

破布木果中一对新的苯丙素对映异构体

魏 沅¹, 邓憬童², 程海涛², 庞克坚^{1*}, 杨新洲^{2*}

(1. 石河子大学药学院/新疆植物药资源利用教育部重点实验室, 新疆 石河子 832003;

2. 中南民族大学药学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 综合应用正相硅胶柱色谱、Sephadex LH-20凝胶柱色谱、半制备HPLC等多种分离方法对破布木 (*Cordia dichotoma* Forst. f.) 果醇提物的乙酸乙酯部位进行分离纯化, 运用现代波谱技术 (UV、IR、MS、NMR) 进行结构鉴定, 共分离得到10个化合物, 分别鉴定为破布木酯 (1)、(S)-2-羟基-3-(4'-羟基苯) 丙酸 (2)、香草酸 (3)、对香豆素酸 (4)、3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-1-丙酮 (5)、苯甲酸 (6)、对羟基苯丙酮 (7)、对羟基苯乙酮 (8)、5'-甲氧基棘叶吴茱萸素 B (9) 和香草醛 (10)。其中化合物1为一对新的苯丙素对映异构体, 化合物3、6、8、9为首次从该属植物中分离得到。

关键词: 破布木; 化学成分; 苯丙素; 对映异构体; 破布木酯

中图分类号: R284.1 文献标识码: A 文章编号: 0513-4870(2022)06-1863-05

A pair of new phenylpropanoid enantiomers from *Cordia dichotoma* fruits

WEI Feng¹, DENG Jing-tong², CHENG Hai-tao², PANG Ke-jian^{1*}, YANG Xin-zhou^{2*}

(1. Key Laboratory of Xinjiang Phytomedicine Resource and Utilization, Ministry of Education, School of Pharmacy, Shihezi University, Shihezi 832003, China; 2. School of Pharmaceutical Sciences, South-Central Minzu University, Wuhan 430074, China)

Abstract: The ethyl acetate part of the alcoholic extract of *Cordia dichotoma* fruits was purified by a combination of normal-phase silica gel column chromatography, Sephadex LH-20 gel column chromatography and semi-preparative HPLC, and the structure was identified by modern spectroscopic techniques (UV, IR, MS, NMR). A total of 10 compounds were isolated and identified as cordilide (1), (S)-2-hydroxy-3-(4'-hydroxyphenyl) propanoic acid (2), vanillic acid (3), *p*-coumaric acid (4), 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)propan-1-one (5), benzoic acid (6), *p*-hydroxypropiophenone (7), *p*-hydroxyacetophenone (8), 5'-methoxyevofolin B (9) and vanillin (10). Among them, compound 1 is a pair of new phenylpropanoid enantiomers, and compounds 3, 6, 8 and 9 were isolated for the first time from the genus.

Key words: *Cordia dichotoma*; chemical composition; phenylpropanoid; enantiomers; cordilide

破布木果为紫草科 (Boraginaceae) 植物破布木 (*Cordia dichotoma* Forst. f.) 的干燥成熟果实, 别名树

子、破布木、树子仔、破果子^[1]。主要分布于云南、广西、广东、台湾、福建、新疆等地; 国外分布于越南、印度北部、澳大利亚东北部、菲律宾等国^[2]。常生于山坡疏林及山谷溪边, 海拔300~1 900 m处^[3]。该药材主要依赖进口, 在维吾尔族地区应用历史悠久, 维吾尔族地区认为破布木果功效生湿生热, 成熟异常黑胆质, 润肺润喉, 止咳化痰, 清音止渴, 通便利尿。用于干寒性或黑胆质性疾病, 喉干咽痒, 咳嗽不爽, 失音口渴, 小便不

收稿日期: 2021-12-03; 修回日期: 2021-12-27.

基金项目: 新疆自治区区域协同创新专项上海合作组织科技伙伴计划及国际科技合作计划项目 (2020E01016); 国家自然科学基金资助项目 (81911540487, 81774000).

