

喙尾琵琶甲化学成分的研究

张兴平¹, 周轶平^{1,2}, 缪晶茜¹, 李碧桃³, 文政琦^{3*}, 王 扣^{1,2*}

1. 昆明医科大学 药学院暨云南省天然药物药理重点实验室, 云南 昆明 650500

2. 云南省现代生物医药产业学院, 云南 昆明 650500

3. 昆明医科大学第一附属医院 肿瘤科, 云南 昆明 650032

摘 要: 目的 研究喙尾琵琶甲 *Blaps rhynchoptera* 的化学成分及其细胞毒活性。方法 采用硅胶、Sephadex LH-20 凝胶、MCI 柱色谱, 以及制备高效液相色谱等技术进行化合物的分离纯化, 通过理化性质及波谱学方法鉴定结构, 运用 MTT 法评价化合物的细胞毒活性。结果 从喙尾琵琶甲虫体的 95%乙醇提取物中分离得到了 21 个化合物, 分别鉴定为 (3*R*)-6-羟基-3-甲基-3,8-二乙基-2-吲哚酮 (1)、blapindole I (2)、blapindole K (3)、尿嘧啶 (4)、胸腺嘧啶 (5)、胸腺嘧啶脱氧核苷 (6)、对羟基苯甲酸 (7)、对羟基苯乙酸 (8)、对苯二酚 (9)、2-甲基对苯二酚 (10)、2-乙基对苯二酚 (11)、原儿茶酸 (12)、羟基酪醇 (13)、香草醇 (14)、原儿茶醛 (15)、*N*-乙酰基多巴胺 (16)、对羟基苯丙酸甲酯 (17)、苯乙酸 (18)、1-*H*-吲哚-3-羧酸 (19)、12-羟基硬脂酸 (20) 和乌金苷 (21)。化合物 1、10 和 11 对人白血病 K562 细胞的半数抑制浓度 (median inhibition concentration, IC₅₀) 值分别为 7.95、3.23 和 4.13 μmol/L; 化合物 10 对人结肠癌 HCT116 细胞的 IC₅₀ 值为 19.11 μmol/L。结论 化合物 1 为新的吲哚酮类化合物, 命名为琵琶甲酮 A。化合物 4、5、8、14、17、18、20、21 为首次从琵琶甲属中分离得到。9 个化合物对 K562 细胞表现出抑制活性, 其中化合物 1、10 和 11 显著强于顺铂 (IC₅₀=40.90 μmol/L)。化合物 10 对 HCT116 细胞具有抑制作用, 与顺铂作用相当 (IC₅₀=19.80 μmol/L)。

关键词: 喙尾琵琶甲; 吲哚酮类; 琵琶甲酮 A; 2-甲基对苯二酚; 2-乙基对苯二酚; 细胞毒活性

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2025)04-1130-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.04.002

Chemical constitutions from *Blaps rhynchoptera*

ZHANG Xingping¹, ZHOU Yiping^{1,2}, MIU Jingqian¹, LI Bitao³, WEN Zhengqi³, WANG Kou^{1,2}

1. Yunnan Key Laboratory of Pharmacology of Natural Products, School of Pharmaceutical Science, Kunming Medical University, Kunming 650500, China

2. Yunnan College of Modern Biomedical Industry, Kunming 650500, China

3. Department of Oncology, First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from *Blaps rhynchoptera* and their cytotoxicity. **Methods** By various isolation methods, such as silica gel, Sephadex LH-20 and MCI column chromatographies, together with semi-preparative HPLC, components in the ethanol extract of *B. rhynchoptera* were isolated, then their structures were identified by physical and chemical properties and spectroscopic methods. The cytotoxicity of the compounds on three cancer cells was tested. **Results** A total of 21 compounds were obtained and identified as (3*R*)-6-hydroxy-3-methyl-3,8-diethylindole (1), blapindole I (2), blapindole K (3), uricil (4), 5-methyuricil (5), thymidine (6), 4-hydroxybenzoic acid (7), 4-hydroxyphenylacetic acid (8), hydroquinone (9), 2-methyl-1,4-benzenediol (10), 2-ethyl-1,4-benzenediol (11), protocatechuic acid (12), hydroxytyrosol (13), vanillic alcohol (14), protocatechic aldehyde (15), *N*-acetyldopamine (16), methyl 3-(4-hydroxyphenyl) propionate (17), phenylacetic acid (18), 1-*H*-indole-3-carboxylic acid (19), 12-hydroxystearic acid (20), and robustaside B (21). Compounds 1, 10 and 11 showed significant cytotoxicity on K562 cells

收稿日期: 2024-08-18

基金项目: 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项 [2018FE001(-040)]; 云南省中青年学术和技术带头人后备人才项目 (202205AC160073); 云南省本科教育教学改革研究项目 (JG2023001)

作者简介: 张兴平, 博士研究生, 研究方向为天然药物化学。E-mail: zhangxingping@kmmu.edu.cn

*通信作者: 王 扣, 教授, 博士生导师, 从事活性天然产物的发现、优化和生物合成研究。E-mail: wangkou@kmmu.edu.cn
文政琦, 主任医师, 硕士生导师, 从事胃肠道肿瘤的基础与临床研究。E-mail: 1292333927@qq.com

with the IC_{50} values of 7.95, 3.23 and 4.13 $\mu\text{mol/L}$, respectively. Compound **10** showed strong cytotoxicity on HCT-116 cells with an IC_{50} of 19.11 $\mu\text{mol/L}$. **Conclusion** Compound **1** was a new oxindole derivative and was named blapoxindole A. Compounds **4**, **5**, **8**, **14**, **17**, **18**, **20** and **21** were isolated from the *Blaps* genus for the first time. Nine compounds exhibited cytotoxicity against K562 cells and compounds **1**, **10** and **11** presented better efficiency than cisplatin ($IC_{50} = 40.90 \mu\text{mol/L}$). The compound **10** showed strong cytotoxicity on HCT-116 cells, with the IC_{50} value roughly equal to that of cisplatin ($IC_{50} = 19.80 \mu\text{mol/L}$).

