

参考文献:

[1] 戴仕林, 桑梦如, 乐 巍, 等. 中药三棱的本草考证[J]. 中药材, 2022, 45(9): 2267-2272.

[2] 李 瑶, 赵金双, 赵 辉, 等. 中药三棱研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(9): 92-94.

[3] 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: 13-14.

[4] 刘军标, 熊 英, 杨 堃, 等. 三棱活性成分研究概况及质量标志物的预测分析[J]. 中国药房, 2021, 32(6): 763-768.

[5] 刘军标. 基于炮制配伍对照研究三棱抗血栓作用及其活性成分[D]. 南昌: 江西中医药大学, 2022.

[6] 刘 艳, 荣晓惠, 谭金燕, 等. 洋金花叶中黄酮类和生物碱类化学成分研究[J]. 中草药, 2021, 52(14): 4141-4152.

[7] 朱蔚芊, 殷 鑫, 周 英, 等. 薏苡仁的化学成分研究[J]. 中药材, 2021, 44(12): 2823-2828.

[8] 梁 蒙, 王亚凤, 李小梅, 等. 洋紫荆的化学成分研究[J]. 中草药, 2023, 54(14): 4427-4432.

[9] 陈 旭, 曹彦刚, 张宇涵, 等. 太圣鲜地黄化学成分及生物活性研究[J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(9): 4315-4320.

[10] 曹 阳, 张淑华, 梁 冲, 等. 蝙蝠蛾拟青霉菌丝体化学成分研究[J]. 中国药物化学杂志, 2019, 29(4):

300-304.

[11] 刘 敏, 郑小花, 朱根华, 等. 黑果菝葜根茎化学成分的研究[J]. 中成药, 2017, 39(3): 540-543.

[12] 杨瑞昆, 邹思芳, 闫 君, 等. 雷公藤乙酸乙酯部位和水部位化学成分的分离与鉴定[J]. 中国药房, 2019, 30(5): 638-641.

[13] Trinh P T N, Tri M D, An N H, et al. Phenolic compounds from the rhizomes of *Drynaria bonii*[J]. *Chem Nat Compd*, 2015, 51(3): 476-479.

[14] 彭伊玲, 张在其, 李明姣, 等. 白毛乌莓化学成分及类风湿性关节炎活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(7): 1156-1163.

[15] 邱鹰昆, 窦德强, 徐碧霞, 等. 仙人掌肉质茎的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(5): 274-276; 292.

[16] 王 涵, 司函瑞, 焦玉凤, 等. 大白菜的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(8): 1343-1347.

[17] 齐桦琳, 杜 艳, 陈 玉, 等. 打箭菊水溶性成分的研究[J]. 绿色科技, 2022, 24(8): 222-224.

[18] 唐小凤. 竹叶椒的化学成分研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2016.

[19] 乔方良, 夏天爽, 张成中, 等. 三斑海马的化学成分研究[J]. 药学实践与服务, 2023, 41(9): 540-543; 560.

[20] 刘 贝, 王淑美, 王佰灵, 等. 三棱的环二肽类成分抗凝活性[J]. 中成药, 2015, 37(1): 34-39.

宽叶金粟兰化学成分及其子宫颈鳞状上皮细胞抑制活性研究

曹 颖, 周艳艳*, 祝燕莉

(河南省中医院/河南中医药大学第二附属医院, 河南 郑州 450006)

摘要: 目的 研究宽叶金粟兰化学成分及其子宫颈鳞状上皮细胞抑制活性。方法 采用硅胶、Sephadex LH-20 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。通过 MTT 法评价所得化合物对子宫颈鳞状上皮细胞 SiHa 的体外抑制活性。结果 从中分离得到 25 个化合物, 分别鉴定为 poacynose (1)、multifidolglucoside (2)、黑萹酮酯丁 (3)、黑麦草素 (4)、methoxylatifolone (5)、2, 4-二叔丁基苯酚 (6)、2, 2'-oxybis (1, 4) -di-tert-butylbenzene (7)、chrysophanol (8)、3, 7-二羟基-5, 4'-二甲氧基黄酮 (9)、5-carbomethoxymethyl-4', 7-dihydroxyflavone (10)、anacolosine (11)、koaburaside (12)、3, 5-二羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮 (13)、phlomiol (14)、柑橘查耳酮 (15)、3-羟基-1-(3-甲氧基-4-羟苯基)丙烷-1-酮 (16)、去乙酰氧母菊素 (17)、sintenin (18)、3, 5, 3'-三羟基-7, 4-二甲氧基黄酮 (19)、5, 3'-二羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮 (20)、medioresinol (21)、lawsonicin (22)、burselignan (23)、cedrusin (24)、platyterophthalide (25)。化合物 8 对 SiHa 细胞的 IC₅₀ 值为 (59.26±2.71) μmol/L。结论 化合物 1~25 均为首次从宽叶金粟兰中分离得到。化合物 8 对子宫颈鳞状上皮细胞 SiHa 具有良好的抑制活性。

关键词: 宽叶金粟兰; 化学成分; 分离鉴定; 子宫颈鳞状上皮细胞; 抑制活性

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)06-1915-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.06.019

收稿日期: 2025-09-29

基金项目: 河南省自然科学基金项目 (252300421389)

作者简介: 曹 颖 (1990—), 女, 硕士, 主治医师, 研究方向为中医内分泌及盆底障碍性疾病。E-mail: caoying666zy@163.com

* 通信作者: 周艳艳 (1976—), 女, 博士, 主任医师, 研究方向为中医药治疗妇科疾病。E-mail: doctor999hn@126.com

Chemical constituents of *Chloranthus henryi* and their inhibitory activity against cervical squamous epithelial cells

CAO Ying, ZHOU Yan-yan*, ZHU Yan-li

(Henan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine / The Second affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450006, China)