*通讯作者 Tel: 86-27-67841196,

E-mail: arnebia@126.com; xzyang@mail.scuec.edu.cn

DOI: 10.16438/j.0513-4870.2021-1727

利,大便不畅^[4]。但因其属药用植物多、分布少、主要依赖于进口等原因,使得对它的研究在我国没有受到足够重视。目前破布木果的药效成分及相关药理作用研究较为欠缺,开展破布木果活性成分的综合研究,可为破布木果的开发利用奠定基础。本研究针对干燥破布木果的85%乙醇提取物,从其乙酸乙酯萃取部分分离得到10个化合物(图1),化合物类型包括苯丙素和简单苯环衍生物,其中新化合物为一对苯丙素对映异构体。新化合物命名为(*R*)-破布木酯和(*S*)-破布木酯,其他化合物依次鉴定为(*S*)-2-羟基-3-(4'-羟基苯)丙酸(**2**)、香草酸(**3**)、对香豆素酸(**4**)、3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-1-丙酮(**5**)、苯甲酸(**6**)、对羟基苯丙酮(**7**)、对羟基苯乙酮(**8**)、5'-甲氧基棘叶吴茱萸素B(**9**)和香草醛(**10**)。其中化合物**1**为新化合物,化合物**3**、**6**、**8**、**9**为首次从该属植物中内分离得到,结构见图1。

结果与讨论

化合物**1** 淡黄色片状物;HR-ESI-MS推断其分子式为C₁₇H₁₈O₇ (*m/z* 335.112 4 [M+H]⁺),不饱和度为9。¹H NMR (600 MHz, CD₃OD, 表1)谱显示有2个甲氧基氢的信号 [δ_{H} 3.80 (3H, s, 3-OCH₃), 3.86 (3H, s, 3'-OCH₃)],有3个与连氧碳相连的氢的信号 [δ_{H} 3.78 (1H, m, H-8a), 3.92 (1H, dd, *J* = 5.2, 9.6 Hz, H-7), 4.15 (1H, m, H-8b)],有2组苯环上的氢的信号 [δ_{H} 6.96 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2)、6.83 (1H, dd, *J* = 8.2, 1.8 Hz, H-6)、6.80 (1H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5)]和 [δ_{H} 6.75 (1H, d, *J* = 8.6 Hz, H-5'), 6.63 (1H, d, *J* = 2.6 Hz, H-2'), 6.45 (1H, dd, *J* = 8.6, 2.6 Hz, H-6')].¹³C NMR (CD₃OD, 150 MHz, 表1)谱中显示有17个碳的信号,其中有4个与氧相连的碳信号 [δ_{C} 55.4 (C-7)、56.4 (OCH₃)、56.4 (OCH₃)、65.3 (C-8)],1个酯羰基碳的信号 [δ_{C} 173.8 (C-9)],结合DEPT显示6个次甲基 [(δ_{C} 121.8、116.4、115.8、114.3、112.7、106.9)]和6个季碳 [(δ_{C} 149.2、149.2、147.4、145.4、144.9、128.1)],推测此化合物为含有两个ABX系统苯环(A环和B环)

Table 1 ¹H (600 MHz) and ¹³C (150 MHz) NMR data of compound **1** (CD₃OD)

No.	δ_{H}	δ_{C} , type	HMBC (H→C)
1		128.1, C	
2	6.96 (d, <i>J</i> = 1.8 Hz)	112.7, CH	1, 3, 4, 6
3		149.2, C	
4		147.4, C	
5	6.80 (d, <i>J</i> = 8.2 Hz)	116.4, CH	1, 2, 3, 4
6	6.83 (dd, <i>J</i> = 8.2, 1.8 Hz)	121.8, CH	2, 3, 4
7	3.92 (dd, <i>J</i> = 5.2, 9.6 Hz)	55.4, CH	1, 2, 6, 8, 9
8a	3.78 (m)	65.3, CH ₂	1, 7, 9
8b	4.15 (m)		
9		173.8, O-C=O	
1'		145.4, C	
2'	6.63 (d, <i>J</i> = 2.6 Hz)	106.9, CH	1', 3', 5', 6'
3'		149.2, C	
4'		144.9, C	
5'	6.75 (d, <i>J</i> = 8.6 Hz)	115.8, CH	1', 2', 3', 4'
6'	6.45 (dd, <i>J</i> = 8.6, 2.6 Hz)	114.3, CH	1', 2', 3'