Keywords: *Blaps rhynchoptera* Fairmaire; oxindole derivative; blapoxindole A; 2-methyl-1,4-benzenediol; 2-ethyl-1,4-benzenediol; cytotoxicity

药用昆虫具有广泛的药理活性,在我国有着悠久的用药历史,可用于治疗肿瘤、炎症、神经和心脑血管疾病等^[1]。喙尾琵琶甲 *Blaps rhynchoptera* Fairmaire, 也称云南琵琶甲,是拟步甲科(Tenebrionidae)琵琶甲属 *Blaps* 昆虫,主要分布于云南中东部高原地区^[2]。其在云南民间用于防治咳嗽、发烧、痔疮、胃炎等常见疾病,对类风湿、心血管、肿瘤等疑难杂症也有很好疗效^[3-4]。目前国内学者已经从喙尾琵琶甲中分离了酚类、肽类、生物碱类等化学成分^[5-15]。课题组前期对喙尾琵琶甲虫体进行了挥发性成分分析,从中鉴定出 40 个成分^[16]。现代药理学研究证实了喙尾琵琶甲具有抗炎、镇痛、抗肿瘤、抗菌、抗氧化和创伤修复等活性^[17-27]。为进一步明确喙尾琵琶甲抗肿瘤的物质基础,本实验对其进行系统的化学成分及体外细胞毒活性研究。利用液液萃取和多种色谱分离手段(正相硅胶柱色谱、反相 MCI 柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱和高效液相色谱等),对其 95%乙醇提取物进行分离纯化,并通过理化性质和波谱分析确定结构。从其提取物中分离鉴定了 21 个化合物,分别为 (3*R*)-6-羟基-3-甲基-3,8-二乙基-2-吲哚酮 [(3*R*)-6-hydroxy-3-methyl-3,8-diethyl-2-indolone, **1**]、blapindole I (**2**)、blapindole K (**3**)、尿嘧啶(uracil, **4**)、胸腺嘧啶(5-methyluracil, **5**)、胸腺嘧啶脱氧核苷(thymidine, **6**)、对羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid, **7**)、对羟基苯乙酸(4-hydroxyphenylacetic acid, **8**)、对苯二酚(hydroquinone, **9**)、2-甲基对苯二酚(2-methyl-1,4-benzenediol, **10**)、2-乙基对苯二酚(2-ethyl-1,4-benzenediol, **11**)、原儿茶酸(protocatechuic acid, **12**)、羟基酪醇(hydroxytyrosol, **13**)、香草醇(vanillic alcohol, **14**)、原儿茶醛(protocatechic aldehyde, **15**)、*N*-乙酰基多巴胺(*N*-acetyldopamine, **16**)、对羟基苯丙酸甲酯(methyl 3-(4-hydroxyphenyl) propionate, **17**)、苯乙酸(phenylacetic acid, **18**)、1-*H*-吲哚-3-羧酸(1-*H*-indole-3-carboxylic acid, **19**)、12-羟基硬脂酸(12-hydroxystearic acid, **20**)和乌金

苷(robustaside B, **21**)。其中化合物 **1** 为新的吲哚酮类化合物(图 1),命名为琵琶甲酮 A;化合物 **4**、**5**、**8**、**14**、**17**、**18**、**20**、**21** 为首次从琵琶甲属中分离得到。对分离得到的化合物进行了体外细胞毒活性评价,结果显示,9 个化合物对人白血病 K562 细胞具有抑制活性,化合物 **10** 对人结肠癌 HCT116 细胞展现出良好的抑制活性。

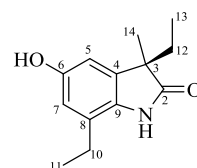


图 1 化合物 1 的化学结构

Fig. 1 Structure of compound 1

1 仪器与材料

Bruker AVANCE III 500 MHz 核磁共振仪(Bruker 公司); Bruker AVANCE III 600 MHz 核磁共振仪(Bruker 公司); LCMS-8040 液相质谱联用仪(Shimadzu 公司); SEP 半制备液相系统(赛谱锐思公司); Agilent Zorbax SB-C₁₈ 半制备色谱柱(250 mm×9.4 mm, 5 μm , 安捷伦公司); 柱色谱硅胶(80~100、100~200 目)和薄层硅胶板 GF₂₅₄(青岛海洋化工厂); MCI gel (CHP20/P120); 葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20(德国 Merck 公司); 所有使用试剂均为分析纯或色谱纯。

喙尾琵琶甲干燥虫体购自云南省大理市,经大理大学药学院昆虫生物医药研究院杨自忠教授鉴定为拟步甲科琵琶甲属昆虫喙尾琵琶甲 *B. rhynchoptera* Fairmaire, 标本(BR-201907)存放于昆明医科大学药学院天然药物化学实验室。

K562 细胞、HCT-116 细胞和人乳腺癌 MCF-7 细胞和均由昆明医科大学药学院暨天然药物药理重点实验室提供;顺铂(DDP,批号 23081311)购自江苏豪森药业有限公司。

2 提取与分离

喙尾琵琶甲干燥虫体 10.2 kg,用 95%乙醇冷浸

提取 3 次, 7 d/次, 减压浓缩得总浸膏 1 729 g。浸膏以水超声分散溶解, 再用石油醚、氯仿、醋酸乙酯和正丁醇分别萃取, 减压浓缩得浸膏醋酸乙酯部分 220 g、正丁醇部分 120 g。