ABSTRACT: **AIM** To study the chemical constituents of *Chloranthus henryi* Hemsl. and their inhibitory activity against cervical squamous epithelial cells. **METHODS** Separation and purification were performed using silica gel and Sephadex LH-20, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. The *in vitro* inhibitory activity of obtained compounds against cervical squamous epithelial cells SiHa was evaluated by MTT method. **RESULTS** Twenty-five compounds were isolated and identified as poacynose (1), multifidolglucoside (2), butylenone (3), ryeoxins (4), methoxylatifolone (5), 2, 4-di-tert-butylphenol (6), 2, 2'-oxybis (1, 4) -di-tert-butylbenzene (7), chrysophanol (8), 3, 7-dihydroxy-5, 4'-dimethoxyflavone (9), 5-carbomethoxymethyl-4' 7-dihydroxyflavone (10), anacolosine (11), koaburaside (12), 3, 5-dihydroxy-7 4'-dimethoxyflavone (13), phlomiol (14), citrochalone (15), 3-hydroxy-1- (3-methoxy-4-hydroxyphenyl) propane-1-one (16), deacetoxyimulin (17), sintenin (18), 3, 5, 3-trihydroxy-7 4'-dimethoxyflavone (19), 5, 3'-dihydroxy-7, 4'-dimethoxyflavonoids (20), medioresinol (21), lawsonicin (22), burselignan (23), cedrusin (24), platypterophthalide (25). The IC₅₀ value of compound 8 against SiHa cells was (59.26±2.71) μmol/L. **CONCLUSION** Compounds 1–25 are isolated from *C. henryi* for the first time. Compound 8 has good inhibitory activity against cervical squamous epithelial cells SiHa.

KEY WORDS: *Chloranthus henryi* Hemsl.; chemical constituents; isolation and identification; cervical squamous epithelial cells; inhibitory activity

宽叶金粟兰为金粟兰科植物宽叶金粟兰 *Chloranthus henryi* Hemsl. 的全草, 又称平头细辛、四块瓦、四大天王^[1], 其植物资源丰富, 具有独特的观赏价值和药用价值, 广泛分布于河南、安徽、江苏、四川、湖南等省份。宽叶金粟兰性温, 味苦辛, 有毒, 具有解毒消痈、活血散瘀、祛湿除痹的功效, 可用于治疗疮疖、疮痈肿毒、风湿痹痛、经闭、毒蛇咬伤、癣症等^[2], 主要化学成分为倍半萜类、黄酮类、木脂素类、酰胺类、生物碱类和香豆素类^[3]。药理作用显示, 其具有抗肿瘤、抗菌、神经保护、提高机体免疫、收缩子宫等活性^[4]。

宫颈鳞状上皮细胞覆盖于子宫颈表面, 是构成宫颈防御屏障的重要细胞, 可抵御外来病原体入侵, 参与维持子宫收缩, 保护子宫。正常生理状态下, 宫颈鳞状上皮细胞会不断分裂、生长、衰老和凋亡, 维持着动态平衡, 其异常增生是辅助诊断宫颈癌前病变和筛查宫颈癌的重要细胞学指标。张卫青等^[5]对宽叶金粟兰提取物进行分离纯化, 并对所得化合物进行抗肿瘤活性测试, 结果所得化合

物 chololactone a 和 cholrajaponol 对人宫颈癌细胞 HeLa 具有良好的抑制活性。基于此, 本研究对宽叶金粟兰提取物进行分离纯化, 并测试所得化合物对宫颈鳞状上皮细胞的抑制活性, 以期丰富宽叶金粟兰治疗宫颈癌的物质基础。

1 材料

InfinityLab 7000D 型质谱仪 (美国 Agilent 公司); X-Pulse 型核磁共振仪 (英国 Oxford Instruments 公司); RV 10 型旋转蒸发仪 (德国 Ika-Werke 公司); Cubis® II 型分析天平 (德国 Sartorius 公司); XP/ME 型电子天平 (瑞士 Mettler-Toledo 公司); M Plex 型多功能酶标仪 (瑞士 Tecan 公司)。Sephadex LH-20 凝胶 (美国 Thermo Fisher Scientific 公司); 柱色谱硅胶 (青岛海洋化工有限公司)。紫杉醇 (云南汉德生物技术有限公司, 批号 20250416); MTT (北京索莱宝科技有限公司, 批号 20250107); DMEM (德国 Merck 公司, 批号 D5648)。

宽叶金粟兰采自河南省新密市, 经河南中医药大学第二附属医院祝燕莉副教授鉴定为宽叶金粟兰

Chloranthus henryi Hemsl. 的全草。子宫颈鳞状上皮细胞（日本癌症研究院，批号 20240911）。

2 提取与分离

取宽叶金粟兰 18.6 kg，采用 90% 乙醇渗漉提取，回收溶剂，得宽叶总浸膏 3.2 kg。将宽叶总浸膏超声混悬于水中，依次用 3 种不同极性溶剂萃取，回收溶剂得到石油醚萃取物（Fr. I，319 g）、乙酸乙酯萃取物（Fr. II，276 g）和正丁醇萃取物（Fr. III，295 g）。

