0$  min) 和 **8**(5.2 mg,  $t_R = 63.2$  min)。B6 经 ODS 柱分离, 以甲醇-水(1:9~10:0)梯度洗脱, 得到 B6-1~B6-7, B6-4 经半制备 HPLC(检测波长 210 nm)纯化, 以甲醇-水(15:85~65:35)梯度洗脱, 得到化合物 **14**(6.5 mg,  $t_R = 55.7$  min)。B7 经 ODS 柱分离, 以甲醇-水(1:9~10:0)梯度洗脱, 得到 B7-1~B7-5, B7-2 经半制备 HPLC(检测波长 210 nm)纯化, 以甲醇-水(10:90~15:85)梯度洗脱, 得到化合物 **15**(1.4 mg,  $t_R = 13.5$  min) 和 **16**(3.9 mg,  $t_R = 34.9$  min)。B8 经 ODS 柱分离, 以甲醇-水(1:9~10:0)梯度洗脱, 得到 B8-1~

B8-6, B8-2 经 HPLC (检测波长 210 nm) 纯化, 以甲醇-水 (25 : 75 ~ 65 : 35) 梯度洗脱, 得到化合物 **2** (4.0 mg,  $t_R = 15.4$  min); B8-3 经 HPLC (检测波长 210 nm) 分离, 以甲醇-水 (25 : 75 ~ 65 : 35) 梯度洗脱, 得到化合物 **3** (4.5 mg,  $t_R = 12.9$  min)。B9 经 ODS 柱分离, 以甲醇-水 (1 : 9 ~ 10 : 0) 梯度洗脱, 得到 B9-1 ~ B9-7, B9-5 经 HPLC (检测波长 210 nm) 纯化, 以甲醇-水 (17 : 83 ~ 27 : 73) 梯度洗脱, 得到化合物 **4** (2.0 mg,  $t_R = 13.9$  min) 和 **5** (3.7 mg,  $t_R = 72.1$  min)。

C 组分经硅胶柱色谱分离, 以二氯甲烷-甲醇 (30 : 1 ~ 0 : 1) 梯度洗脱, 所得流分经 TLC 检视合并, 得到 9 个亚组分 (C1 ~ C9)。C4 经半制备 HPLC (检测波长 210 nm) 分离, 以甲醇-水 (40 : 60 ~ 70 : 30) 梯度洗脱, 得到化合物 **1** (3.5 mg,  $t_R = 25.4$  min)。C5 经半制备 HPLC (检测波长 235 nm) 分离, 以甲醇-水 (50 : 50 ~ 60 : 40) 梯度洗脱, 得到化合物 **12** (5.5 mg,  $t_R = 13.5$  min) 和 **13** (10.0 mg,  $t_R = 31.8$  min)。C6 经半制备 HPLC (检测波长 215 nm) 分离, 以甲醇-水 (40 : 60 ~ 80 : 20) 梯度洗脱, 得到化合物 **9** (3.0 mg,  $t_R = 4.4$  min)、**10** (8.7 mg,  $t_R = 37.6$  min) 和 **11** (7.3 mg,  $t_R = 43.0$  min)。半制备 HPLC 的体积流量均为 3 mL/min。

### 3 结构鉴定

化合物 **1**: 淡黄色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 593.1  $[M-H]^-$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 8.09 (2H, d,  $J = 8.9$  Hz, H-2', 6'), 6.91 (2H, d,  $J = 8.9$  Hz, H-3', 5'), 6.42 (1H, d,  $J = 2.1$  Hz, H-8), 6.23 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 5.14 (1H, d,  $J = 7.3$  Hz, Glc H-1), 4.53 (1H, s, Rha H-1), 3.85 ~ 3.24 (10H, m, sugar protons), 1.14 (3H, d,  $J = 6.2$  Hz, Rha H-6); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 177.9 (C-4), 165.3 (C-7), 161.6 (C-5), 160.1 (C-4'), 157.9 (C-9), 157.2 (C-2), 134.1 (C-3), 131.0 (C-2', 6'), 121.4 (C-1'), 114.7 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 103.2 (C-1-Glc), 101.0 (C-1-Rha), 98.8 (C-6), 93.6 (C-8), 76.7 (C-3-Glc), 75.8 (C-5-Glc), 74.4 (C-2-Glc), 72.5 (C-4-Rha), 70.9 (C-3-Rha), 70.7 (C-2-Rha), 70.0 (C-4-Glc), 68.3 (C-5-Rha), 67.2 (C-6-Glc), 16.5 (C-6-Rha)。以上数据与文献 [11] 报道基本一致, 故鉴定为 kaempferol-3-*O*- $\beta$ -*D*-rutinoside。

化合物 **2**: 白色针晶, ESI-MS  $m/z$ : 373.3  $[M+H]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 6.77 (2H, s, H-3, 5), 6.57 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz, H-7), 6.35 (1H, dt,  $J = 15.8, 5.6$  Hz, H-8), 4.24 (2H, dd,  $J = 5.7, 1.6$  Hz, H-9), 3.88 (6H, s, 2, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.80 (1H, d,  $J = 9.5$  Hz, H-1'), 3.70 ~ 3.41 (6H, m, H-2' ~ 6'); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 152.9 (C-2, 6), 134.5 (C-1), 133.7 (C-4), 129.9 (C-8), 128.6 (C-7), 104.0 (C-3, 5), 103.9 (C-1'), 77.0 (C-2'), 76.4 (C-3'), 74.3 (C-5'), 69.9 (C-4'), 62.2 (C-9), 61.2 (C-6'), 55.6 (2, 6-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 eletheroside B。