醋酸乙酯浸膏用硅胶(80~100 目)拌样, 经硅胶色谱柱(100~200 目)石油醚-醋酸乙酯(1:0→0:1)梯度洗脱, TLC 跟踪, 合并相同流分得到 9 个亚流分(Fr_A1~9)。Fr_A6 再经石油醚-醋酸乙酯(10:1→0:1)梯度洗脱, 析出结晶得到化合物 **20** (76.1 mg), 剩余部分再经 Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 40:60)分离纯化得到化合物 **10** (5.6 mg)、**11** (78.3 mg) 和 **18** (20.1 mg)。Fr_A5 经石油醚-醋酸乙酯(10:1→0:1)硅胶柱梯度洗脱, 得到 6 个亚流分(Fr_A5-1~5-6)。Fr_A5-5 经 MCI 柱甲醇-水(50:50)等度洗脱, Sephadex LH-20 凝胶柱(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 10:90)分离纯化得到化合物 **8** (16.3 mg) 和 **14** (9.6 mg)。Fr_A5-4 经 Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相(甲醇-水 30:70)分离纯化得到化合物 **19** (18.2 mg) 和 **3** (10.7 mg)。Fr_A5-3 经 Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 30:80)分离纯化得到化合物 **1** (2.5 mg)、**2** (9.5 mg)、**15** (19.9 mg)、**16** (9.1 mg) 和 **17** (1.2 mg)。

正丁醇浸膏经硅胶色谱柱(100~200 目)醋酸乙酯-甲醇(1:0→1:5)系统洗脱, 得到 5 个亚流分(Fr_B1~5)。Fr_B1 经 Sephadex LH-20 凝胶柱(甲醇)和半制备型液相(甲醇-水 20:80)得到化合物 **9** (8.6 mg)。Fr_B2 经石油醚-醋酸乙酯(2:1→0:1)硅胶柱色谱梯度洗脱, 得到 8 个亚流分(Fr_B2-1~2-8)。Fr_B2-3 和 Fr_B2-5 分别经半制备型液相(甲醇-水 20:80)制备得到化合物 **12** (8.7 mg) 和 **7** (12.9 mg)。Fr_B3 经 MCI 柱、Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 10:90)分离纯化得到化合物 **13** (62.5 mg)。Fr_B4 经 Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 10:90)分离纯化得到化合物 **5** (14 mg) 和 **6** (4.2 mg)。Fr_B5 经 Sephadex LH-20 凝胶(甲醇)和半制备型液相色谱(甲醇-水 20:80)分离纯化得到化合物 **21** (39 mg) 和 **4** (10.6 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 淡黄色固体(甲醇), $[\alpha]_D^{20} + 6.20$ (c 0.45, MeOH), HR-ESI-MS m/z 220.133 3 $[M+H]^+$ (计算值 $C_{13}H_{17}NO_2$, 220.133 2), 提示化合物的分

子式为 $C_{13}H_{17}NO_2$, 不饱和度为 6。紫外光谱在 259.5 nm 处有特征吸收, 提示其具有苯环结构, 红外光谱显示存在游离羟基($3\,373\text{ cm}^{-1}$)、甲基($2\,966$ 、 $2\,928\text{ cm}^{-1}$)、羰基($1\,699\text{ cm}^{-1}$)和苯环($1\,614$ 、 $1\,456\text{ cm}^{-1}$)。

^{13}C -NMR 数据(δ_C 185.5、154.8、136.9、132.8、128.1、114.8、109.2、51.4)表明化合物 **1** 具有吲哚酮基本骨架^[28], 故推测其为吲哚酮类化合物。 ^1H -NMR 数据(表 1)中显示出 3 个甲基信号 δ_H 1.28 (3H, s), 1.18 (3H, t, $J = 7.6\text{ Hz}$), 0.59 (3H, t, $J = 7.4\text{ Hz}$), 2 个乙基信号 δ_H 2.54 (2H, q, $J = 7.6\text{ Hz}$) 和 δ_H 1.84 (1H, dq, $J = 14.7$, 7.4 Hz), 1.72 (1H, dq, $J = 14.7$, 7.4 Hz), 结合 ^{13}C -NMR 数据(表 1)、DEPT 谱、HSQC 谱及分子式综合分析后可知化合物 **1** 结构中存在 1 个羟基、1 个甲基和 2 个乙基。HSQC 谱和 HMBC 谱(图 2)中均可观察到 δ_H 6.50 (2H) 同时与 δ_C 109.2 (C-5) 和 114.8 (C-7) 相关, 提示 δ_H 6.50 为 H-5 与 H-7 的重叠信号。HMBC 谱中, H-7 (δ_H

表 1 化合物 **1** 的 ^1H -NMR 和 ^{13}C -NMR 数据 (600/150 MHz, CD_3OD)

Table 1 ^1H -NMR and ^{13}C -NMR data of compound **1** (600/150 MHz, CD_3OD)

碳位	δ_C	δ_H
2	185.5, C	
3	51.4, C	
4	136.9, C	
5	109.2, CH	6.50 (1H, overlapped)
6	154.8, C	
7	114.8, CH	6.50 (1H, overlapped)
8	128.1, C	
9	132.8, C	
10	25.1, CH_2	2.54 (2H, q, $J = 7.6\text{ Hz}$)
11	15.0, CH_3	1.18 (3H, t, $J = 7.6\text{ Hz}$)
12a	32.4, CH_2	1.84 (1H, dq, $J = 14.7$, 7.4 Hz)
12b		1.72 (1H, dq, $J = 14.7$, 7.4 Hz)
13	9.3, CH_3	0.58 (3H, t, $J = 7.4\text{ Hz}$)
14	24.3, CH_3	1.28 (3H, s)