Fr. II 经硅胶柱色谱分离，用正己烷-四氢呋喃（100 : 0~25 : 75）梯度洗脱，得 Fr. II-1~Fr. II-9。Fr. II-2（13.7 g）经硅胶柱色谱分离，用环己烷-四氢呋喃（75 : 25~25 : 75）梯度洗脱，得 Fr. II-2-1~Fr. II-2-7，Fr. II-2-2（213 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **1**（23 mg）；Fr. II-2-4（197 mg）经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离，用甲醇洗脱，得化合物 **4**（21 mg）和 **6**（21 mg）；Fr. II-2-6（174 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **2**（22 mg）。Fr. II-5（17.2 g）经硅胶柱色谱分离，用环己烷-四氢呋喃（75 : 25~25 : 75）梯度洗脱，得 Fr. II-5-1~Fr. II-5-8，Fr. II-5-2（173 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **7**（22 mg）；Fr. II-5-3（163 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **9**（18 mg）和 **13**（24 mg）；Fr. II-5-5（161 mg）经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离，用甲醇洗脱，得化合物 **8**（20 mg）；Fr. II-5-7（208 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **14**（26 mg）。Fr. II-8（19.1 g）经硅胶柱色谱分离，用环己烷-四氢呋喃（75 : 25~25 : 75）梯度洗脱，得 Fr. II-8-1~Fr. II-8-7，Fr. II-8-1（156 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **19**（21 mg）和 **20**（27 mg）；Fr. II-8-3（156 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **15**（19 mg）和 **21**（19 mg）；Fr. II-8-6（171 mg）经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离，用甲醇洗脱，得化合物 **5**（22 mg）和 **18**（25 mg）；Fr. II-8-8（194 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-四氢呋喃（50 : 50）洗脱，得化合物 **16**（21 mg）。

Fr. III 经硅胶柱色谱分离，用环己烷-甲醇（100 : 0~15 : 85）梯度洗脱，得 Fr. III-1~Fr. III-8。

Fr. III-1（14.2 g）经硅胶柱色谱分离，用环己烷-甲醇（85 : 15~15 : 85）梯度洗脱，得 Fr. III-1-1~Fr. III-1-6，Fr. III-1-2（185 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-甲醇（50 : 50）洗脱，得化合物 **10**（20 mg）；Fr. III-1-3（202 mg）经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离，用甲醇洗脱，得化合物 **11**（26 mg）和 **25**（21 mg）；Fr. III-1-4（193 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-甲醇（50 : 50）洗脱，得化合物 **17**（26 mg）。Fr. III-3（16.3 g）经硅胶柱色谱分离，用环己烷-甲醇（85 : 15~15 : 85）梯度洗脱，得 Fr. III-3-1~Fr. III-3-7，Fr. III-3-2（196 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-甲醇（50 : 50）洗脱，得化合物 **24**（25 mg）；Fr. III-3-3（197 mg）经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离，用甲醇洗脱，得化合物 **3**（20 mg）和 **12**（21 mg）；Fr. III-3-4（216 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-甲醇（50 : 50）洗脱，得化合物 **22**（22 mg）；Fr. III-3-5（189 mg）经硅胶柱色谱纯化，用环己烷-甲醇（50 : 50）洗脱，得化合物 **23**（20 mg）。

3 结构鉴定

化合物 **1**：黄色油状物，ESI-MS m/z ：349.213 5 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ ：7.93 (2H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-2, 6), 7.53 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-4), 7.46 (2H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-3, 5), 5.48 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-1'), 4.37 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-1'')；¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ ：127.6 (C-1), 129.1 (C-2), 130.4 (C-3), 131.7 (C-4), 127.4 (C-5), 124.8 (C-6), 165.1 (C-7), 97.4 (C-1'), 73.6 (C-2'), 78.1 (C-3'), 70.9 (C-4')。以上数据与文献 [6] 报道基本一致，故鉴定为 poacynose。

化合物 **2**：黄色粉末，ESI-MS m/z ：459.147 2 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ ：6.24 (1H, brs, H-3), 6.02 (1H, brs, H-5), 4.76 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-1''), 3.82~3.73 (2H, m, H-2'/6''a), 3.48 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-6'' β), 3.29~3.23 (4H, m, H-2''~5''), 1.71 (1H, m, H-3'a), 1.42 (1H, m, H-3' β), 1.13 (3H, d, $J=11.9$ Hz, H-5'), 0.94 (3H, t, $J=11.2$ Hz, 4'-CH₃)；¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ ：97.4 (C-1), 143.5 (C-2), 97.1 (C-3), 153.5 (C-4), 96.2 (C-5), 153.1 (C-6), 194.5 (C-1'), 46.1 (C-2'), 27.4 (C-3'), 19.4 (C-4'), 18.4 (C-5'), 97.3 (C-1''), 76.1 (C-2''), 75.4 (C-3''), 70.3 (C-4''),

74.1 (C-5"), 59.7 (C-6")。以上数据与文献 [7] 报道基本一致, 故鉴定为 multifidolglucoside。

化合物 3: 黄色油状物, ESI-MS m/z : 455.518 3 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 6.31 (1H, t, $J=11.9$ Hz, H-12), 3.61 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-22), 3.48 (3H, s, 30-OCH₃), 1.35 (3H, s, H-30), 1.26 (3H, s, H-27), 1.17 (3H, s, H-23), 1.13 (3H, s, H-24), 0.97 (3H, s, H-26), 0.93 (3H, s, H-28); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 40.1 (C-1), 35.7 (C-2), 183.5 (C-3), 48.1 (C-4), 56.7 (C-5), 20.4 (C-6), 31.8 (C-7), 40.3 (C-8), 45.1 (C-9), 37.2 (C-10), 24.1 (C-11), 120.8 (C-12), 143.1 (C-13), 43.6 (C-14), 26.7 (C-15), 20.8 (C-16), 39.1 (C-17), 45.6 (C-18), 40.3 (C-19), 41.7 (C-20), 37.2 (C-21), 74.6 (C-22), 25.1 (C-23)。以上数据与文献 [8] 报道基本一致, 故鉴定为黑萸酮酯丁。