化合物 **3**: 白色无定形粉末, ESI-MS  $m/z$ : 355.2  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 6.73 (2H, s, H-3, 5), 4.86 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz, H-1'), 4.57 (2H, s, H-7), 3.87 (6H, s, 2, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.79 (1H, dd,  $J = 12.0, 2.5$  Hz, H-6'a), 3.68 (1H, dd,  $J = 12.0, 5.2$  Hz, H-6'b), 3.50 (1H, ddd,  $J = 7.7, 6.8, 2.7$  Hz, H-2'), 3.45 ~ 3.41 (2H, m, H-3', 4'), 3.22 (1H, ddt,  $J = 7.5, 5.2, 2.5$  Hz, H-5'); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 152.8 (C-2, 6), 138.3 (C-4), 133.9 (C-1), 104.2 (C-3, 5), 104.0 (C-1'), 76.9 (C-2'), 76.4 (C-3'), 74.3 (C-4'), 69.9 (C-5'), 63.7 (C-7), 61.2 (C-6'), 55.6 (2, 6-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [13] 报道基本一致, 故鉴定为 di-*O*-methylcrenatin。

化合物 **4**: 淡黄色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 224.1  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 8.33 (1H, s, H-4), 8.20 (1H, s, H-2), 5.98 (1H, d,  $J = 6.4$  Hz, H-1'), 4.76 (1H, dd,  $J = 6.4, 5.1$  Hz, H-3'), 4.34 (1H, dd,  $J = 5.1, 2.6$  Hz, H-4'), 4.19 (1H, q,  $J = 2.6$  Hz, H-2'), 3.90 (1H, dd,  $J = 12.5, 2.5$  Hz, H-5'a), 3.77 (1H, dd,  $J = 12.5, 2.7$  Hz, H-5'b); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 140.6 (C-3), 152.1 (C-5), 89.0 (C-1'), 86.8 (C-4'), 74.1 (C-2'), 71.3 (C-3'), 62.1 (C-5')。以上数据与文献 [14] 报道基本一致, 故鉴定为 1- ( $\beta$ -*D*-ribofuranosyl) -1*H*-1, 2, 4-triazone。

化合物 **5**: 淡黄色油状, ESI-MS  $m/z$ : 439.2  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.09 (1H, d,  $J = 5.4$  Hz, H-6'), 7.08 (1H, s, H-3'), 6.96 (1H, dd,  $J = 8.3, 2.0$  Hz, H-5'), 6.56 (1H,

dt,  $J=15.8, 1.6$  Hz, H-7'), 6.29 (1H, dt,  $J=15.9, 5.8$  Hz, H-8'), 4.44 (1H, p,  $J=5.1$  Hz, H-2), 4.35 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1''), 4.23 (2H, dd,  $J=5.8, 1.6$  Hz, H-9'), 4.13 (1H, dd,  $J=10.8, 5.4$  Hz, H-3a), 3.88 (3H, s, 2'-OCH<sub>3</sub>), 3.87 (1H, d,  $J=1.8$  Hz, H-3b), 3.87~3.84 (2H, m, H-6''), 3.82 (2H, dd,  $J=12.2, 4.8$  Hz, H-1), 3.38~3.35 (1H, m, H-5''), 3.32~3.27 (2H, m, H-3'', 4''), 3.22 (1H, dd,  $J=9.2, 7.8$  Hz, H-2''); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 150.6 (C-2'), 146.8 (C-1'), 132.0 (C-4'), 130.0 (C-7'), 127.3 (C-8'), 119.3 (C-5'), 117.4 (C-6'), 110.0 (C-3'), 110.0 (C-3''), 103.3 (C-1''), 79.6 (C-2), 76.6 (C-5''), 73.7 (C-2''), 70.2 (C-4''), 67.7 (C-3), 62.3 (C-1), 61.4 (C-9'), 60.6 (C-6''), 55.1 (C-10')。以上数据与文献 [15] 报道基本一致, 故鉴定为 3-hydroxy-2 { 4- [ (1E) -3-hydroxyprop-1-en-1-yl ] -2-methoxy-phenoxy } propyl- $\beta$ -D-glucopyranoside。

化合物 6: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 393.6 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 6.69 (1H, dd,  $J=15.8, 10.2$  Hz, H-7), 6.14 (1H, d,  $J=15.8$  Hz, H-8), 5.76 (1H, dt,  $J=3.1, 1.5$  Hz, H-4), 4.41 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 4.40~4.36 (1H, m, H-3), 3.91 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-6'a), 3.72~3.69 (1H, m, H-6'b), 3.17 (1H, dd,  $J=9.1, 7.8$  Hz, H-2'), 2.59 (1H, d,  $J=10.1$  Hz, H-6), 2.28 (3H, s, H-10), 1.86 (1H, dd,  $J=13.6, 5.8$  Hz, H-2b), 1.65 (3H, s, H-13), 1.34 (1H, d,  $J=6.8$  Hz, H-2a), 1.06 (3H, s, H-12), 0.93 (3H, s, H-11); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 199.4 (C-9), 148.3 (C-7), 135.3 (C-5), 133.0 (C-8), 124.5 (C-4), 101.7 (C-1'), 76.8 (C-5'), 76.5 (C-3'), 73.7 (C-2'), 72.5 (C-3), 70.3 (C-4'), 61.4 (C-6'), 54.4 (C-6), 39.3 (C-2), 33.1 (C-1), 28.2 (C-11), 25.6 (C-10), 23.9 (C-12), 21.4 (C-13)。以上数据与文献 [16] 报道基本一致, 故鉴定为 byzantionosides A。