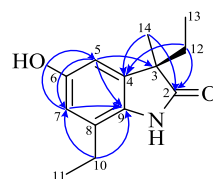


图 2 化合物 **1** 的关键 HMBC 相关信号

Fig. 2 Key HMBC correlations of compound **1**

6.50) 与 C-9 (δ_{C} 132.8) 相关, H-5 (δ_{H} 6.50) 与 C-3 是 C-6 和 C-8 位取代的吲哚酮结构。

经对比, 化合物 **1** 与已知化合物 **2**^[28] 的 NMR 数据类似, 只是化合物 **1** 中多了 1 个亚甲基信号 (CH_2 -12) 信号, 推测可能是化合物 **2** 的 C-3 位其中 1 个甲基变化为乙基。仔细观察化合物 **1** 的 HMBC 谱, H-10 (δ_{H} 2.54) 与 C-7 (δ_{C} 114.8) 和 C-9 (δ_{C} 132.8) 相关, H-14 (δ_{H} 1.28)、H-12 (δ_{H} 1.84, 1.72) 与 C-2 (δ 185.5) 和 C-4 (δ 136.9) 相关, 证实 C-3 位同时取代甲基和乙基, C-8 位取代乙基。由此确定化合物 **1** 的平面结构为 6-hydroxy-3-methyl-3,8-diethylloxindole。

为确定 C-3 位绝对构型, 采用 B3LYP/6-311G (d, p) 基组分别将 2 个构型 (3*R*、3*S*) 的结构通过 Gaussian 16 软件进行构象优化并计算在甲醇溶液中的 ECD 谱, 后与实验测定的 CD 图谱比较 (图 3), 发现 3*R* 构型的化合物的 ECD 谱图与实验 CD 谱一致, 表明其 C-3 位为 *R* 构型, 结构鉴定为 (3*R*)-6-hydroxy-3-methyl-3,8-diethylloxindole。经 SciFinder 检索, 确定 **1** 为新化合物, 命名为琵琶甲酮 A (blapoxindole A)。

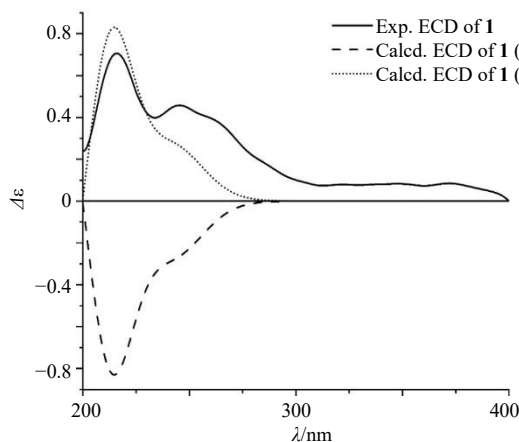


图 3 化合物 **1** 的计算 ECD 谱和实验 ECD 谱
Fig. 3 Calculated and experimental ECD spectra of compound **1**

化合物 **2**: 白色固体, ESI-MS m/z : 204.20 [$\text{M}-\text{H}$]⁻, 分子式 $\text{C}_{12}\text{H}_{15}\text{NO}_2$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.53 (1H, d, J = 2.4 Hz, H-5), 6.48 (1H, d, J = 2.4 Hz, H-7), 2.54 (2H, q, J = 7.6 Hz, H-10), 1.29 (6H, s, H-12, 13), 3.27 (3H, t, J = 7.6 Hz, H-11); ¹³C-NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 186.1 (C-2), 154.6 (C-6), 138.8 (C-4), 131.6 (C-9), 128.0 (C-8), 114.6 (C-7), 108.8 (C-5), 46.2 (C-3), 25.0 (C-10), 24.7 (C-12, 13), 14.9 (C-11)。以上数据与文献报道基本一致^[28], 故鉴定化

合物 **2** 为 blapindole I。

化合物 **3**: 白色固体, ESI-MS m/z 186.10 [$\text{M}+\text{Na}$]⁺, 分子式 $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_2$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.60 (1H, d, J = 2.6 Hz, H-4), 6.51 (1H, d, J = 2.6 Hz, H-6), 3.31 (2H, s, H-3), 2.21 (3H, s, $-\text{CH}_3$); ¹³C-NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 168.4 (C-2), 154.4 (C-5), 129.3 (C-7), 129.2 (C-9), 123.98 (C-8), 117.1 (C-6), 112.80 (C-4), 31.2 (C-3), 17.8 ($-\text{CH}_3$)。以上数据与文献报道基本一致^[28], 故鉴定化合物 **3** 为 blapindole K。

化合物 **4**: 白色无定型粉末, ESI-MS m/z 111.10 [$\text{M}-\text{H}$]⁻, 分子式 $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$ 。¹H-NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 10.92 (2H, s, H-1, 3), 7.37 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-6), 5.43 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-5); ¹³C-NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 164.4 (C-4), 151.6 (C-2), 142.2 (C-6), 100.2 (C-5)。以上数据与文献报道基本一致^[29], 故鉴定化合物 **4** 为尿嘧啶。

化合物 **5**: 白色无定型粉末, ESI-MS m/z 125.15 [$\text{M}-\text{H}$]⁻, 分子式 $\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$ 。¹H-NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 10.99 (1H, s, H-3), 10.59 (1H, s, H-1), 7.24 (1H, s, H-6), 1.72 (3H, s, $-\text{CH}_3$); ¹³C-NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 165.4 (C-4), 152.0 (C-2), 138.2 (C-6), 108.1 (C-5), 12.2 ($-\text{CH}_3$)。以上数据与文献报道基本一致^[30], 故鉴定化合物 **5** 为胸腺嘧啶。

化合物 **6**: 白色固体, ESI-MS m/z : 265.10 [$\text{M}+\text{Na}$]⁺, 分子式 $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_5$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 7.83 (1H, s, H-6), 6.30 (1H, t, J = 6.8 Hz, H-1'), 4.42 (1H, m, H-3'), 3.92 (1H, dd, J = 6.8, 3.2 Hz, H-4'), 3.82 (1H, dd, J = 12.0, 3.2 Hz, H-5'a), 3.75 (1H, dd, J = 12.0, 3.7 Hz, H-5'b), 2.25 (2H, m, H-2'), 1.90 (3H, s, $-\text{CH}_3$); ¹³C-NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 166.4 (C-4), 152.4 (C-2), 138.2 (C-6), 111.5 (C-5), 88.8 (C-1'), 86.2 (C-3'), 72.2 (C-4'), 62.8 (C-5'), 41.2 (C-2'), 12.4 ($-\text{CH}_3$)。以上数据与文献对比基本一致^[31], 故鉴定化合物 **6** 为胸腺嘧啶脱氧核苷。

