植物资源与环境学报，2026，**35**(5)：103-106
Journal of Plant Resources and Environment

滇常山地上部分化学成分及其抗疟活性分析

何世梅[1a,1b]，徐　伟[1a,1b,2a,2b]，卯　锦[1a,1b]，吴　玖[1a,1b]，姜　北[1a,1b,①]
（1. 大理大学：a. 云南省滇西抗病原植物资源筛选研究重点实验室，b. 药学院，云南 大理 671000；
2. 南充市中医医院：a. 中药制剂中心，b. 筋骨病中医药防治南充市重点实验室，四川 南充 637000）

摘要：为探究滇常山（*Clerodendrum yunnanense* Hu ex Hand.-Mazz.）的化学成分及其抗疟活性，本研究采用了多种色谱手段以及核磁共振和质谱等波谱学技术对滇常山地上部分的丙酮提取物进行分离、纯化和鉴定，并采用 SYBR Green Ⅰ法对其体外抗疟活性进行测定。结果显示：共鉴定出 11 个化合物，分别为高车前素（1）、木犀草素（2）、对羟基苯甲酸（3）、对甲氧基苯甲酸（4）、对羟基苯乙酮（5）、3，4-二羟基苯甲酸甲酯（6）、4-羟基-3，5-二甲氧基苯甲醛（7）、顺式对羟基肉桂酸（8）、反式对羟基肉桂酸（9）、阿魏酸（10）和棕榈酸（11）。以上所有化合物均首次从滇常山中分离获得。化合物 1 和 2 具有一定的抗恶性疟原虫（*Plasmodium falciparum* Welch）3D7 株活性，其半数抑制浓度（IC_{50}）分别为 7.092 和16.190 $\mu mol \cdot L^{-1}$。

关键词：滇常山；地上部分；丙酮提取物；化学成分；抗疟活性

中图分类号：Q946.8；R284.2；R382.3^{+}1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1674-7895(2026)05-0103-04
DOI：10.3969/j.issn.1674-7895.2026.05.10

Analyses on the chemical constituents in above-ground parts of *Clerodendrum yunnanense* and their antimalarial activity

HE Shimei[1a,1b], XU Wei[1a,1b,2a,2b], MAO Jin[1a,1b], WU Jiu[1a,1b], JIANG Bei[1a,1b,①] (1. Dali University: a. Yunnan Key Laboratory of Screening and Research on Anti-pathogenic Plant Resources from Western Yunnan, b. College of Pharmacy, Dali 671000, China; 2. Nanchong Hospital of Traditional Chinese Medicine: a. Traditional Chinese Medicine Preparation Center, b. Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine for Prevention and Treatment of Skeletal Muscle Disease in Nanchong, Nanchong 637000, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2026, **35**(5): 103-106

Abstract: To investigate the chemical constituents of *Clerodendrum yunnanense* Hu ex Hand.-Mazz. and their antimalarial activity, isolation, purification, and identification were conducted for acetone extract from the above-ground parts of *C. yunnanense* by using multiple chromatographic methods and spectroscopic technologies such as nuclear magnetic resonance and mass spectrometry, and their *in vitro* antimalarial activity was determined with the SYBR Green Ⅰ method. The results show that 11 compounds are identified, namely hispidulin (1), luteolin (2), *p*-hydroxybenzoic acid (3), *p*-methoxybenzoic acid (4), *p*-hydroxy-acetophenone (5), 3, 4-dihydroxybenzoic acid methyl ester (6), 4-hydroxy-3, 5-dimethoxybenzaldehyde (7), *cis-p*-hydroxy cinnamic acid (8), *trans-p*-hydroxy cinnamic acid (9), ferulic acid (10), and palmitic acid (11). All the above compounds are isolated from *C. yunnanense* for the first time. Compounds 1 and 2 show a certain inhibitory activity against the *Plasmodium falciparum* Welch 3D7 strain, with the half-maximal inhibitory concentrations (IC_{50}) of 7.092 and 16.190 $\mu mol \cdot L^{-1}$, respectively.