化合物 7: 白色无定形粉末, ESI-MS  $m/z$ : 393.6 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.35 (1H, d,  $J=16.4$  Hz, H-7), 6.15 (1H, d,  $J=16.4$  Hz, H-8), 4.46 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 4.17~4.13 (1H, m, H-3), 3.90 (1H, d,  $J=2.1$  Hz, H-6'a), 3.70 (1H, d,  $J=5.2$  Hz, H-6'b),

3.18 (1H, dd,  $J=9.2, 7.8$  Hz, H-2'), 2.58 (1H, dd,  $J=17.8, 6.2$  Hz, H-4a), 2.32 (3H, s, H-10), 2.21~2.17 (1H, m, H-4b), 1.82 (3H, s, H-13), 1.17 (3H, s, H-12), 1.14 (3H, s, H-11); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 199.5 (C-9), 143.0 (C-7), 135.7 (C-8), 132.6 (C-6), 131.8 (C-5), 101.1 (C-1'), 76.7 (C-3'), 76.5 (C-5'), 73.7 (C-2'), 71.1 (C-3), 70.3 (C-4'), 63.0 (C-6'), 45.9 (C-2), 39.0 (C-4), 36.3 (C-1), 29.1 (C-11), 27.3 (C-12), 25.8 (C-10), 20.3 (C-13)。以上数据与文献 [17] 报道基本一致, 故鉴定为 3 $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -ionone-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside。

化合物 8: 白色无定形粉末, ESI-MS  $m/z$ : 371.0 [M-H]<sup>-</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 4.44 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 4.10~4.04 (1H, m, H-3), 3.91~3.86 (1H, m, H-6'a), 3.69 (1H, dd,  $J=11.9, 5.2$  Hz, H-6'b), 3.37 (1H, t,  $J=8.7$  Hz, H-3'), 3.32~3.28 (2H, m, H-2', 4'), 3.17 (1H, dd,  $J=9.2, 7.8$  Hz, H-5'), 2.56 (1H, ddd,  $J=9.9, 6.2, 3.4$  Hz, H-4a), 2.39~2.30 (2H, m, H-8), 2.22 (1H, ddd,  $J=13.9, 9.7, 6.6$  Hz, H-4b), 2.16 (3H, s, H-10), 2.04 (1H, dd,  $J=16.5, 9.7$  Hz, H-7a), 1.87 (1H, ddd,  $J=12.3, 3.6, 2.1$  Hz, H-2b), 1.79~1.73 (1H, m, H-7b), 1.64 (3H, s, H-13), 1.34 (1H, d,  $J=6.9$  Hz, H-2a), 1.07 (3H, s, H-12), 1.06 (3H, s, H-11); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 210.1 (C-9), 136.1 (C-6), 124.7 (C-5), 100.9 (C-1'), 76.7 (C-3'), 76.5 (C-5'), 73.8 (C-2'), 71.7 (C-3), 70.2 (C-4'), 61.3 (C-6'), 45.9 (C-2), 43.5 (C-8), 38.3 (C-4), 37.3 (C-1), 28.6 (C-10), 28.3 (C-12), 27.2 (C-11), 21.5 (C-7), 18.5 (C-13)。以上数据与文献 [18] 报道基本一致, 故鉴定为 icariside B<sub>6</sub>。

化合物 9: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 231.1 [M+H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CH<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.47 (1H, d,  $J=7.9$  Hz, H-5), 7.34 (1H, d,  $J=8.1$  Hz, H-8), 7.16~7.10 (1H, m, H-7), 7.04 (1H, t,  $J=7.4$  Hz, H-6), 4.68 (1H, d,  $J=6.9$  Hz, H-1), 3.94 (1H, dd,  $J=12.1, 5.0$  Hz, H-3), 3.43 (1H, ddd,  $J=16.3, 5.0, 1.5$  Hz, H-4a), 3.01 (1H, ddd,  $J=16.3, 12.1, 2.5$  Hz, H-4), 1.74 (3H, d,  $J=6.7$  Hz, H-10); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CH<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 172.6 (C-11), 137.2 (C-8a), 130.3

(C-9a), 126.2 (C-4b), 121.8 (C-7), 119.1 (C-6), 117.7 (C-5), 110.9 (C-8), 106.5 (C-4a), 58.4 (C-3), 49.7 (C-1), 23.1 (C-4), 15.9 (C-10)。以上数据与文献 [19] 报道基本一致, 故鉴定为 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- $\beta$ -carboline-3-carboxylic acid。