化合物 **7**: 白色固体, ESI-MS m/z : 137.15 [$\text{M}-\text{H}$]⁻, 分子式 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 7.86 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-2, 6), 6.80 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-3, 5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 170.2 ($-\text{COOH}$), 163.3 (C-4), 133.0 (C-2, 6), 131.3 (C-1), 116.0 (C-3, 5)。以上数据与文献对比基本一致^[32], 故鉴定化合物 **7** 为对羟基苯甲酸。

化合物 **8**: 白色固体, ESI-MS m/z : 151.15 [$\text{M}-$

H]⁻, 分子式 C₈H₈O₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.07 (2H, d, *J* = 8.3 Hz, H-2, 6), 6.71 (2H, d, *J* = 8.3 Hz, H-3, 5), 3.47 (2H, s, H-7); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 176.3 (COOH), 157.4 (C-4), 131.3 (C-2, 6), 126.8 (C-1), 116.2 (C-3, 5), 40.1 (C-7)。以上数据与文献报道基本一致^[33], 故鉴定化合物 **8** 为对羟基苯乙酸。

化合物 **9**: 白色固体, ESI-MS *m/z* 109.15 [M-H]⁻, 分子式 C₆H₆O₂。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.60 (4H, s, H-2, 3, 5, 6); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 116.8 (C-2, 3, 5, 6), 151.2 (C-1, 4)。与文献报道^[34]数据对比, 确定化合物 **9** 为对苯二酚。

化合物 **10**: 白色粉末, ESI-MS *m/z* 123.15 [M-H]⁻, 分子式 C₇H₈O₂。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.55 (1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-6), 6.52 (1H, d, *J* = 2.9 Hz, H-3), 6.42 (1H, dd, *J* = 2.9, 8.5 Hz, H-5), 2.11 (3H, s, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 150.1 (C-1), 149.3 (C-4), 126.5 (C-2), 118.4 (C-6), 116.33 (C-5), 113.8 (C-3), 16.4 (-CH₃)。以上数据与文献报道^[5]数据进行对比, 鉴定化合物 **10** 为 2-甲基对苯二酚。

化合物 **11**: 白色固体, ESI-MS *m/z* 137.20 [M-H]⁻, 分子式 C₈H₁₀O₂。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.58 (1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-6), 6.56 (1H, d, *J* = 2.7 Hz, H-3), 6.45 (1H, dd, *J* = 2.7, 8.5 Hz, H-5), 2.53 (2H, q, *J* = 7.6 Hz, -CH₂-), 1.14 (3H, t, *J* = 7.6 Hz, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 151.1 (C-1), 148.9 (C-4), 132.9 (C-3), 116.9 (C-6), 116.7 (C-5), 113.9 (C-2), 24.3 (C-7), 14.8 (C-8)。以上数据与文献报道基本一致^[5], 确定化合物 **11** 结构为 2-乙基对苯二酚。

化合物 **12**: 白色固体, ESI-MS *m/z* 153.15 [M-H]⁻, 分子式 C₇H₆O₄。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.45 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-2), 7.43 (1H, dd, *J* = 2.2, 8.2 Hz, H-6), 6.77 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 171.2 (COOH), 151.1 (C-4), 145.9 (C-3), 124.3 (C-6), 123.7 (C-1), 117.7 (C-2), 115.6 (C-5)。以上数据与文献报道基本一致^[35], 故鉴定化合物 **12** 为原儿茶酸。

化合物 **13**: 无色液体, ESI-MS *m/z* 153.15 [M-H]⁻, 分子式 C₈H₁₀O₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.68 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.66 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-2), 6.51 (1H, dd, *J* = 1.9, 8.0 Hz, H-6), 3.67 (2H, t, *J* = 7.3 Hz, H-7), 2.65 (2H, t, *J* = 7.3 Hz, H-8); ¹³C-

NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 146.1 (C-4), 144.6 (C-3), 131.8 (C-1), 121.4 (C-6), 117.2 (C-5), 116.4 (C-2), 64.6 (C-8), 39.61 (C-7)。以上数据与文献报道数据进行对比^[32], 鉴定化合物 **13** 为羟基酪醇。

化合物 **14**: 黄色油状物, ESI-MS *m/z* 153.15 [M-H]⁻, 分子式 C₈H₁₀O₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.79 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-5), 6.75 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 6.66 (3H, dd, *J* = 2.0, 8.0 Hz, H-5), 4.28 (2H, s, -CH₂O-), 3.31 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 146.3 (C-3), 146.2 (C-4), 130.7 (C-1), 121.1 (C-6), 117.3 (C-5), 116.0 (C-2), 75.7 (C-7), 57.8 (C-8)。以上数据与文献报道数据进行对比^[36], 鉴定化合物 **14** 为香草醇。

化合物 **15**: 淡黄色粉末, ESI-MS *m/z* 137.15 [M-H]⁻, 分子式 C₇H₆O₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 9.66 (1H, s, -CHO), 7.29 (2H, m, H-2, 6), 6.89 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 193.1 (CHO), 153.8 (C-4), 147.2 (C-3), 130.7 (C-1), 126.5 (C-6), 116.2 (C-5), 115.2 (C-2)。以上数据与文献报道基本一致^[32], 鉴定化合物 **15** 为原儿茶醛。