的酯类化合物(图2)。

分析HSQC谱,进一步确定C-H的数据归属。在HMBC图谱(图2)中显示: δ_{H} 3.92 (H-7)与 δ_{C} 65.3 (C-8)远程相关, δ_{H} 4.15 (H-8b)、 δ_{H} 3.78 (H-8a)与 δ_{C} 55.4 (C-7)远程相关,再结合¹H-¹H COSY图谱中显示 δ_{H} 4.15 (H-8b)、 δ_{H} 3.78 (H-8'a)和 δ_{H} 3.92 (H-7)之间相关,提示-CH₂-CH-结构片段; δ_{H} 4.15 (H-8b)、 δ_{H} 3.78 (H-8a)与 δ_{C} 128.1 (C-1)远程相关,而 δ_{H} 3.92 (H-7)与 δ_{C} 128.1 (C-1)、112.7 (C-2)、121.8 (C-6)远程相关,提示-CH(OH)-与A环直接相连; δ_{H} 4.15 (H-8b)、 δ_{H} 3.78 (H-8a)和 δ_{H} 3.92 (H-7)与 δ_{C} 173.8 (C-9)远程相关,且 δ_{C} 173.8 (C-9)与B环无相关信号,提示-O-CO-CH₂-CH-结构片段,从而确定了化合物的平面结构。再结合Scifinder查询结果,确定该化合物为新化合物。

但是该化合物比旋光度很小,为 $[\alpha]_{\text{D}}^{20} +4.0$ (*c* 0.5, CH₃OH),推测该化合物可能为外消旋体。再通过手性柱在制备液相上分析,发现有2个峰面积大约为1:1的峰(图3),进一步证实了该化合物为外消旋体,然后通过半制备手性柱分离得到2个光学纯化合物**1a**和**1b**,

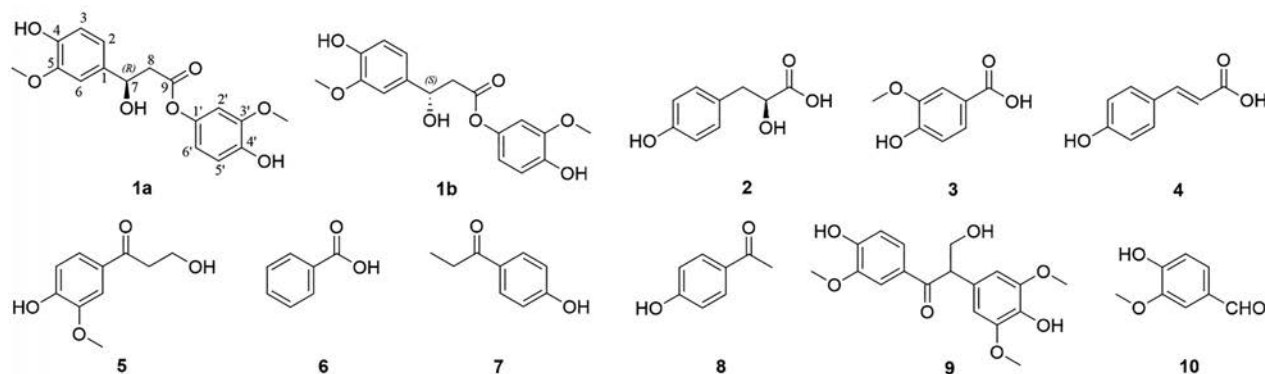


Figure 1 Structures of compounds **1**–**10**

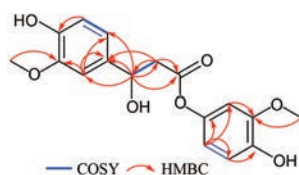


Figure 2 Key ^1H - ^1H COSY and HMBC of compound 1

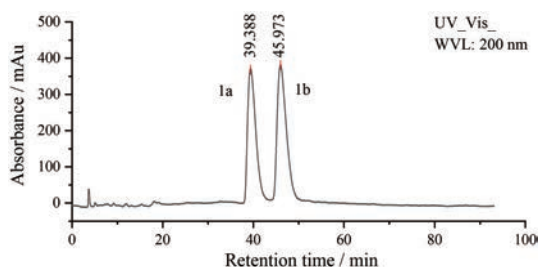


Figure 3 High performance liquid chromatogram of compound 1 separated by chiral column