化合物 4: 白色晶体, ESI-MS m/z : 219.183 9 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 5.91 (1H, s, H-3), 4.28 (1H, m, H-6), 2.63 (1H, ddd, $J=11.9, 6.5, 1.8$ Hz, H-7a), 1.97 (1H, ddd, $J=11.9, 6.5, 1.8$ Hz, H-5a), 1.73 (3H, s, H-8), 1.51 (1H, t, $J=5.4$ Hz, H-7 β), 1.42 (3H, s, H-9), 1.27 (3H, s, H-10), 1.19 (1H, overlapped, H-5 β); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 89.1 (C-1), 164.2 (C-2), 116.2 (C-3), 37.9 (C-4), 48.3 (C-5), 64.1 (C-6), 49.3 (C-7), 31.4 (C-8), 26.1 (C-9, 10)。以上数据与文献 [9] 报道基本一致, 故鉴定为黑麦草素。

化合物 5: 棕色粉末, ESI-MS m/z : 399.427 6 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 6.85 (1H, s, H-6), 5.73 (2H, s, H-2), 4.02 (3H, s, 4-OCH₃), 3.91 (3H, s, 7-OCH₃), 3.05 (2H, q, $J=11.9$ Hz, H-2'), 1.05 (3H, t, $J=11.9$ Hz, H-3'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 97.3 (C-1), 103.5 (C-2), 124.6 (C-3), 135.3 (C-4), 124.1 (C-5), 112.5 (C-6), 141.2 (C-7), 183.2 (C-1'), 37.1 (C-2'), 15.3 (C-3'), 59.1 (4-OCH₃), 58.3 (7-OCH₃)。以上数据与文献 [10] 报道基本一致, 故鉴定为 methoxylatifolone。

化合物 6: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 229.514 3 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.41 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-3), 6.95 (1H, dd, $J=$

11.9, 6.5 Hz, H-5), 6.54 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-6), 1.53 (9H, s, H-12~14), 1.41 (9H, s, H-8~10); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 146.8 (C-1), 142.9 (C-2), 118.6 (C-3), 127.8 (C-4), 131.7 (C-5), 132.9 (C-6), 35.2 (C-7), 32.7 (C-8~10), 35.1 (C-11), 30.7 (C-12~14)。以上数据与文献 [11] 报道基本一致, 故鉴定为 2, 4-二叔丁基苯酚。

化合物 7: 白色针晶, ESI-MS m/z : 417.043 7 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.61 (2H, d, $J=11.9$ Hz, H-6, 6'), 7.45 (2H, d, $J=11.9$ Hz, H-3, 3'), 6.95 (2H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-5, 5'), 1.41 (18H, s, H-8~10, 8'~10'), 1.32 (18H, s, H-12~14, 12'~14'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 131.5 (C-1), 151.7 (C-2), 113.8 (C-3, 3'), 139.1 (C-4), 125.9 (C-5, 5'), 127.9 (C-6), 36.1 (C-7), 32.4 (C-8~10, 8'~10'), 35.1 (C-11), 31.8 (C-12~14, 12'~14'), 131.5 (C-1'), 151.7 (C-2'), 139.1 (C-4'), 127.9 (C-6'), 36.1 (C-7'), 35.1 (C-11')。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 2, 2'-oxybis (1, 4) -di-tert-butylbenzene。

化合物 8: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 277.137 5 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 11.62 (1H, s, 8-OH), 11.19 (1H, s, 1-OH), 7.58 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-7), 7.51 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-5), 7.37 (1H, s, H-4), 7.43 (1H, t, $J=6.5$ Hz, H-6), 6.73 (1H, s, H-2), 2.36 (3H, s, 3-OCH₃); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 153.6 (C-1), 121.7 (C-2), 151.3 (C-3), 116.5 (C-4), 116.5 (C-5), 138.2 (C-6), 123.1 (C-7), 154.6 (C-8), 176.5 (C-9), 170.5 (C-10), 131.6 (C-11), 132.8 (C-12), 114.5 (C-13), 22.6 (3-OCH₃)。以上数据与文献 [13] 报道基本一致, 故鉴定为 chrysophanol。

化合物 9: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 337.586 3 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 11.97 (1H, s, 7-OH), 8.16 (2H, d, $J=11.9$ Hz, H-2', 6'), 8.03 (2H, d, $J=11.9$ Hz, H-3', 5'), 6.87 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-8), 6.53 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-6), 3.76 (3H, s, 5-OCH₃), 3.52 (3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 124.7 (C-1), 153.1 (C-2), 128.6 (C-3), 158.9 (C-4), 154.1 (C-5), 99.3 (C-6), 162.5 (C-7), 94.1 (C-

8), 157.3 (C-9), 102.6 (C-10), 119.5 (C-1'), 131.2 (C-2'), 116.1 (C-3'), 163.8 (C-4'), 113.8 (C-5'), 127.6 (C-6')。以上数据与文献 [14] 报道基本一致, 故鉴定为 3, 7-二羟基-5, 4'-二甲氧基黄酮。

化合物 10: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 359.417 3 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 9.73 (1H, s, 4'-OH), 9.52 (1H, s, 7-OH), 7.51 (2H, d, J = 11.9 Hz, H-2', 6'), 6.81 (2H, d, J = 6.5 Hz, H-3', 5'), 6.73 (1H, s, H-8), 6.42 (1H, s, H-3), 6.35 (1H, s, H-6), 3.86 (2H, s, H-11), 3.61 (3H, s, 12-OCH₃); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 132.6 (C-1), 141.6 (C-2), 102.8 (C-3), 173.8 (C-4), 135.3 (C-5), 109.2 (C-6), 154.6 (C-7), 97.2 (C-8), 57.8 (C-9), 107.5 (C-10), 38.4 (C-11), 164.5 (C-12), 135.6 (C-1'), 117.2 (C-2', 6'), 113.5 (C-3', 5'), 113.8 (C-4'), 50.7 (12-OCH₃)。以上数据与文献 [15] 报道基本一致, 故鉴定为 5-carbomethoxymethyl-4', 7-dihydroxyflavone。