化合物 **16**: 白色粉末, ESI-MS *m/z* 218.15 [M+Na]⁺, 分子式 C₁₀H₁₃NO₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 6.66 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-5), 6.62 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-3), 6.50 (1H, dd, *J* = 2.1, 8.1 Hz, H-5), 3.29 (2H, t, *J* = 7.7 Hz, H-8), 2.61 (2H, t, *J* = 7.7 Hz, H-7), 1.89 (3H, s, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 173.2 (C-9), 146.2 (C-2), 144.8 (C-1), 132.0 (C-4), 121.0 (C-5), 116.8 (C-6), 116.3 (C-3), 42.4 (C-8), 35.9 (C-7), 22.5 (C-10)。以上数据与文献报道^[32]对比, 鉴定化合物 **16** 为 *N*-乙酰基多巴胺。

化合物 **17**: 白色固体, ESI-MS *m/z* 203.10 [M+Na]⁺, 分子式 C₁₀H₁₂O₃。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.00 (2H, dd, *J* = 7.6, 2.1 Hz, H-3, 5), 6.67 (2H, dd, *J* = 7.6, 2.1 Hz, H-2, 6), 3.62 (3H, -OCH₃), 2.79 (2H, t, *J* = 7.8 Hz, H-7a, 7b), 2.56 (2H, t, *J* = 7.8 Hz, H-8a, 8b); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 175.3 (C-9), 156.8 (C-4), 132.7 (C-1), 130.2 (C-3, 5), 116.2 (C-2, 6), 52.0 (-OCH₃), 37.6 (C-8), 31.2 (C-7)。与文献报道^[37]对比, 确定化合物 **17** 为对羟基苯丙酸甲酯。

化合物 **18**: 无色固体, ESI-MS *m/z* 135.15 [M-H]⁻, 分子式 C₈H₈O₂。 ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.27 (5H, m, H-2~6), 3.57 (2H, s, CH₂); ¹³C-NMR

(125 MHz, CD₃OD) δ : 175.7 (C-8), 136.1 (C-1), 130.4 (C-3, 5), 129.5 (C-2, 6), 127.9 (C-4), 42.0 (C-7)。与文献报道^[38]对比可确定化合物 **18** 为苯乙酸。

化合物 **19**: 淡黄色粉末, ESI-MS m/z 160.20 [M-H]⁻, 分子式 C₉H₇NO₂。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 8.88 (1H, d, J = 7.9 Hz, H-4), 8.51 (1H, s, H-2), 7.62 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-7), 7.42 (1H, J = 7.1, 7.9 Hz, H-5), 7.34 (1H, dd, J = 7.1, 8.2 Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 167.9 (-COOH), 137.9 (C-8), 132.9 (C-2), 127.8 (C-9), 122.9 (C-6), 122.2 (C-5), 121.8 (C-4), 112.77 (C-7), 109.9 (C-3)。以上数据与文献报道基本一致^[32], 鉴定化合物 **19** 为 1-*H*-吡啶-3-羧酸。

化合物 **20**: 白色针晶 (氯仿), ESI-MS m/z 323.30 [M+Na]⁺, 分子式 C₁₈H₃₆O₃。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 3.83 (1H, m, H-12), 2.49 (2H, t, J = 7.2 Hz, H-17), 1.50 (28H, m, -CH₂-), 0.85 (3H, t, J = 7.2 Hz, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 175.9 (C-1), 70.9 (C-12), 38.6 (C-11, 13), 34.9 (C-2), 32.2 (C-16), 29.7 (C-9, 15), 26.5 (C-14), 26.5 (C-10), 25.7 (C-3), 23.0 (C-17), 14.3 (C-18)。以上数据与文献报道基本一致^[39], 故鉴定化合物 **20** 为 12-羟基硬脂酸。

化合物 **21**: 黄色固体, ESI-MS m/z 433.15 [M-H]⁻, 分子式 C₂₁H₂₂O₁₀。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 9.24 (3H, s, 3'', 4, 4''-OH), 7.48 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-7''), 7.06 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2''), 6.98 (1H, dd, J = 8.2, 2.1 Hz, H-6''), 6.84 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-3, 5), 6.77 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-5''), 6.61 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-2, 6), 6.26 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-8''), 5.27 (3H, s, 2', 3', 4'-OH), 4.69 (1H, d, J = 7.6 Hz, H-1'), 4.40 (1H, m, H-5'), 4.17 (1H, m, H-3'), 3.58 (1H, m, H-2'), 3.28 (1H, m, H-4'), 3.21 (2H, m, H-6'a, 6'b); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 166.5 (C-9''), 152.3 (C-1), 150.2 (C-4), 148.6 (C-4''), 145.7 (C-3''), 145.3 (C-7''), 125.5 (C-1''), 121.5 (C-8''), 117.7 (C-3,5), 115.8 (C-6''), 115.5 (C-2,6), 114.8 (C-5), 113.7 (C-2), 101.6 (C-1'), 76.4 (C-5'), 73.7 (C-3'), 73.3 (C-2'), 70.0 (C-4'), 63.5 (C-6')。以上数据与文献报道基本一致^[40], 故鉴定化合物 **21** 为乌金苷。

4 细胞毒性

采用 MTT 法测试了分离得到的所有化合物对 K562、MCF-7、HCT-116 细胞的细胞毒活性, 以

DDP 为阳性对照。结果显示 (表 2), 化合物 **1**~**3**、**7**、**9**~**11**、**14** 和 **15** 对 K562 细胞表现出明显的抑制活性, 其中化合物 **1**、**10** 和 **11** 的 IC₅₀ 达到 7.95、3.23 和 4.13 μ mol/L, 显著强于 DDP (IC₅₀ = 40.90 μ mol/L); 化合物 **10** 对 HCT116 细胞也有良好的抑制活性, IC₅₀ 值为 19.11 μ mol/L, 效果基本与 DDP (IC₅₀ = 19.80 μ mol/L) 相当; 其余化合物对 K562 和 HCT-116 细胞未表现出细胞毒活性。此外, 所有化合物对 MCF-7 细胞均未表现出细胞毒活性。