化合物 10: 淡黄色油状, ESI-MS  $m/z$ : 517.3  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.43 (1H, d,  $J=8.1$  Hz, H-1'), 5.18 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-14), 4.10 ~ 4.01 (2H, m, H-6'), 3.83 (2H, ddd,  $J=29.7, 12.0, 1.9$  Hz, H-3', 4'), 3.70 ~ 3.64 (2H, m, H-16a, 16b), 3.52 (1H, ddd,  $J=8.0, 5.4, 2.4$  Hz, H-2'), 3.39 ~ 3.31 (2H, m, H-5', 15), 2.43 (1H, ddd,  $J=12.6, 4.0, 2.1$  Hz, H-5), 2.30 (2H, dddd,  $J=13.8, 10.8, 5.1, 3.0$  Hz, H-2), 2.05 ~ 1.94 (2H, m, H-1), 2.05 ~ 1.94 (2H, m, H-3), 1.92 ~ 1.66 (2H, m, H-6), 1.92 ~ 1.66 (2H, m, H-7), 1.59 (1H, td,  $J=9.7, 8.8, 3.7$  Hz, H-9), 1.59 (2H, td,  $J=9.7, 8.8, 3.7$  Hz, H-11), 1.30 (3H, s, 18-CH<sub>3</sub>), 0.83 (3H, s, 17-CH<sub>3</sub>), 0.71 (3H, s, 20-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 176.0 (C-19), 137.8 (C-8), 128.5 (C-14), 94.3 (C-1'), 78.6 (C-5'), 77.4 (C-3'), 77.1 (C-15), 72.6 (C-2'), 69.7 (C-4'), 63.8 (C-16), 62.9 (C-6'), 55.6 (C-5), 50.1 (C-9), 46.1 (C-4), 39.9 (C-1), 39.4 (C-10), 37.1 (C-3), 37.0 (C-13), 36.3 (C-7), 31.8 (C-12), 27.8 (C-18), 23.6 (C-17), 21.6 (C-6), 18.8 (C-2), 18.2 (C-11), 14.1 (C-20)。以上数据与文献 [20] 报道基本一致, 故鉴定为 pubeside C。

化合物 11: 淡黄色油状, ESI-MS  $m/z$ : 439.2  $[M-CH(OH)CH_2OH]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.19 (1H, s, H-14), 4.20 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 4.04 (1H, d,  $J=9.6$  Hz, H-6'), 3.90 ~ 3.81 (2H, m, H-2, 19b), 3.71 ~ 3.67 (2H, m, H-6'a, 16b), 3.57 (1H, dd,  $J=9.0, 2.3$  Hz, H-15), 3.47 (1H, dd,  $J=11.1, 9.0$  Hz, H-16a), 3.37 ~ 3.28 (4H, m, H-3b, 5'), 3.25 (1H, dd,  $J=15.0, 2.3$  Hz, H-3'), 3.19 (1H, dd,  $J=9.0, 7.8$  Hz, H-2'), 2.31 (2H, dddd,  $J=18.7, 14.2, 4.2, 2.1$  Hz, H-7a), 2.02 (3H, dddd,  $J=24.4, 11.5, 6.1, 3.5$  Hz, H-1b, 7a, 12b), 1.82 (1H, t,  $J=8.4$  Hz, H-6b), 1.58 (2H, td,  $J=$

10.9, 9.6, 4.0 Hz, H-11), 1.32 (1H, qd,  $J=13.0, 4.4$  Hz, H-6a), 1.20 (1H, dd,  $J=12.8, 2.3$  Hz, H-5), 1.09 (3H, s, 18-CH<sub>3</sub>), 1.06 ~ 1.00 (1H, m, H-1a), 0.97 ~ 0.88 (2H, m, H-3a, 12a), 0.84 (6H, s, 17, 20-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 138.0 (C-8), 128.8 (C-14), 103.5 (C-1'), 76.8 (C-5'), 76.4 (C-3'), 76.1 (C-15), 73.9 (C-2'), 72.7 (C-19), 70.2 (C-4'), 63.9 (C-2), 62.9 (C-16), 61.3 (C-6'), 55.2 (C-5), 51.1 (C-9), 48.1 (C-1), 44.1 (C-3), 39.4 (C-4), 39.2 (C-10), 37.1 (C-7), 36.0 (C-12), 31.8 (C-13), 27.0 (C-6), 21.9 (C-17), 21.7 (C-18), 18.3 (C-11), 16.0 (C-20)。以上数据与文献 [21] 报道基本一致, 故鉴定为 ent-2 $\beta$ , 15, 16, 19-tetrahydroxypimar-8 (14) -en-19-*O*- $\beta$ -glucopyranoside。