化合物 11: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 261.217 3 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 6.65 (2H, d, J = 6.5 Hz, H-2), 5.91 (2H, d, J = 11.9 Hz, H-3), 2.53 (2H, t, J = 6.5 Hz, H-12), 2.37 (2H, dt, J = 11.9, 6.5 Hz, H-6), 1.41 ~ 1.36 (8H, m, H-8 ~ 11), 121.00 (2H, q, J = 6.5 Hz, H-7); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 153.6 (C-1), 121.9 (C-2), 115.8 (C-3), 79.1 (C-4), 97.6 (C-5), 23.9 (C-6), 29.6 (C-7), 30.7 (C-8), 31.2 (C-9), 32.6 (C-10), 27.4 (C-11), 35.1 (C-12), 176.3 (C-13)。以上数据与文献 [16] 报道基本一致, 故鉴定为 anacolosine。

化合物 12: 白色粉末, ESI-MS m/z : 355.437 9 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 5.82 (2H, s, H-2, 6), 4.71 (1H, d, J = 11.9 Hz, H-1'), 3.92 (1H, brd, J = 11.9, 6.5 Hz, H-6'a), 3.56 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.42 (1H, dd, J = 11.9, 6.5 Hz, H-6' β), 3.47 ~ 3.39 (3H, overlapped, H-2', 4', 5'), 3.08 (1H, m, H-3'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 142.5 (C-1), 91.5 (C-2), 151.5 (C-3), 131.4 (C-4), 151.5 (C-5), 91.5 (C-6), 97.8 (C-1'), 74.1 (C-2'), 79.3 (C-3'), 68.5 (C-4'), 76.4 (C-5'), 61.2 (C-6'), 55.2 (2-OCH₃)。以上数据与文献 [17] 报道基本

一致, 故鉴定为 koaburaside。

化合物 13: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 337.211 3 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 12.53 (1H, s, 3-OH), 11.76 (1H, s, 5-OH), 7.53 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-2', 6'), 6.81 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-8), 6.42 (2H, d, J = 6.5 Hz, H-3'/5'), 6.31 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-6), 3.72 (3H, s, 7-OCH₃), 3.25 (3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 131.5 (C-1), 151.3 (C-2), 130.8 (C-3), 176.5 (C-4), 147.1 (C-5), 100.2 (C-6), 158.2 (C-7), 94.3 (C-8), 152.6 (C-9), 94.6 (C-10), 124.2 (C-1'), 125.3 (C-2'), 114.2 (C-3'), 14.6 (C-4'), 121.6 (C-5'), 122.5 (C-6')。以上数据与文献 [18] 报道基本一致, 故鉴定为 3, 5-二羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮。

化合物 14: 白色粉末, ESI-MS m/z : 361.182 3 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.51 (1H, s, H-3), 5.93 (1H, s, H-1), 4.72 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-1'), 3.84 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-7), 3.75 (1H, d, J = 11.9, 6.5 Hz, H-6'a), 3.68 (1H, s, H-6), 3.51 (1H, dd, J = 11.9, 6.5 Hz, H-6' β), 3.26 (1H, d, J = 6.5 Hz, H-5), 3.17 (1H, m, H-4'), 3.12 (1H, m, H-3'), 3.03 (1H, t, J = 11.9, 6.5 Hz, H-2'), 2.37 (1H, s, H-9), 0.97 (3H, s, H-10); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 92.7 (C-1), 127.3 (C-2), 143.2 (C-3), 111.7 (C-4), 67.1 (C-5), 75.3 (C-6), 82.6 (C-7), 79.1 (C-8), 56.2 (C-9), 27.5 (C-10), 153.4 (C-11), 99.5 (C-1'), 72.4 (C-2'), 75.1 (C-3'), 71.6 (C-4'), 76.3 (C-5'), 61.9 (C-6')。以上数据与文献 [19] 报道基本一致, 故鉴定为 phlomiol。

化合物 15: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 294.143 8 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.63 (1H, d, J = 11.9 Hz, H-1 α), 7.32 (2H, d, J = 6.5 Hz, H-2, 6), 7.21 (1H, d, J = 11.9 Hz, H-1 β), 6.71 (2H, d, J = 11.9 Hz, H-3, 5), 5.73 (2H, brs, H-3', 5'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 113.5 (C-1), 126.7 (C-2, 6), 113.4 (C-3, 5), 158.1 (C-4), 105.1 (C-1'), 151.6 (C-2', 6'), 93.6 (C-3', 5'), 143.2 (C-4')。以上数据与文献 [20] 报道基本一致, 故鉴定为柑橘查耳酮。

化合物 16: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 219.135 8 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.67

(1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-6), 7.61 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-2), 6.74 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-5), 4.01 (3H, s, 3-OCH₃), 3.86 (2H, t, $J = 11.9$ Hz, H-9); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 128.3 (C-1), 106.9 (C-2), 151.6 (C-3), 146.9 (C-4), 107.3 (C-5), 121.8 (C-6), 178.3 (C-7), 42.6 (C-8), 59.1 (C-9), 56.2 (3-OCH₃)。以上数据与文献 [21] 报道基本一致, 故鉴定为 3-羟基-1-(3-甲氧基-4-羟基苯基) 丙烷-1-酮。

化合物 17: 白色粉末, ESI-MS m/z : 269.137 6 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 5.74 (1H, t, $J = 11.9$ Hz, H-3), 3.46 (1H, t, $J = 6.5$ Hz, H-6), 3.37 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-5), 2.51 (3H, s, H-14), 2.43 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-9a), 2.28 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-9 β), 2.19 (3H, s, H-15), 2.13 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-11), 1.97 (1H, m, H-8 β), 1.85 (1H, m, H-7), 1.43 (1H, m, H-8a), 1.36 (3H, d, $J = 11.9$ Hz, H-13); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 127.3 (C-1), 185.3 (C-2), 141.3 (C-3), 165.3 (C-4), 53.1 (C-5), 85.1 (C-6), 57.3 (C-7), 25.9 (C-8), 38.3 (C-9), 142.1 (C-10), 39.5 (C-11), 163.2 (C-12), 15.1 (C-13), 20.3 (C-14), 21.6 (C-15)。以上数据与文献 [22] 报道基本一致, 故鉴定为去乙酰氧母菊素。