Key words: *Clerodendrum yunnanense* Hu ex Hand.-Mazz.; above-ground part; acetone extract; chemical constituent; antimalarial activity

中国已通过世界卫生组织（WHO）消除疟疾认证[1]，但全球抗疟工作依旧面临严峻挑战。近年来，中国某些地区仍有输入性疟疾病例[2-3]，仍需重视疟疾防治问题。随着疟原虫对现用抗疟药物耐药性[4]的出现，发掘具有抗疟活性的先导化合物迫在眉睫。滇常山（*Clerodendrum yunnanense* Hu ex Hand.-Mazz.）为马鞭草科（Verbenaceae）大青属（*Clerodendrum* Linn.）植物，产于四川西南部、云南东南部、中部至西部[5]。《中药大辞典》中记载大青属植物具有镇痛、抗炎、抗肿瘤和治疗疟疾等作用[6]。本项目组前期对千余种滇西植物进行了抗疟活性筛选实验，发现滇常山具有一定的抗疟活性，但其作用缺乏科学依据。目前，国内外暂未见滇常山化学成分及其抗疟活性的系统研究报道，很大程度上限制了其资源利用。

鉴于此，本研究对滇常山地上部分丙酮提取物进行了系统的化学成分研究，初步了解其化学物质基础，并对鉴定的化

收稿日期：2025-09-29
基金项目：国家自然科学基金项目（81960637；82460689）；云南省滇西抗病原植物资源筛选研究重点实验室建设项目（202549CE340077）；云南省滇西抗病原植物资源筛选研究重点实验室研究生开放课题项目（APR2024Y06）
作者简介：何世梅（2001—），女，云南临沧人，硕士研究生，主要从事天然药物成分分析与活性检测方面的研究。
①通信作者 E-mail：jiangbei@ dali.edu.cn
引用格式：何世梅，徐　伟，卯　锦，等. 滇常山地上部分化学成分及其抗疟活性分析[J]. 植物资源与环境学报，2026，35(5)：103-106.

合物进行抗疟活性分析,以期为滇常山研究与资源利用提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 材料

于2024年8月,在云南大理南郊采集滇常山,经张永增博士鉴定后保存于大理大学云南省滇西抗病原植物资源筛选研究重点实验室标本室(凭证标本编号20240813-14)。恶性疟原虫(*Plasmodium falciparum* Welch)3D7株来自中国科学院上海免疫与感染研究所。

主要耗材:Bruker Avance Ⅲ-400核磁共振波谱仪(德国Bruker公司);Sephadex LH-20(瑞典Amersham Biosciences公司);D101型大孔树脂(天津波鸿树脂科技有限公司);MCI材料(三菱化学集团);甲酸(HCOOH)(分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司);二甲基亚砜(DMSO)(分析纯,天津市密欧化学试剂有限公司);环己烷(CyH)和异丙醇(i-PrOH)(分析纯,西陇科学股份有限公司);工业级的石油醚(PE,60~90 ℃)、三氯甲烷($CHCl_3$)、乙酸乙酯(EtOAc)、丙酮〔$(CH_3)_2CO$〕和甲醇(MeOH)重蒸后使用,均购自大理市慧云化工商店;柱层析硅胶(青岛海洋化工厂);SYBR Green Ⅰ染料(美国Invitrogen公司);青蒿素(ART)(上海哈灵生物科技有限公司);RPMI-1640培养基(包含RPMI-1640、HEPES、$NaHCO_3$和人血清)购自上海源培生物科技股份有限公司。

1.2 方法

1.2.1 *提取及分离方法* 滇常山地上部分(5.7 kg)自然晾干并粉碎,过40目筛,用体积分数70%的丙酮室温冷浸提取6次,每次24 h,减压浓缩得到浸膏908.0 g。将浸膏进行液液萃取,得到石油醚部位(86.0 g)、乙酸乙酯部位(192.5 g)、正丁醇部位(378.0 g)及萃余水相(300.0 g)。

乙酸乙酯部位经硅胶柱色谱〔流动相为$CHCl_3$-$(CH_3)_2CO$溶液(体积比10∶0~0∶1)〕梯度洗脱得到8个组分(Fr.A至Fr.H)。Fr.A经MCI材料用体积分数30%~90% MeOH洗脱得到7个组分(Fr.A-1至Fr.A-7),Fr.A-1经Sephadex LH-20〔流动相为$CHCl_3$-MeOH溶液(体积比1∶1)〕洗脱得到Fr.A-1-1至Fr.A-1-6,Fr.A-1-4经制备薄层色谱〔流动相为PE-$CHCl_3$溶液(体积比1∶4)〕分离得到化合物7(7.5 mg);Fr.A-1-5经硅胶柱色谱〔流动相为PE-EtOAc溶液(体积比8∶1)〕和反复制备薄层色谱〔流动相为CyH-i-PrOH溶液(体积比4∶1)〕分离得到化合物4(20.0 mg)和5(39.0 mg)。Fr.A-6经反复硅胶柱色谱〔流动相为PE-EtOAc溶液(体积比50∶1)〕洗脱得到化合物11(14.0 mg)。