化合物 12: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 535.3  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 5.26 (1H, s, H-14), 5.40 (1H, d,  $J=7.9$  Hz, H-1'), 3.81 (1H, dd,  $J=12.1, 2.0$  Hz, H-16a), 3.68 (1H, t,  $J=3.6$  Hz, H-19a), 3.66 (1H, dd,  $J=4.7, 3.4$  Hz, H-19b), 3.53 (1H, dd,  $J=8.9, 2.3$  Hz, H-15), 3.46 (1H, dd,  $J=11.0, 8.9$  Hz, H-6'b), 3.41 ~ 3.34 (4H, m, H-2' ~ 5'), 2.81 (1H, dd,  $J=14.0, 1.7$  Hz, H-12b), 2.39 ~ 2.35 (1H, m, H-1a), 2.39 ~ 2.35 (2H, m, H-3), 2.39 ~ 2.35 (m, H-5), 2.39 ~ 2.35 (m, 1H-7a), 2.16 ~ 2.09 (m, 1H-7b), 2.09 ~ 2.02 (m, 2H-11), 2.00 (1H, dd,  $J=12.4, 2.4$  Hz, H-1b), 2.00 (1H, dd,  $J=12.4, 2.4$  Hz, H-16b), 1.88 (1H, qd,  $J=13.1, 4.3$  Hz, H-9), 1.57 (2H, dddd,  $J=17.0, 13.9, 9.5, 5.6$  Hz, H-6), 1.43 (3H, s, H-18), 0.98 (1H, td,  $J=12.7, 4.2$  Hz, H-12a), 0.87 (3H, s, H-17), 0.76 (3H, s, H-20); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 210.9 (C-2), 175.1 (C-19), 137.2 (C-8), 129.1 (C-14), 94.7 (C-1'), 77.4 (C-5'), 77.0 (C-3'), 76.2 (C-15), 72.4 (C-2'), 69.6 (C-4'), 62.9 (C-16), 60.9 (C-6'), 54.4 (C-5), 53.1 (C-1), 50.3 (C-3), 49.7 (C-9), 43.2 (C-4), 43.2 (C-10), 37.1 (C-13), 35.6 (C-7), 31.5 (C-12), 26.8 (C-18), 23.4 (C-6), 21.5 (C-17), 18.0 (C-11), 13.7 (C-20)。以上数据与文献 [22] 报道基本一致, 故鉴定为  $\beta$ -*D*-glucopyranosyl-ent-2-oxo-15, 16-dihydroxypimar-8 (14) -en-19-oiclate。

化合物 13: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 499.6

$[M+H]^+$ .  $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 5.27 (1H, q,  $J=1.7$  Hz, H-14), 4.19 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 3.90~3.85 (2H, m, H-3', 4'), 3.71~3.65 (2H, m, H-16), 3.55 (1H, dd,  $J=8.9, 2.3$  Hz, H-15), 3.47 (1H, dd,  $J=11.1, 8.9$  Hz, H-6'b), 3.37~3.30 (2H, m, H-2', 5'), 3.27~3.25 (1H, m, H-19b), 3.17 (1H, dd,  $J=9.2, 7.7$  Hz, H-19a), 2.66 (1H, dd,  $J=13.3, 2.3$  Hz, H-12b), 2.43 (1H, d,  $J=12.8$  Hz, H-3), 2.36 (1H, ddd,  $J=14.1, 4.5, 2.0$  Hz, H-7a), 2.30 (2H, dd,  $J=12.8, 2.1$  Hz, H-1), 2.10 (1H, t,  $J=8.4$  Hz, H-5), 2.02 (1H, dd,  $J=13.6, 3.9$  Hz, H-7b), 1.89~1.85 (1H, m, H-11a), 1.85~1.81 (1H, m, H-9), 1.62~1.44 (1H, m, H-6a), 1.62~1.44 (1H, m, H-11b), 1.19 (3H, s, H-17), 0.98 (1H, td,  $J=12.7, 4.5$  Hz, H-12a), 0.87 (3H, s, H-18), 0.86 (3H, s, H-20);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 214.7 (C-2), 137.3 (C-8), 129.3 (C-14), 103.6 (C-1'), 76.5 (C-5'), 76.4 (C-3'), 76.2 (C-15), 73.8 (C-2'), 72.8 (C-19), 70.3 (C-4'), 62.9 (C-16), 61.5 (C-6'), 54.5 (C-5), 53.1 (C-1), 50.5 (C-3), 50.0 (C-9), 43.5 (C-4), 43.4 (C-10), 37.2 (C-13), 35.5 (C-7), 31.6 (C-12), 27.0 (C-18), 22.3 (C-17), 21.6 (C-6), 18.2 (C-11), 15.0 (C-20)。以上数据与文献 [20] 报道基本一致, 故鉴定为 pubeside D。

化合物 14: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 385.2  $[M-H]^-$ .  $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 5.97 (1H, dd,  $J=15.6, 0.9$  Hz, H-7), 5.87 (1H, q,  $J=1.3$  Hz, H-4), 5.73 (1H, dd,  $J=15.6, 7.3$  Hz, H-8), 4.53 (1H, t,  $J=6.6, 5.6$  Hz, H-9), 4.27 (1H, d,  $J=7.9$  Hz, H-1'), 3.85 (1H, dd,  $J=11.9, 2.3$  Hz, H-6'a), 3.63 (1H, dd,  $J=11.9, 6.2$  Hz, H-6'b), 3.30~3.12 (4H, m, H-2'~5'), 2.61 (1H, d,  $J=17.0$  Hz, H-2b), 2.17 (1H, d,  $J=16.9$  Hz, H-2a), 1.94 (3H, d,  $J=1.4$  Hz, H-11), 1.29 (3H, d,  $J=6.5$  Hz, H-10), 1.03 (3H, s, H-12), 1.01 (3H, s, H-13);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 199.9 (C-3), 165.7 (C-5), 132.4 (C-7), 132.3 (C-8), 125.7 (C-4), 99.9 (C-1'), 78.6 (C-6), 77.0 (C-5'), 76.8 (C-3'), 73.5 (C-2'), 73.3 (C-9), 70.3 (C-4'), 61.4 (C-6'), 49.4 (C-2), 41.0 (C-1), 23.3 (C-13), 22.1 (C-12), 20.9 (C-10), 18.2 (C-11)。以上数据与