化合物 18: 白色油状物, ESI-MS m/z : 373.216 8 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 5.13 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-1), 4.92 (1H, m, H-9), 4.57 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-5), 4.36 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-6), 4.17 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-3), 2.43 (1H, m, H-2a), 2.15 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-8 β), 2.02 (1H, m, H-11), 1.94 (3H, s, H-2'), 1.87 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-8a), 1.81 (1H, d, $J = 11.5$ Hz, H-2 β), 1.76 (1H, m, H-7), 1.68 (3H, s, H-15), 1.43 (3H, s, H-14), 1.31 (3H, d, $J = 11.9$ Hz, H-13); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 124.3 (C-1), 32.7 (C-2), 79.1 (C-3), 136.8 (C-4), 126.1 (C-5), 80.3 (C-6), 47.1 (C-7), 31.5 (C-8), 79.1 (C-9), 126.7 (C-10), 39.2 (C-11), 163.5 (C-12), 11.7 (C-13), 12.6 (C-14), 14.1 (C-15), 153.6 (C-1'), 22.3 (C-2'), 157.3 (C-3'), 21.6 (C-4')。以上数据与文献 [23] 报道基本一致, 故鉴定为 sintenin。

化合物 19: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 349.243 5 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.71 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-6), 7.58 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-2), 6.91 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-5), 6.09 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-8), 6.42 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-10), 4.06 (3H, s, 4-OCH₃), 3.85 (3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 118.3 (C-1), 115.3 (C-2), 138.2 (C-3), 142.6 (C-4), 108.5 (C-5), 97.5 (C-6), 153.9 (C-7), 143.5 (C-8), 151.8 (C-9), 106.2 (C-10), 124.3 (C-1'), 95.1 (C-2'), 141.3 (C-3'), 168.5 (C-4'), 154.6 (C-5'), 59.2 (3-OCH₃)。以上数据与文献 [24] 报道基本一致, 故鉴定为 3, 5, 3'-三羟基-7, 4-二甲氧基黄酮。

化合物 20: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 337.103 4 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 11.65 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, 5-OH), 9.53 (1H, s, 3'-OH), 7.62 (1H, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-6'), 7.52 (1H, t, $J = 6.5$ Hz, H-2'), 6.82 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-5'), 6.75 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-3), 6.53 (1H, t, $J = 6.5$ Hz, H-8), 6.28 (1H, t, $J = 6.5$ Hz, H-6); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 131.7 (C-1), 154.2 (C-2), 98.6 (C-3), 173.5 (C-4), 157.2 (C-5), 100.2 (C-6), 143.6 (C-7), 93.8 (C-8), 146.2 (C-9), 106.2 (C-10), 123.5 (C-1'), 112.8 (C-2'), 144.3 (C-3'), 149.2 (C-4'), 121.6 (C-5'), 127.2 (C-6'), 55.7 (7-OCH₃), 55.1 (4'-OCH₃)。以上数据与文献 [25] 报道基本一致, 故鉴定为 5, 3'-二羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮。

化合物 21: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 411.262 7 [M + Na]⁺。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.02 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-2), 6.91 (1H, d, $J = 11.9$ Hz, H-5), 6.76 (1H, dd, $J = 11.9, 6.5$ Hz, H-6), 6.53 (2H, s, H-2', 6'), 4.69 (2H, m, H-7, 7'), 4.31 (4H, m, H₂-9, 9'), 3.92 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), 3.76 (3H, s, 3-OCH₃), 3.05 (2H, m, H-8, 8'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 131.5 (C-1), 103.5 (C-2), 137.6 (C-3), 145.2 (C-4), 114.7 (C-5), 113.5 (C-6), 88.6 (C-7), 59.1 (C-8), 73.1 (C-9), 134.1 (C-1'), 103.7 (C-2'), 126.5 (C-3'), 118.6 (C-4'), 139.5 (C-5'), 56.7 (3-OCH₃), 56.2 (3', 5'-OCH₃)。以上数据与文献 [26] 报道基本一致, 故鉴定为 medioresinol。

化合物 **22**: 黄色油状物, ESI-MS m/z : 383.135 4 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.03 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-2'), 6.82 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-5'), 6.72 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-6'), 6.62 (2H, s, H-4, 7), 5.43 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-2), 3.92 (3H, s, 6-OCH₃), 3.85 ~ 3.74 (2H, m, H-3 β), 3.69 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.51 (1H, m, H-3), 3.63 (2H, t, $J=11.9$ Hz, H-3''), 2.72 (2H, t, $J=11.9$ Hz, H-1''), 1.93 (2H, m, H-2''); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 125.6 (C-1), 91.6 (C-2), 57.6 (C-3), 15.6 (C-4), 137.2 (C-5), 136.8 (C-6), 124.6 (C-7), 136.2 (C-1'), 97.6 (C-2'), 128.3 (C-3'), 131.6 (C-4'), 112.9 (C-5'), 107.6 (C-6'), 32.9 (C-1''), 33.1 (C-2''), 63.5 (C-3''), 55.7 (6-OCH₃), 55.9 (3'-OCH₃)。以上数据与文献 [27] 报道基本一致, 故鉴定为 lawsonicin。