Fr.B经MCI用体积分数30%~90%MeOH梯度洗脱得到Fr.B-1至Fr.B-9。Fr.B-1经Sephadex LH-20〔流动相为$CHCl_3$-MeOH溶液(体积比1∶1)〕洗脱得到(Fr.B-1-1至Fr.B-1-5),Fr.B-1-5经反复制备薄层色谱〔流动相为$CHCl_3$-EtOAc-HCOOH溶液(体积比10∶1∶0.1)〕和串联多根硅胶柱色谱〔流动相为PE-$CHCl_3$-HCOOH溶液(体积比2∶1∶0.1)和CyH-EtOAc-HCOOH溶液(体积比6∶1∶0.1)〕得到化合物3(12.5 mg)、6(18.0 mg)和8(14.0 mg)。Fr.B-2经硅胶柱色谱〔流动相为PE-EtOAc(体积比6∶1)〕洗脱得到8个组分(Fr.B-2-1至Fr.B-2-8),Fr.B-2-8经Sephadex LH-20〔流动相为$CHCl_3$-MeOH溶液(体积比1∶1)〕洗脱得到10个组分(Fr.B-2-8-1至Fr.B-2-8-10),Fr.B-2-8-8再经硅胶柱色谱〔流动相为PE-$CHCl_3$溶液(体积比1∶3)〕和反复制备薄层色谱〔流动相为$CHCl_3$-EtOAc-HCOOH(体积比10∶1∶0.1)〕得到化合物10(10.4 mg);Fr.B-2-8-9经硅胶柱色谱〔流动相为PE-$CHCl_3$溶液(体积比1∶1)〕和反复制备薄层色谱〔流动相为CyH-i-PrOH-HCOOH溶液(体积比4∶1∶0.1)〕得到化合物9(12.0 mg)。Fr.B-4经硅胶柱色谱〔流动相为$CHCl_3$-MeOH-HCOOH溶液(体积比20∶1∶0.1)〕洗脱,得到化合物1(167.0 mg)。

Fr.C经D101大孔树脂以体积分数30%~100%MeOH洗脱得到Fr.C-1至Fr.C-8。Fr.C-4经MeOH反复洗涤得到Fr.C-4-1和Fr.C-4-2,Fr.C-4-1经Sephadex LH-20〔流动相为$CHCl_3$-MeOH溶液(体积比1∶1和0∶1)〕洗脱得到化合物2(70.0 mg)。

1.2.2 *体外抗疟活性测试* 采用SYBR Green Ⅰ法[7]进行体外抗疟活性的筛选。11个待测样品使用DMSO配制成10 mmol·L^{-1}的储备液。用同步化环状体期疟原虫,配制成疟原虫感染率1%,红细胞压积4%的含虫血悬液。空白组(无虫血和体积分数1%DMSO溶液);阳性对照组(含虫血、体积分数1%DMSO和10 mmol·L^{-1}青蒿素溶液);阴性对照组(含虫血和体积分数1%DMSO溶液);样品组(含虫血和样品溶液)。先设50和5 μmol·L^{-1}2个浓度初筛,设50.000 0、25.000 0、12.500 0、6.250 0、3.125 0、1.562 5和0.781 2 μmol·L^{-1}7个浓度梯度,对具一定活性的化合物进行半数抑制浓度(IC_{50})测定。铺好的96孔板在CO_2孵育箱(37 ℃,空气相对湿度大于或等于5%,避光培养)中孵育72 h后测定荧光,计算抑制率[7],并通过Graphpad Prism 5.0软件计算IC_{50}值。每个浓度均设置3个重复。