文献 [23] 报道基本一致, 故鉴定为 corchoionoside C。

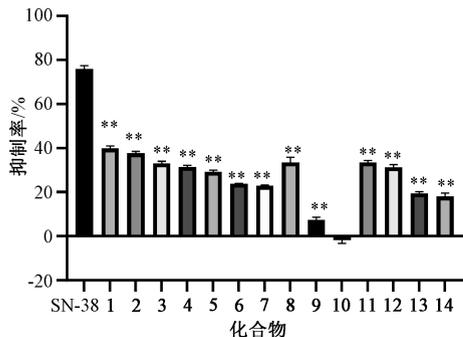
化合物 15: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 325.2  $[M+Na]^+$ .  $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 6.80 (1H, d,  $J=2.6$  Hz, H-3), 6.68 (1H, d,  $J=8.6$  Hz, H-5), 6.58 (1H, dd,  $J=8.6, 2.7$  Hz, H-6), 4.75~4.71 (1H, m, H-1'), 3.89 (1H, dd,  $J=11.9, 2.1$  Hz, H-6'a), 3.82 (3H, s,  $-OCH_3$ ), 3.68 (1H, dd,  $J=12.0, 5.7$  Hz, H-6'b), 3.46~3.35 (4H, m, H-2'~5');  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 151.4 (C-4), 147.8 (C-2), 141.5 (C-1), 114.5 (C-6), 108.5 (C-5), 102.4 (C-3), 102.3 (C-1'), 76.8 (C-5'), 76.6 (C-3'), 73.4 (C-2'), 70.1 (C-4'), 61.2 (C-6'), 54.9 (C- $OCH_3$ )。以上数据与文献 [24] 报道基本一致, 故鉴定为 tachioside。

化合物 16: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 331.1  $[M-H]^-$ .  $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 6.12 (2H, s, H-3, 5), 4.66 (1H, d,  $J=7.2$  Hz, H-1'), 3.79 (6H, s,  $OCH_3 \times 2$ ), 3.67 (2H, dd,  $J=11.9, 5.1$  Hz, H-6'), 3.38~3.46 (4H, m, H-2'~5');  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CD_3OD$ )  $\delta$ : 154.6 (C-4), 153.3 (C-2, 6), 128.1 (C-1), 104.8 (C-1'), 93.0 (C-3, 5), 76.9 (C-3'), 76.4 (C-5'), 74.3 (C-2'), 69.9 (C-4'), 61.2 (C-6'), 55.3 (C-2 $\times$  $OCH_3$ )。以上数据与文献 [25] 报道基本一致, 故鉴定为 leonuriside A。

#### 4 抗肿瘤活性评价

本研究采用 CCK-8 法检测化合物对胃癌 HGC-27 细胞的增殖抑制活性, 以 7-乙基-10-羟基喜树碱 (SN-38) 作为阳性对照药物。取对数生长期的 HGC-27 细胞, 调整细胞密度至  $1.0 \times 10^6$  /mL, 接种于 96 孔板, 每孔 100  $\mu$ L, 每孔设置 3 个复孔, 在 37  $^{\circ}C$ 、5%  $CO_2$  条件下培养 24 h, 使细胞充分贴壁。实验组每孔加入 100  $\mu$ L 含 10  $\mu$ mol/L 待测化合物的培养基, 对照组每孔加入 100  $\mu$ L 含 10% DMSO 的完全培养基, 药物处理 24 h 后, 每孔加入 20  $\mu$ L 10% CCK-8 溶液, 避光孵育 1.5 h, 于 450 nm 波长处测定各孔光密度 (OD) 值, 计算细胞抑制率, 公式为抑制率 =  $[(OD_{\text{对照组}} - OD_{\text{实验组}}) / (OD_{\text{对照组}} - OD_{\text{空白组}})] \times 100\%$ , 结果见图 1。由此可知, 化合物 1~8、11~12 均表现出一定的胃癌 HGC-27 细胞增殖抑制活性。相对于其他化合物, 化合物 2 对 HGC-27 细胞的抑制活性较强, 抑制率

为  $(39.95 \pm 1.123)\%$ ；倍半萜类化合物 **6**、**7**、**8** 和 **14** 中，化合物 **8** 活性最强，抑制率为  $(33.44 \pm 2.445)\%$ 。



注：SN-38 为阳性药。与 SN-38 比较，\*\*  $P < 0.01$ 。

图 1 各化合物对 HGC-27 细胞增殖的抑制率

Fig. 1 Inhibition rate of each compound against the proliferation of HGC-27 cells