化合物 **23**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 383.143 8 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.05 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-2'), 6.83 (1H, s, H-2), 6.72 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-5'), 6.46 (1H, s, H-6), 6.37 (1H, dd, $J=11.9, 6.50$ Hz, H-6'), 4.17 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-7'), 3.82 (3H, s, 3-OCH₃), 3.76 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.54 (2H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-9), 3.42 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-9'a), 3.06 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-7a), 3.02 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-9' β), 2.84 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-7 β), 2.16 (2H, m, H-8, 8'); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 116.5 (C-1), 107.3 (C-2), 143.1 (C-3), 137.6 (C-4), 116.2 (C-5), 132.6 (C-6), 32.6 (C-7), 33.8 (C-8), 63.6 (C-9), 136.1 (C-1'), 114.5 (C-2'), 145.3 (C-3'), 143.8 (C-4'), 113.1 (C-5'), 123.8 (C-6'), 42.8 (C-7'), 44.6 (C-8'), 61.3 (C-9'), 55.1 (3, 3'-OCH₃)。以上数据与文献 [28] 报道基本一致, 故鉴定为 burselignan。

化合物 **24**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 369.127 5 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 7.06 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-2), 6.92 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-6), 6.81 (1H, d, $J=6.5$ Hz, H-5), 6.42 (1H, brs, H-2'), 6.36 (1H, brs, H-6'), 5.53 (1H, d, $J=11.9$ Hz, H-7), 3.57 (1H, m, H-8), 3.46 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-9 β), 3.37 (1H, m, H-9a), 2.46 (2H, t, $J=11.9$ Hz, 7'-

CH₂), 1.91 ~ 1.78 (2H, m, 8'-CH₂); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 131.7 (C-1), 108.5 (C-2), 151.2 (C-3), 141.6 (C-4), 114.5 (C-5), 120.3 (C-6), 89.1 (C-7), 56.2 (C-8), 64.9 (C-9), 130.2 (C-1'), 117.3 (C-2'), 141.5 (C-3'), 144.3 (C-4'), 135.1 (C-5'), 116.4 (C-6'), 36.2 (C-7'), 33.5 (C-8'), 64.1 (C-9')。以上数据与文献 [29] 报道基本一致, 故鉴定为 cedrusin。

化合物 **25**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 255.342 9 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (CDCl₃, 600 MHz) δ : 6.35 (1H, s, H-6), 5.41 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-9), 5.13 (1H, s, H-3), 5.02 (1H, s, H-11 β), 4.85 (1H, s, H-11a), 3.56 (1H, dd, $J=11.9, 6.5$ Hz, H-8), 1.83 (3H, s, H-12); ¹³C-NMR (CDCl₃, 150 MHz) δ : 152.6 (C-1), 136.5 (C-2), 68.6 (C-3), 113.1 (C-4), 165.3 (C-5), 96.1 (C-6), 150.3 (C-7), 31.7 (C-8), 89.3 (C-9), 142.6 (C-10), 113.1 (C-11), 18.6 (C-12)。以上数据与文献 [30] 报道基本一致, 故鉴定为 platypterophthalide。

4 子宫鳞状上皮细胞抑制活性研究

采用 MTT 法^[31]评价化合物对子宫鳞状上皮细胞 SiHa 的体外抑制活性, 以紫杉醇作为阳性对照。取处于对数生长期的 SiHa 细胞 (密度为 8×10^4 个/mL), 按每孔 100 μ L 接种于 96 孔板, 每孔设 3 个复孔, 于 37 $^{\circ}$ C 下培养 24 h。每孔分别加入 100 μ L 紫杉醇及化合物 **1~25** (浓度为 5、25、50、100、200 μ mol/L), 继续培养 24 h 后, 加入 20 μ L MTT 进行染色, 在 520 nm 波长处测定吸光度, 计算化合物的半数抑制浓度 (IC₅₀)。

结果, 化合物 **1、5、8、14、18、23** 对 SiHa 细胞均表现出抑制活性, 其中化合物 **8** 对 SiHa 细胞的抑制活性最强, IC₅₀ 值为 (59.26 \pm 2.71) μ mol/L, 其他化合物未显示出明显的抑制活性 (IC₅₀ > 200 μ mol/L), 见表 1。

5 讨论

本研究从宽叶金粟兰提取物中分离并鉴定得到 25 个化合物, 均为首次从宽叶金粟兰中分离得到, 主要包括金粟兰属特征性的倍半萜类 (**1、2、3、5**)、黄酮类 (**9、10、13、15、19、20**)、木脂素类 (**21、22、23、24、25**) 等。本研究结果与既往对金粟兰属的化学成分研究报道基本一致^[32], 进一步证实了倍半萜类、黄酮类和木脂素类是该属植物的主要化学成分。SiHa 细胞最早是从罹患原

表1 各化合物对SiHa细胞的抑制活性 ($\bar{x}\pm s, n=3$)

Tab.1 Inhibitory activity of various compounds against SiHa cells ($\bar{x}\pm s, n=3$)

| 化合物 | IC ₅₀ /($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) | 化合物 | IC ₅₀ /($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) |
|-----|---|-----|---|
| 1 | 141.56±3.26* | 14 | 115.69±3.08* |
| 2 | 216.72±3.84* | 15 | 203.58±3.72* |
| 3 | 254.28±4.13* | 16 | 274.39±3.95* |
| 4 | 352.43±4.06* | 17 | 246.28±3.85* |
| 5 | 95.69±2.86* | 18 | 175.57±4.28* |
| 6 | 243.59±3.75* | 19 | 207.69±3.36* |
| 7 | 315.28±4.18* | 20 | 384.26±4.21* |
| 8 | 59.26±2.71 | 21 | 232.68±3.93* |
| 9 | 229.84±3.83* | 22 | 371.28±4.23* |
| 10 | 265.39±3.84* | 23 | 124.56±3.14* |
| 11 | 271.26±3.75* | 24 | 243.85±3.92* |
| 12 | 251.85±3.86* | 25 | 228.31±4.09* |
| 13 | 319.27±4.05* | 紫杉醇 | 53.25±2.58 |

注:与紫杉醇比较,* $P<0.05$ 。

发性鳞状细胞癌女性的切除子宫中分离得到,为研究人宫颈癌的重要细胞。本研究结果显示,化合物8对SiHa细胞具有良好的抑制活性,丰富了宽叶金粟兰化学成分的数据库,可为抗宫颈癌新药的研发提供一定参考。

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(第二十卷·第一分册)[M]. 北京: 科学出版社: 1982-1983.