分别测得其比旋光度为 $[\alpha]_{\text{D}}^{20} +38.0$ (c 0.5, CH_3OH)、 $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -38.0$ (c 0.5, CH_3OH)。再测定出2个光学纯化合物 **1a** 和 **1b** 的 CD 图谱 (图4), 它们的 Cotton 效应曲线正好呈现镜像关系。采用计算 ECD 法进一步明确化合物 **1a** 和 **1b** 的绝对构型。首先在 Sybyl-X 1.1.0 中使用 MMFF94S 力场的随机搜索对化合物 **1a** 和 **1b** 进行构象分析。随后用 Gaussian 09 软件在 B3LYP/6-31G(d,p) 水平对化合物 **1a** 和 **1b** 的所有构象进行了密度泛函理论 (DFT) 的优化。选择 Boltzmann-occupation 超过 1% 的构象体进行 ECD 计算。然后在 B3LYP/6-311G(d,p) 水平上使用含时密度函数理论 (TD-DFT) 计算优化的构象。在相同 DFT 水平上使用 SCRF/PCM 方法评估 MeOH 溶液的溶剂效应。最后, 通过 SpecDis 1 软件生成玻尔兹曼平均 ECD 光谱。通过比较实验光谱和计算的 ECD 光谱, 确定了化合物 **1a** 的结构为 (*R*)-4'-羟基-3'-甲氧基苯基-3-羟基-3-(4-羟基-3-甲氧基苯基) 丙酸酯, 命名为 (*R*)-破布木酯; 化合物 **1b** 的 CD 图谱刚好

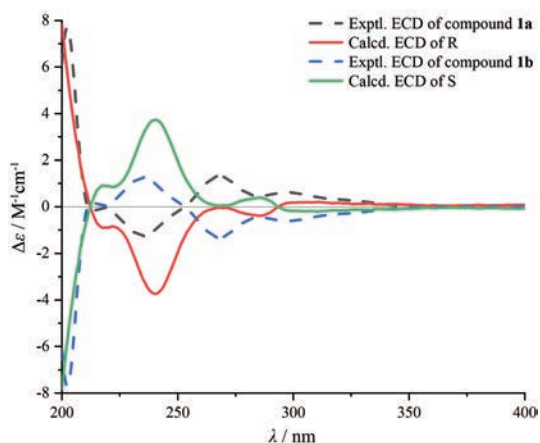


Figure 4 Experimental and calculated ECD spectra of compound 1

与 **1a** 相反, 因此鉴定化合物 **1b** 的结构为 (*S*)-4'-羟基-3'-甲氧基苯基-3-羟基-3-(4-羟基-3-甲氧基苯基) 丙酸酯, 命名为 (*S*)-破布木酯。

实验部分

Bruker DRX-600 MHz 核磁共振仪 (德国 Bruker 公司); Waters ACQUITY SQD MS 液相质谱联用仪; Waters 2535 半制备型 HPLC 仪 (美国 Waters 公司); Silgreen C18 柱 (250 mm × 10 mm, 5 μm , 北京绿白草科技发展有限公司); 大赛璐 CHIRALPAK IC 手性柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm , 日本 Daicel 公司); YMC-Pack diol 柱 (150 mm × 10 mm, 5 μm 日本 YMC 公司); GF₂₅₄ 薄层硅胶板、柱色谱硅胶 (烟台江友硅胶开发有限公司); Sephadex LH-20 葡聚糖凝胶 (美国 Amersham 公司); CHP-20PMCI 树脂 (日本三菱公司); MCI HP20ss (63~150 μm)、HP20 大孔树脂 (日本三菱公司); 甲醇、乙腈、正己烷和异丙醇 (色谱级, 美国 TEDIA 试剂公司)。

破布木果于 2020 年 9 月购于新疆维吾尔自治区和田中药材大市场, 经中南民族大学万定荣教授鉴定为紫草科植物破布木 (*Cordia dichotoma* Forst. f.) 的干燥果实。现存放于湖北省武汉市中南民族大学药学院植物标本库 (No. SC0875)。