## 5 讨论

本研究从毛梗豨莩正丁醇部位成功分离鉴定得到 16 个化合物，其中 14 个为苷类化合物，包括 4 个二萜苷（化合物 **10**~**13**）、4 个倍半萜苷（化合物 **6**~**8**、**14**）、2 个苯丙素苷（化合物 **2** 和 **5**）以及黄酮苷（化合物 **1**）等。本研究发现化合物 **14** 为豨莩属植物中首次发现的新颖结构，而化合物 **2**~**13** 及 **15**~**16** 均为毛梗豨莩中首次分离得道的化学成分。对毛梗豨莩正丁醇部位分离得到的化合物进行抗肿瘤活性评价时发现，化合物 **1**~**8** 及 **11**~**12** 均对胃癌 HGC-27 细胞表现出不同程度的增殖抑制作用，其中化合物 **2** 显示出较强的抑制活性，抑制率达 39.95%。现有研究表明，化合物 **2** 具有广泛的药理活性，包括抗炎、抗氧化、神经保护、抗糖尿病及肝肾保护等<sup>[26]</sup>。本研究不仅证实了该化合物先前报道的抗癌作用，更首次明确揭示了其对胃癌细胞的抑制效果，进一步拓展了化合物 **2** 的药用价值。本研究结果丰富了豨莩属植物的化学成分多样性图谱，不仅为阐明毛梗豨莩的传统药效物质基础提供了关键科学依据，也为后续开发新型天然药物先导化合物奠定了重要的理论基础，对推动毛梗豨莩的深入开发利用具有积极意义。

## 参考文献：

[ 1 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2020 年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020：384.  
[ 2 ] 居明秋，金 玲，居明乔. 豨莩草品种的考证[J]. 中药材，2000，23(9)：572-573.  
[ 3 ] Guan Q T, Li Q, Xu S F, et al. Rapid identification of

chemical compositions from three species of *Siegesbeckia Herba* by ultra-performance liquid chromatography-electrospray ionizationquadrupole time of flightmass spectrometry in combination with deoxyribonucleic acid barcoding[J]. *J Sep Sci*, 2023, 46(16)：2300160.

[ 4 ] 高丽娟，徐世芳，李晓誉，等. 腺梗豨莩 PPAR $\gamma$  激动活性成分及其抗炎作用研究[J]. 中国中药杂志，2019，44(23)：5191-5197.  
[ 5 ] 钱瑞琴，张春英，付宏征，等. 豨莩草活性部位抗风湿作用机理研究[J]. 中国中西医结合杂志，2000，20(3)：192-195.  
[ 6 ] 汪建平，罗 琼，阮金兰，等. 豨莩草对人宫颈癌 HeLa 细胞的体外抑制效应[J]. 医药导报，2009，28(1)：45-46.  
[ 7 ] 颜 蓉，陈钟文，张玉珂，等. 毛梗豨莩正丁醇部位化学成分研究[J]. 中成药，2024，46(11)：3664-3671.  
[ 8 ] 刘 华，靳永亮，张纪越，等. 毛梗豨莩乙酸乙酯部位化学成分及生物活性研究[J]. 广西植物，2020，40(12)：1699-1705.  
[ 9 ] 朱伶俐，徐 丽，吴华强，等. 毛梗豨莩草化学成分研究 II [J]. 中国实验方剂学杂志，2018，24(2)：57-61.  
[ 10 ] 曾令峰，徐骏伟，徐 丽，等. 毛梗豨莩草黄酮类化学成分分离鉴定[J]. 中国实验方剂学杂志，2017，23(14)：74-77.  
[ 11 ] 朱海林，王振洲，郑炳真，等. 毛酸浆果实的化学成分研究[J]. 中草药，2016，47(5)：732-735.  
[ 12 ] 闫兆威，刘金平，卢 丹，等. 刺五加果肉化学成分的研究 ( II ) [J]. 天然产物研究与开发，2013，25(3)：338-341.  
[ 13 ] 王 巧，李昌芬，王洪云，等. 镰叶西番莲的化学成分研究[J]. 中药材，2023，46(11)：2745-2748.  
[ 14 ] Huang R M, Zhou X F, Peng Y, et al. Nucleosides from the marine sponge *Callyspongia* SP. [J]. *Chem Nat Compd*, 2011, 46(6)：1010-1011.  
[ 15 ] Ngo Q A, Tran T Y, Nguyen T H, et al. Phenolic and lignan compounds from *Stixis suaveolens*[J]. *Vietnam J Chem*, 2019, 57(3)：311-317.  
[ 16 ] Takeda Y, Zhang H, Masuda T, et al. Megastigmane glucosides from *Stachys byzantina*[J]. *Phytochemistry*, 1997, 44(7)：1335-1337.  
[ 17 ] Gou P, Xiao Y Y, Lv L, et al. Hydroquinone and terpene glucosides from *Leontopodium leontopodioides* and their lipase inhibitory activity[J]. *Fitoterapia*, 2018, 130: 89-93.  
[ 18 ] Miyase T, Ueno A, Takizawa N, et al. Studies on the glycosides of *Epimedium grandiflorum* MORR. var. *thunbergianum* (MIQ.) NAKAI. III[J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(7)：2475-2484.  
[ 19 ] 刘 艳，孙逢恬，姜海冰，等. 假酸浆果化学成分及其抗炎活性[J]. 中成药，2021，43(10)：2703-2711.  
[ 20 ] Li W, Li H. New diterpenoid glucosides from *Siegesbeckia pubescens*[J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2001, 12(1)：51-54.  
[ 21 ] Xiang Y, Zhang H, Fan C Q, et al. Novel diterpenoids and diterpenoid glucosides from *Siegesbeckia orientalis*[J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(9)：1517-1521.  
[ 22 ] Wang L, Hu L. Chemical constituents of *Siegesbeckia orientalis*