表 2 部分单体化合物的细胞毒活性
Table 2 Cytotoxicity of some compounds

化合物	IC ₅₀ 值/(μ mol L ⁻¹)	
	K562	HCT116
DDP	40.90	19.80
1	7.95	—
2	44.00	—
3	47.91	—
7	57.75	—
9	16.82	—
10	3.23	19.11
11	4.13	45.51
14	64.48	—
15	11.88	—

5 讨论

本研究综合利用各种色谱分离技术对彝药喙尾琵琶甲的化学成分进行了研究, 从中共分离鉴定了 21 个化合物, 包括 1 个新化合物, 8 个属内首次分离化合物。其中化合物 **1** 为新的吡啶酮类生物碱, 命名为琵琶甲酮 A; 化合物 **2** 和 **3** 同为吡啶酮类生物碱, 化合物 **4**~**6** 为嘧啶类生物碱, 化合物 **7**~**17** 为酚类衍生物, 化合物 **18**~**20** 为羧酸类化合物, 化合物 **21** 为酚苷类化合物。细胞毒活性测定结果显示, 9 个化合物对 K562 细胞表现出抑制活性, 其中化合物 **1**、**10** 和 **11** 的活性强于顺铂; 2 个化合物对 HCT116 细胞具有抑制作用, 其中化合物 **10** 与顺铂作用相当。综上, 本研究丰富了喙尾琵琶甲的化学成分研究结果, 发现了对 K562 和 HCT-116 细胞具有显著增殖抑制作用的活性成分, 初步确定了喙尾琵琶甲虫体内抗肿瘤活性成分, 为喙尾琵琶甲资源的综合开发利用及抗肿瘤药物的发现提供理论参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 韦桂宁, 韦玉茹, 李冬梅. 药用昆虫药理活性研究进展 [J]. 广西科学, 2019, 26(5): 477-483.
- [2] 胡展育, 詹云静, 沈清清. 云南药用昆虫名录 [J]. 文山学院学报, 2014, 27(3): 21-26.
- [3] 常征, 李洪潮, 丁长春. 喙尾琵琶甲的研究进展 [J]. 文山师范高等专科学校学报, 2008, 21(4): 109-110.
- [4] 张兰胜, 夏从龙, 杨永寿, 等. 彝药喙尾琵琶甲的研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(12): 3113-3114.
- [5] 罗建蓉, 何江波, 张桢, 等. 药用昆虫喙尾琵琶甲化学成分研究 [J]. 中成药, 2010, 32(11): 2013-2014.
- [6] 贾力扬, 李启艳. 喙尾琵琶甲化学成分及药理应用的研究进展 [J]. 中医药学报, 2018, 46(6): 118-122.
- [7] Xiao H, Yin T P, Dong J W, *et al.* Five new phenolic compounds with antioxidant activities from the medicinal insect *Blaps rynchopetera* [J]. *Molecules*, 2017, 22(8): 1301.
- [8] 林南英, 刘为忠, 李维莉, 等. 药用昆虫云南琵琶甲的化学成分研究 [J]. 中国民族民间医药杂志, 2000, 9(3): 162-164.
- [9] 罗情, 蔡乐, 巫秀美, 等. 药用昆虫喙尾琵琶甲中环肽类成分研究 [J]. 中草药, 2015, 46(16): 2381-2384.
- [10] 罗建蓉, 王诗雨, 蒋丽珠, 等. 琵琶甲多糖的提取分离、结构表征及生物活性研究 [J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(8): 1057-1063.
- [11] 何苗, 蔡乐, 郑园园, 等. 喙尾琵琶甲中取代苯醌提取物及其提取方法和应用、一种药物组合物: 中国, CN107903160B [P]. 2021-01-08.
- [12] 肖怀, 蔡乐, 董建伟, 等. 2-(3, 4-二羟基苯基)乙醇丁二酸二酯及其提取方法和应用: 中国, CN107382728B [P]. 2020-01-21.
- [13] Zhang L M, Zhou S W, Huang X S, *et al.* Blap-6, a novel antifungal peptide from the Chinese medicinal beetle *Blaps rynchopetera* against *Cryptococcus neoformans* [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(10): 5336.
- [14] Luo J R, Liu J, Luo T S, *et al.* Blapsimidazolium A: A new imidazolium carboxylate derivative with anti-inflammatory activity from medicinal insect *Blaps rynchopetera* [J]. *Fitoterapia*, 2023, 164: 105386.
- [15] Pang X Q, Wu X M, Wang Q, *et al.* Hydroxytyrosol dimers from medicinal insect *Blaps rynchopetera* and the *in vitro* cytotoxic activity [J]. *Nat Prod Commun*, 2022, 17(3): 1-8.
- [16] 苏婕俪, 李碧桃, 汪云松, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析喙尾琵琶甲挥发性成分 [J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(8): 7-10.
- [17] 李赛丽, 张海珠, 钱金楸, 等. 喙尾琵琶甲醇提物急性毒性及抗炎作用实验研究 [J]. 亚太传统医药, 2016, 12(14): 14-17.
- [18] 王莹, 罗菊花, 张海珠, 等. 喙尾琵琶甲流浸膏的镇痛及抗炎作用研究 [J]. 大理学院学报: 综合版, 2013, 12(6): 5-7.
- [19] 施贵荣, 庄孝龙, 孙会仙, 等. 喙尾琵琶甲抗菌活性的研究 [J]. 大理学院学报: 综合版, 2010, 9(12): 18-19.
- [20] 康迪, 王春梅, 徐晓琳, 等. 云南琵琶甲提取物体内抗肿瘤活性的实验研究 [J]. 中药材, 2011, 34(1): 95-98.
- [21] 崔文博, 钱金楸, 罗建蓉, 等. 喙尾琵琶甲不同极性段提取物的体外抗氧化活性研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(7): 1566-1567.
- [22] 杨建云, 严亚, 李先福. 云南药用昆虫喙尾琵琶甲蛹的体外抗氧化活性研究 [J]. 广东化工, 2023, 50(8): 61-63.
- [23] 杨建云, 倪俊, 高玉婷, 等. 云南喙尾琵琶甲幼虫提取物抗氧化活性的初步研究 [J]. 化学与生物工程, 2021, 38(10): 21-26.
- [24] 赵文斌, 叶建州, 杨雪松, 等. 傣药咪多领通过 miR-27b-3p/GDF-6 分子轴对增生性瘢痕成纤维细胞的作用机制 [J]. 中国皮肤性病学杂志, 2021, 35(11): 1207-1215.
- [25] Qian X L, Meng D, Liu H, *et al.* Proliferation inhibitory activity of quinones from *Blaps rynchopetera* defense secretion on colorectal tumor cells [J]. *Chin J Integr Med*, 2023, 29(8): 683-690.
- [26] Meng D, Yang Y H, Li L X, *et al.* Immunomodulatory effects of *Blaps rynchopetera* extract [J]. *Acta Cir Bras*, 2022, 37(2): e370205.
- [27] Xiao H, Dong J W, Zhou D J, *et al.* Cytotoxicity of the defensive secretion from the medicinal insect *Blaps rynchopetera* [J]. *Molecules*, 2017, 23(1): 10.
- [28] 程永现, 晏永明, 涂正超. 一种具有 cox-2 抑制活性的系列酚性化合物及制备方法: 中国, CN109467529A [P]. 2019-03-15.
- [29] 叶江海, 李继新, 徐君, 等. 黔产细锥香茶菜中化学成分的研究 [J]. 中草药, 2018, 49(13): 2972-2977.
- [30] 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.
- [31] 晏永明, 董小萍, 李艳, 等. 彝药日本琵琶甲虫的化学成分及其细胞毒活性 [J]. 中草药, 2013, 44(3): 269-271.
- [32] 晏永明, 吕青, 董小萍, 等. 彝族虫类药日本琵琶甲的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(12): 1712-1714.
- [33] 高欢, 刘文武, 蒋晓文, 等. 牛蒡根化学成分研究 [J]. 中草药, 2020, 51(4): 912-917.
- [34] Sulistyowaty M I, Uyen N H, Suganuma K, *et al.* Six new phenylpropanoid derivatives from chemically converted