[2] 杨秀伟. 金粟兰属药用植物的物质基础[J]. 中国现代中药, 2017, 19(4): 459-481; 495.

[3] 卞玉婷, 陈芳有, 黄伟明, 等. 宽叶金粟兰的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(6): 956-963.

[4] 孙贵萍, 冯树慧, 晏晨. 金粟兰属植物化学成分和药理作用研究进展[J]. 贵州科学, 2021, 39(2): 26-34.

[5] 张卫青, 朱成光, 梁伟, 等. 宽叶金粟兰的化学成分及其抗肿瘤活性研究[J]. 广西植物, 2024, 44(6): 1159-1169.

[6] 刘越, 孙晓, 杨瑞瑞, 等. 六叶龙胆化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2020, 55(21): 1780-1786.

[7] 薛俊娟, 李波, 王雷清, 等. 桉属植物细叶桉 *Eucalyptus tereticornis* 的化学成分[J]. 中山大学学报(自然科学版中英文), 2025, 64(3): 36-46.

[8] 张秉汇, 孙建伟, 胡玉芬, 等. 月腺大戟根的化学成分研究[J]. 中药材, 2025, 48(1): 104-108.

[9] 李晓雪, 马耀玲, 王丹, 等. 玉米须乙酸乙酯萃取物的化学成分研究[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2020, 36(4): 54-56.

[10] 杨振华, 于瑞雪, 宁飘飘. 黑骨藤化学成分及其体外抗肿瘤活性研究[J]. 中成药, 2025, 47(9): 2942-2949.

[11] 陈李璟, 廖广凤, 曾雨娴, 等. 壮药水龙的化学成分研究[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(2): 131-137.

[12] Cao J, Yang J N, Zhou X Q, et al. Chemical constituents of *Psychotria hainanensis*[J]. *Chem Nat Compd*, 2020, 56(3): 533-534.

[13] 陈凌云, 周颖, 张慧, 等. 海南产桃金娘中的化学成分研究[J]. 广东化工, 2025, 52(14): 48-51.

[14] 周小妹, 练勇, 罗明权, 等. 海南砂仁化学成分及其胃黏膜保护活性研究[J]. 海南医科大学学报, 2025, 31(9): 641-651.

[15] Zou Z X, Xu P S, Wu C R, et al. Carboxymethyl flavonoids and achromone with antimicrobial activity from *Selaginella moellendorffii* Hieron[J]. *Fitoterapia*, 2016, 23(9): 236-239.

[16] 李华珍, 周修腾, 麻淑芳, 等. 百蕊草乙酸乙酯部位化学成分及其抗菌活性[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2025, 59(4): 602-610.

[17] 张国强, 雷玉, 吴银飞, 等. 傣药倒心盾翅藤茎的化学成分研究[J]. 中药新药与临床药理, 2025, 36(7): 1145-1150.

[18] 陈得玲, 李欣萍, 杨增, 等. 芫花化学成分及抗肿瘤活性研究[J]. 中草药, 2025, 56(13): 4565-4573.

[19] 陈丹, 杨诗梅, 杨苏荣, 等. 沧江糙苏化学成分及体外抗肿瘤细胞活性研究[J]. 药学前沿, 2025, 29(6): 924-933.

[20] 唐雨, 张瑜, 袁久志, 等. 松花粉化学成分分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报, 2011, 28(6): 429-432.

[21] 陈颖慧, 林涛, 王轶楠, 等. 稗草的化学成分及其抑草活性研究[J]. 化学研究与应用, 2025, 37(6): 1563-1570.

[22] Anibogwu R, Jesus D K, Pradhan S, et al. Sesquiterpene lactones and flavonoid from the leaves of basin big sagebrush (*Artemisia tridentata* subsp. *tridentata*): isolation, characterization and biological activities[J]. *Molecules*, 2024, 29(4): 214-219.

[23] 陈曦, 李喜安, 南泽东, 等. 白苞蒿地上部分化学成分的研究[J]. 中成药, 2020, 42(1): 97-101.

[24] 严启新, 谭道鹏, 康晖, 等. 艾纳香中的黄酮类化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(5): 86-89.

[25] 陈鑫, 顾永哲, 舒积成, 等. 肾茶的化学成分及其抑制 α -葡萄糖苷酶活性研究[J]. 中国现代中药, 2025, 27(7): 1245-1254.

[26] 冯婉碧, 郑童心, 林子欣, 等. 红树植物白骨壤果实化学成分及抗炎活性研究[J]. 广东医科大学学报, 2025, 43(4): 362-370.

[27] Jeong J W, Kang M D, Khalil K A, et al. anti-helicobacter pylori compounds of *Sambucus williamsii* Hance Branch[J]. *Plant*, 2025, 14(16): 2558-2558.

[28] 宋萍, 马远任, 文琰章, 等. 白刺花地下部分的化学成分研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2021, 43(6): 1228-1234.

[29] 王雨轩, 刘媛媛, 张玉莹, 等. 长胜七中木脂素类化学成分研究[J]. 南京中医药大学学报, 2025, 41(6): 813-821.

[30] 吴机伶, 郑泽江, 李彪, 等. 黄腺香青苯并呋喃类化学成分及其抗菌和抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2025, 56(11): 3791-3797.

[31] 顾润琦, 廖勤昌, 周莹, 等. 报春石斛的化学成分及其生物活性[J]. 昆明医科大学学报, 2025, 46(3): 7-10.

[32] 张虹. 金粟兰属药用植物研究进展[J]. 内蒙古中医药, 2016, 35(2): 155-156.