2 结果和分析

2.1 结构鉴定

化合物1 黄色粉末,ESI-MS *m/z*:301[M+H]$^+$,分子式$C_{16}H_{12}O_6$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3OD) δ:7.76(2H,d,J=8.7 Hz,H-2′,6′),6.86(2H,d,J=8.7 Hz,H-3′,5′),6.50(1H,s,H-3),6.48(1H,s,H-8),3.83(3H,s,6-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3OD) δ:184.1(C=O),166.2(C-2),162.5(C-4′),158.6(C-7),154.5(C-5),153.8(C-9),133.0(C-6),129.3(C-2′,6′),123.0(C-1′),116.9(C-3′,5′),105.6(C-10),

103.3(C-3),95.2(C-8),60.9(6-OCH_3)。此化合物数据与文献[8]基本一致,故鉴定为高车前素(hispidulin)。

化合物 2　黄色粉末,ESI-MS m/z:287[M+H]$^+$,分子式 $C_{15}H_{10}O_6$。^{1}H-NMR(400 MHz,DMSO) δ:12.98(1H,s,5-OH),7.41(1H,dd,J=8.3,2.3 Hz,H-6′),7.39(1H,d,J=2.3 Hz,H-2′),6.88(1H,d,J=8.3 Hz,H-5′),6.67(1H,s,H-3),6.43(1H,d,J=2.1 Hz,H-8),6.18(1H,d,J=2.1 Hz,H-6);^{13}C-NMR(100 MHz,DMSO) δ:182.1(C=O),164.4(C-7),163.9(C-2),161.5(C-5),157.3(C-9),149.8(C-4′),145.8(C-3′),121.5(C-1′),119.0(C-6′),116.0(C-5′),113.4(C-2′),103.7(C-10),102.9(C-3),98.9(C-6),94.5(C-8)。此化合物数据与文献[9]基本一致,故鉴定为木犀草素(luteolin)。

化合物 3　无色结晶(丙酮)。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.92(2H,d,J=8.8 Hz,H-3,5),6.92(2H,d,J=8.8 Hz,H-2,6);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3) δ:167.2(-COOH),162.1(C-4),132.2(C-2,6),122.1(C-1),115.5(C-3,5)。与对羟基苯甲酸对照品共同进行薄层色谱分析,在 3 种不同溶剂系统中展开,二者比移值(R_f 值)完全一致,且此化合物数据与文献[10]基本一致,故鉴定为对羟基苯甲酸(*p*-hydroxybenzoic acid)。

化合物 4　白色针晶(丙酮),ESI-MS m/z:153[M+H]$^+$,分子式 $C_8H_8O_3$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.99(2H,d,J=8.9 Hz,H-2,6),7.02(2H,d,J=8.9 Hz,H-3,5),3.87(3H,s,4-OCH_3)。此化合物数据与文献[11]基本一致,故鉴定为对甲氧基苯甲酸(*p*-methoxybenzoic acid)。

化合物 5　白色固体,ESI-MS m/z:137[M+H]$^+$,分子式 $C_8H_8O_2$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.89(2H,d,J=8.8 Hz,H-2,6),6.92(2H,d,J=8.8 Hz,H-3,5),2.49(3H,s,7-CH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3) δ:195.5(C=O),162.6(C-4),131.4(C-2,6),130.3(C-1),115.8(C-3,5),26.6(7-CH_3)。此化合物数据与文献[12]基本一致,故鉴定为对羟基苯乙酮(*p*-hydroxy-acetophenone)。

化合物 6　白色结晶(甲醇),ESI-MS m/z:169[M+H]$^+$,分子式 $C_8H_8O_4$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.60(1H,dd,J=8.2,1.8 Hz,H-6),7.56(1H,d,J=1.8 Hz,H-2),6.91(1H,d,J=8.2 Hz,H-5),3.90(3H,s,7-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3)δ:167.5(-COO-),151.8(C-4),147.8(C-3),124.6(C-1),122.5(C-6),115.3(C-5),113.1(C-2),56.0(7-OCH_3)。此化合物数据与文献[13]基本一致,故鉴定为3,4-二羟基苯甲酸甲酯(3, 4-dihydroxybenzoic acid methyl ester)。