- extract of *Alpinia galanga* (L.) and their antiparasitic activities [J]. *Molecules*, 2021, 26(6): 1756.
- [35] 崔泽旭, 徐崑, 杨秀伟, 等. 细叶十大功劳茎水提取物脂溶性部位的化学成分研究 [J]. 中草药, 2018, 49(1): 80-89.
- [36] 成蕾, 陈志有, 尚志梅, 等. 重唇石斛化学成分研究 [J]. 中草药, 2020, 51(12): 3126-3130.
- [37] Fang Y S, Yang M H, Cai L, *et al.* New phenylpropanoids from *Bulbophyllum retusiusculum* [J]. *Arch Pharm Res*, 2018, 41(11): 1074-1081.
- [38] Yap A C, Chan K G, Sim K S, *et al.* A new oxolane from *Enterobacter cloacae* [J]. *Nat Prod Res*, 2016, 30(7): 783-788.
- [39] 闫兆威, 周明娟, 卢丹, 等. 刺五加果肉化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(6): 1015-1017.
- [40] Ahmed A S, Nakamura N, Meselhy M R, *et al.* Phenolic constituents from *Grevillea robusta* [J]. *Phytochemistry*, 2000, 53(1): 149-154.

[责任编辑 王文倩]

• 封面图片介绍 •

黄檗花



黄檗花为芸香科黄檗属植物黄檗 *Phellodendron amurense* Rupr.的花, 国家二级保护植物。落叶乔木; 高达 20~30 m, 胸径 1 m; 枝扩展, 成年树的树皮有厚木栓层, 浅灰或灰褐色, 深沟状或不规则网状开裂, 内皮薄, 鲜黄色, 味苦, 黏质, 小枝暗紫红色, 无毛; 奇数羽状复叶对生, 叶轴及叶柄均细; 小叶 5~13, 薄纸质至纸质, 卵状披针形或卵形, 长 6~12 cm, 先端长渐尖, 基部宽楔形或圆, 具细钝齿及缘毛, 上面无毛或中脉疏被短毛, 下面基部中脉两侧密被长柔毛, 后脱落。花瓣黄绿色, 长 3~4 mm; 雄花较花瓣长; 萼片宽卵形, 长约 1 mm; 果具 5~8 (10) 浅纵沟; 花期 5~6 月, 果期 9~10 月。主产于中国东北和华北各省, 河南、安徽北部、宁夏也有分布, 内蒙古有少量栽种; 朝鲜、日本、俄罗斯 (远东) 也有, 也见于中亚和欧洲东部; 多山地杂木林中或山区河谷沿岸; 适应性强, 喜阳光, 耐严寒, 宜于平原或低丘陵坡地、路旁、住宅旁及溪河附近水土较好的地方种植。

关黄柏药材为其干燥树皮, 别名黄檗木、檗木等, 俗名黄菠萝、黄柏木、黄波罗、黄波罗等。味苦, 性寒。有清热燥湿、泻火除蒸、解毒的功能。用于热痢、泄泻、消渴、黄疸、淋浊、肠炎、前列腺炎、痔疮、梦遗、便血、赤白带下、脚气、骨蒸劳热、目赤肿痛、急性结膜炎、口舌生疮、疮痒肿毒、烧烫伤、黄水疮及疥癣等, 水煎服或入丸、散。用量 7.5~15.0 g。外用适量干品研末调敷患处或煎水浸渍。脾胃虚寒者禁用。

(封面图片 由吉林省通化师范学院生命科学学院 周繇教授 提供)