- L. [J]. *J Integr Plant Biol*, 2006, 48(8): 991-995.
- [23] Yoshikawa M, Shimada H, Saka M, et al. Medicinal foodstuffs. V. Moroheiya. (1): Absolute stereostructures of corchoionosides A, B, and C, histamine release inhibitors from the leaves of Vietnamese *Corchorus olitorius* L. (Tiliaceae) [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 1997, 45(3): 464-469.
- [24] 杨梦, 郝志友, 周诗琪, 等. 山茱萸果实化学成分及其抗阿尔茨海默症活性研究[J]. *药学报*, 2022, 57(12): 3608-3615.
- [25] 薛涛涛, 唐志书, 段金殿, 等. 药蜀葵茎叶化学成分及其体外抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和5-脂氧合酶活性研究[J]. *中草药*, 2023, 54(10): 3060-3070.
- [26] 付珂, 张亚芳, 曾莉, 等. 刺五加苷B的生物活性及提取分离研究进展[J/OL]. *天然产物研究与开发*, 1-22 (2025-02-28) [2025-06-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1335.Q.20250228.1112.004.html>.

## 黔产白花前胡化学成分及其抗菌活性研究

蒲婉君<sup>1,2</sup>, 林开琴<sup>1</sup>, 张妮<sup>1,2</sup>, 江艳华<sup>3</sup>, 李金玉<sup>1,2</sup>, 李珂<sup>1,2</sup>, 刘翰飞<sup>1,2\*</sup>, 潘卫东<sup>1\*</sup>

[1. 贵州医科大学药学院中药功效成分发掘与利用全国重点实验室, 贵州贵阳 550014; 2. 贵州省天然产物研究中心, 贵州贵阳 550014; 3. 黔草堂金煌(贵州)中药材种植有限公司, 贵州毕节 553208]

**摘要:** 目的 研究黔产白花前胡 *Peucedanum praeruptorum* Dunn 的化学成分及其抗菌活性。方法 采用硅胶、Sephadex LH-20、RP-18 反相硅胶、TLC 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。采用微量稀释法测定抗菌活性。结果 从中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为前胡香豆素 C (1)、日本前胡醇 (2)、nodakenetin (3)、芸香霉素 (4)、6-羟基-7, 8-二甲氧基香豆素 (5)、1-hexadecanoyl propan-2, 3-diol (6)、falcariindiol (7)、1, 3-dimyrustin (8)、 $\beta$ -谷甾醇 (9)、angelicol A (10)、irisflorein (11)、pinoresinol (12)、balanophonin B (13)、邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (14)。化合物 7 对青枯假单胞菌、枯草芽胞杆菌、根癌农杆菌、产气杆菌的最小抑菌浓度分别为 25、6.25、12.5、12.5  $\mu\text{mol/L}$ 。结论 化合物 5、6、8、10~13 为首次从前胡属植物中分离得到。化合物 7 对青枯假单胞菌、枯草芽胞杆菌、根癌农杆菌、产气杆菌具有良好的抑制作用。

**关键词:** 白花前胡; 化学成分; 分离纯化; 结构鉴定; 抗菌活性

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)02-0479-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2026.02.018

## Chemical constituents of *Peucedanum praeruptorum* from Guizhou and their antibacterial activity

PU Wan-jun<sup>1,2</sup>, LIN Kai-qin<sup>1</sup>, ZHANG Ni<sup>1,2</sup>, JIANG Yan-hua<sup>3</sup>, LI Jin-yu<sup>1,2</sup>, LI Ke<sup>1,2</sup>, LIU Han-fei<sup>1,2\*</sup>, PAN Wei-dong<sup>1\*</sup>

[1. State Key Laboratory of Discovery and Utilization of Functional Components in Traditional Chinese Medicine, School of Pharmaceutical Sciences, Guizhou Medical University, Guiyang 550014, China; 2. Natural Products Research Center of Guizhou Province, Guiyang 550014, China; 3. Qiancaotang Jinhuang (Guizhou) Chinese Herbal Medicine Planting Co., Ltd., Bijie 553208]

**ABSTRACT: AIM** To study the chemical constituents of *Peucedanum praeruptorum* Dunn from Guizhou and their antibacterial activity. **METHODS** Separation and purification were performed using silica gel, Sephadex LH-20, RP-18 reverse phase silica gel, TLC and semi-preparative HPLC, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. The antibacterial activity was

收稿日期: 2025-06-18

基金项目: 贵州省科技厅项目(黔科合支撑[2022]一般125); 国家自然科学基金项目(32160102)

作者简介: 蒲婉君(1996—), 女, 硕士在读, 研究方向为药物化学。E-mail: 2289546377@qq.com

\*通信作者: 刘翰飞(1995—), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向为中药分析。E-mail: 1005589153@qq.com

潘卫东(1976—), 男, 研究员, 从事民族药及喀斯特特色药用植物活性成分研究。E-mail: wdpan@163.com