1 提取与分离

破布木干燥果实 36 kg, 粉碎过筛, 用 85% 的乙醇室温浸提 (6×20 L, 每次 7 天), 合并多次提取液, 减压浓缩至无醇味即得浸膏 5.92 kg。将浸膏加 5 倍体积热水分散后, 依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇萃取得到石油醚部位 312 g、乙酸乙酯部位 281 g、正丁醇部位 794 g。取乙酸乙酯粗提物 (270 g) 用大孔树脂柱色谱进行分离, 以水-乙醇梯度洗脱体积分数 (10%→20%→30%→40%→45%→50%→60%→65%→75%→85%→90%→95%), 薄层色谱板检测合并得到 7 个组分 Fr.B1~Fr.B7, 其中组分 Fr.B1 中出现结晶, 过滤得到单体化合物 **2** (1.85 g); Fr.B3 和 Fr.B4 (28.4 g) 合并用正相硅胶柱色谱 (300~400 目) 初步分离, 以二氯甲烷-甲醇梯度洗脱 (100:1→0:1, v/v), 经 TLC 检测合并分为 Fr.B3-1~Fr.B3-6 共 6 个组分, 其中 Fr.B3-2、Fr.B3-3 中有结晶析出, 过滤得单体化合物 **3** (68.4 mg)、化合物 **4** (50.3 mg)。Fr.B3-2 组分用凝胶柱色谱粗分, 以甲醇 (加入 0.1% 甲酸) 洗脱, 合并得 6 个组分 (Fr.B3-2-1~Fr.B3-2-6)。Fr.B3-2-3 经半制备高效液相色谱 [Silgreen C18 柱, 乙腈-水 10:90→35:65 (v/v), 4.0 mL·min⁻¹, 40 min, 流动相含有 0.1% 的甲酸] 粗分为 16 个组分, 其中 Fr.B3-2-3-1 为纯化合物 **5** (6.8 mg), Fr.B3-2-3-13 为新化合物 **1**

(5.6 mg)。化合物**1**通过手性柱(CHIRALPAK IC柱, 正己烷-异丙醇 82:18 v/v, 1.0 mL·min⁻¹, 100 min)分离得到化合物**1a**(2.2 mg, $t_R = 39.3$ min)和**1b**(2.3 mg, $t_R = 45.9$ min)。Fr.B3-2-3-15、Fr.B3-2-3-16经半制备高效液相色谱(Silgreen C18柱, 乙腈-水 10:90→35:65 v/v, 4.0 mL·min⁻¹, 40 min, 流动相含有0.1%的甲酸)(乙腈-水, 体积比 10:90→40:60, 30 min)分离得到化合物**6**(10.3 mg)、**7**(3.9 mg)。Fr.B3-2-3-6经正向色谱(YMC-Pack NH₂柱, 正己烷-正己烷/异丙醇, 1:1), 体积比 60:40→0:100, 30 min)分离得到化合物**8**(3.5 mg)、**9**(1.4 mg)、**10**(1.0 mg)。

2 结构鉴定

化合物**2** 白色针状晶体; ESI-MS: m/z 182 [M+H]⁺, 其分子式为C₉H₁₀O₄; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.07 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', H-5'), 6.70 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', H-6'), 4.27 (1H, dd, $J = 7.8, 4.4$ Hz, H-2), 2.99 (1H, dd, $J = 14.0, 4.4$ Hz, H-3a), 2.81 (1H, dd, $J = 14.0, 7.8$ Hz, H-3b); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 175.8 (C-1), 155.6 (C-4'), 130.1 (C-3', C-5'), 128.1 (C-1'), 114.5 (C-2', C-6'), 71.6 (C-2), 39.4 (C-3)。以上数据与文献^[5]报道基本一致, 确定化合物**2**为(S)-2-羟基-3-(4'-羟基苯)丙酸。

化合物**3** 无色针状晶体; ESI-MS: m/z 169 [M+H]⁺, 其分子式为C₈H₈O₄; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.55 (2H, m, H-2,6), 6.84 (1H, d, $J = 8.7$ Hz, H-5), 3.89 (3H, s), ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 170.0 (C-7), 152.6 (C-4), 148.6 (C-3), 125.2 (C-6), 123.0 (C-1), 115.8 (C-2), 113.7 (C-5), 56.3 (-OCH₃)。以上数据与文献^[6]报道基本一致, 确定化合物**3**为香草酸。

化合物**4** 白色无定形粉末; ESI-MS: m/z 163 [M-H]⁻, 其分子式为C₉H₈O₃; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.60 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H- β), 7.45 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2,6), 6.81 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3,5), 6.28 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H- α); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 171.0 (C=O), 161.1 (C-4), 146.6 (C- β), 131.0 (C-3,5), 127.2 (C-1), 116.7 (C-2,6), 115.5 (C- α)。以上数据与文献^[7]报道基本一致, 确定化合物**4**为对香豆素酸。