化合物 7　白色结晶(三氯甲烷),ESI-MS m/z:183[M+H]$^+$,分子式 $C_9H_{10}O_4$。^{1}H-NMR(400 MHz,$CDCl_3$) δ:9.81(1H,s,-CHO),7.15(2H,s,H-2,6),6.13(1H,brs,4-OH),3.97(6H,s,3,5-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,$CDCl_3$) δ:190.0(-CHO),147.4(C-3,5),140.9(C-4),128.4(C-1),106.7(C-2,6),56.6(3,5-OCH_3)。此化合物数据与文献[14]基本一致,故鉴定为 4-羟基-3,5-二甲氧基苯甲醛(4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzaldehyde)。

化合物 8　黄色固体。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.78(2H,d,J=8.7 Hz,H-2,6),6.86(1H,d,J=13.0 Hz,H-7),6.82(2H,d,J=8.7 Hz,H-3,5),5.80(1H,d,J=12.9 Hz,H-8);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3) δ:167.6(-COOH),159.3(C-4),143.9(C-7),133.6(C-2,6),127.2(C-1),116.6(C-8),115.4(C-3,5)。与对羟基肉桂酸对照品进行薄层色谱分析,在 3 种不同溶剂系统中展开,二者 R_f 值完全一致,且此化合物数据与文献[15]基本一致,故鉴定为顺式对羟基肉桂酸(*cis-p*-hydroxy cinnamic acid)。

化合物 9　黄色固体,ESI-MS m/z:165[M+H]$^+$,分子式 $C_9H_8O_3$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.61(1H,d,J=16.0 Hz,H-7),7.55(2H,d,J=8.6 Hz,H-2,6),6.89(2H,d,J=8.6 Hz,H-3,5),6.33(1H,d,J=16.0 Hz,H-8);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3) δ:168.4(-COOH),160.5(C-4),145.6(C-7),130.9(C-2,6),127.0(C-1),116.6(C-3,5),115.6(C-8)。此化合物数据与文献[16]基本一致,故鉴定为反式对羟基肉桂酸(*trans-p*-hydroxy cinnamic acid)。

化合物 10　白色结晶(甲醇),ESI-MS m/z:195[M+H]$^+$,分子式 $C_{10}H_{10}O_4$。^{1}H-NMR(400 MHz,CD_3COCD_3) δ:7.60(1H,d,J=16.1 Hz,H-7),7.34(1H,d,J=2.1 Hz,H-2),7.13(1H,dd,J=8.2,2.1 Hz,H-6),6.87(1H,d,J=8.2 Hz,H-5),6.38(1H,d,J=16.1 Hz,H-8),3.92(3H,s,3-OCH_3);^{13}C-NMR(100 MHz,CD_3COCD_3) δ:168.3(-COOH),149.9(C-4),148.7(C-3),145.9(C-7),127.4(C-1),123.8(C-6),116.0(C-8),115.9(C-5),111.1(C-2),56.2(3-OCH_3)。此化合物数据与文献[17]基本一致,故鉴定为阿魏酸(ferulic acid)。

化合物 11　白色粉末。^{1}H-NMR(400 MHz,$CDCl_3$) δ:2.34[2H,t,J=7.5 Hz,2-(-CH_2-)],1.63[2H,m,3-(-CH_2-)],1.25[24H,brs,4~15-(-CH_2-)],0.88(3H,t,J=7.0 Hz,16-CH_3)。与棕榈酸对照品进行薄层色谱分析,在 3 种不同溶剂系统中展开,二者 R_f 值完全一致,且此化合物数据与文献[18]基本一致,故鉴定为棕榈酸(palmitic acid)。

2.2　抗疟活性分析

高车前素和木犀草素在浓度为 5 μmol·L^{-1}时对恶性疟原虫 3D7 株的抑制率分别为 2.78%和 6.48%,在浓度为 50 μmol·L^{-1}时的抑制率分别为 92.35%和 98.91%,其余化合物均无明显活性。进一步测得高车前素和木犀草素的 IC_{50}值分别为 7.092 和 16.190 μmol·L^{-1}。阳性药青蒿素(ART)的 IC_{50}值为 0.028 μmol·L^{-1}。说明高车前素和木犀草素具有一定的体外抗疟活性,但其抗疟活性弱于阳性药青蒿素。

3　讨论和结论

目前大青属植物已报道的化学成分包括萜类、固醇类、苯

丙素类、黄酮类和酚酸类等[19]。本研究从滇常山地上部分中分离鉴定了2个黄酮类化合物(化合物1和2)、8个酚酸类化合物(化合物3~10)和1个脂肪酸(化合物11),化合物1~11均为滇常山与大青属近缘物种的共同化学成分,从植物化学分类学层面进一步印证了滇常山与该属植物具有密切的亲缘关系和次生代谢产物一致性[19],为进一步拓展大青属植物的资源鉴定、系统研究与合理利用提供了重要的实验依据。具有抗恶性疟原虫3D7株活性的高车前素和木犀草素为黄酮类化合物。黄酮类化合物有抗炎、抗菌、抗疟、抗肿瘤、抗氧化等药理作用[20],作者所在实验室前期也发现一些抗疟活性较好的黄酮类化合物[21-22],初步推测黄酮类化合物可能具备成为抗疟先导物的潜力。

参考文献:

[1] 丰 俊, 张 丽, 夏志贵, 等. 中国消除疟疾: 重要里程碑意义及消除后的挑战[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2021, 39(4): 421-428.

[2] 马玉芳, 许 艳, 王用斌, 等. 2023—2024年山东省输入性疟疾流行病学特征调查[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(10): 1322-1326.

[3] 张 轩, 王笑笑, 陈华良, 等. 2020—2024年浙江省输入性疟疾流行特征分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2025, 43(4): 533-539.

[4] Balikagala B, Fukuda N, Ikeda M, et al. Evidence of artemisinin-resistant malaria in Africa [J]. The New England Journal of Medicine, 2021, 385(13): 1163-1171.

[5] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第六十五卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 175.

[6] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 2版. 上海: 上海科技出版社, 2005: 3536.

[7] 程慧芳, 赵 青, 高 娟, 等. SYBR Green Ⅰ法体外评价胆碱衍生物的抗恶性疟原虫活性[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2015, 33(3): 196-199.

[8] Zhao Yifan, Zhang Dong, Liang Caixia, et al. Chemical constituents from *Matricaria chamomilla* L. (Ⅰ)[J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences, 2018, 27(5): 324-331.

[9] 李亚荣, 赵兰君, 杨安南, 等. 辐状肋柱花化学成分的研究[J]. 中药材, 2024, 47(9): 2225-2232.

[10] 武二岩, 赵 明, 时志春, 等. 玉米须化学成分研究(Ⅱ)[J]. 中草药, 2024, 55(22): 7583-7590.

[11] 伍慧玲, 李 岩, 么焕开. 七指蕨的化学成分研究[J]. 广东化工, 2020, 47(2): 11, 27.

[12] 徐志琴, 蔡铱妮, 陈奕弟, 等. 马蓝叶化学成分研究[J]. 中药材, 2021, 44(8): 1875-1879.

[13] 李勇军, 何 迅, 刘志宝, 等. 荭草花化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(20): 2613-2615.

[14] 王 瑞, 张 岩, Ishaq M, 等. 小叶黄杨的化学成分及心肌细胞保护作用研究[J]. 化学试剂, 2022, 44(8): 1111-1117.

[15] 王洪石, 陈文豪, 陈光英, 等. 崖县风车子茎化学成分研究[J]. 化学研究与应用, 2015, 27(5): 700-703.

[16] 魏 健, 杨小生, 朱海燕, 等. 短尾越橘化学成分研究[J]. 广西植物, 2008, 28(4): 558-560.

[17] 徐 依, 陈寿明, 李春英, 等. 木天蓼虫瘿果化学成分及其抗炎活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2025, 37(6): 1062-1069.

[18] 代 炎, 王一巍, 王瑞阳, 等. 续随子根甲醇提取物的化学成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2025, 34(2): 115-118.

[19] 吴明美, 王利勤, 华 燕. 大青属植物的化学成分及药理作用研究进展[J]. 化学工程与装备, 2011(4): 112-116.

[20] Magozwi D K, Dinala M, Mokwana N, et al. Flavonoids from the genus *Euphorbia*: isolation, structure, pharmacological activities and structure—activity relationships[J]. Pharmaceuticals, 2021, 14: 428.

[21] 雷 丹, 苟 亮, 孙 河, 等. 甘肃棘豆的化学成分及抗疟活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2025, 37(6): 1070-1076.

[22] Diao Hongmei, Hao Yi, Li Jing, et al. Flavonoids from *Scutellaria likiangensis* Diels and their antimalarial activities[J]. Fitoterapia, 2023, 164: 105357.

(责任编辑: 郭严冬)