化合物**5** 褐色油状物; ESI-MS: m/z 195 [M-H]⁻, 其分子式为C₁₀H₁₂O₄; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.58 (1H, dd, $J = 8.2, 1.9$ Hz, H-2'), 7.55 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5'), 3.94 (2H, t, $J = 6.2$ Hz, H-3), 3.91 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.16 (2H, t, $J = 6.2$ Hz, H-2); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 199.6 (C-1), 153.3 (C-4'), 149.0 (C-3'), 130.6 (C-1'), 124.7 (C-6'), 115.7 (C-5'), 111.8 (C-2'), 58.9 (C-3), 56.3 (3'-OCH₃), 41.6 (C-2)。以上数据

与文献^[8]报道基本一致, 确定化合物**5**为3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-1-丙酮。

化合物**6** 无色片状晶体; ESI-MS: m/z 121 [M-H]⁻, 其分子式为C₇H₆O₂; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 8.12 (2H, dd, $J = 8.3, 1.2$ Hz, H-2,6), 7.62 (1H, t, $J = 7.4$ Hz, H-4), 7.48 (2H, t, $J = 6.4$ Hz, H-3,8); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 171.1 (C-COOH), 133.9 (C-4), 130.3 (C-2,6), 129.3 (C-1), 128.6 (C-3,5)。以上数据与文献^[9]报道基本一致, 确定化合物**6**为苯甲酸。

化合物**7** 浅黄色柱状晶体; ESI-MS: m/z 149 [M-H]⁻, 其分子式为C₁₀H₁₂O; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.89 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2,6), 6.83 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3,5), 2.97 (2H, q, $J = 7.3$ Hz, H-2'), 1.16 (3H, t, $J = 7.3$ Hz, H-3'); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 202.1 (C-1'), 163.7 (C-4), 131.7 (C-2,6), 129.8 (C-1), 116.2 (C-3,5), 32.1 (C-2'), 8.9 (C-3')。以上数据与文献^[10]报道基本一致, 确定化合物**7**为对羟基苯丙酮。

化合物**8** 白色针状晶体; ESI-MS: m/z 137 [M+H]⁺, 其分子式为C₈H₈O₂; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.89 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2,6), 6.84 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3,5), 2.53 (3H, s, H-2'); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 199.4 (C-1'), 164.0 (C-1), 132.1 (C-2,6), 130.1 (C-4), 116.2 (C-3,5), 26.2 (C-2')。以上数据与文献^[11]报道基本一致, 确定化合物**8**为对羟基苯乙酮。

化合物**9** 白色针状晶体; ESI-MS: m/z 371 [M+Na]⁺, 其分子式为C₁₈H₂₀O₇; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 7.63 (1H, dd, $J = 8.3, 2.0$ Hz, H-6), 7.58 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2), 6.81 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5), 4.75 (1H, dd, $J = 8.7, 5.2$ Hz, H- α), 4.25 (1H, dd, $J = 10.6, 8.7$ Hz, H- β), 3.87 (3H, s, 3-OCH₃), 3.81 (6H, s, 3'-OCH₃, 5'-OCH₃), 3.72 (1H, dd, $J = 10.7, 5.2$ Hz, H- β); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 199.5 (C=O), 153.2 (C-4), 149.5 (C-5'), 149.5 (C-3'), 148.9 (C-3), 135.9 (C-4'), 130.3 (C-1'), 129.1 (C-1), 125.2 (C-6), 115.7 (C-5), 112.5 (C-2), 106.6 (C-6'), 65.5 (C- β), 56.7 (5'-OCH₃), 56.7 (3'-OCH₃), 56.5 (3-OCH₃), 56.3 (C- α)。以上数据与文献^[12]报道基本一致, 确定化合物**9**为5'-甲氧基棘叶吴萸素B。

化合物**10** 无色针状晶体; ESI-MS: m/z 153 [M+H]⁺, 其分子式为C₈H₈O₃; ¹H NMR (600 MHz, CD₃OD) δ_H 9.75 (1H, s, CHO), 7.45 (1H, m, H-5,6), 6.94 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2), 3.92 (3H, s, OCH₃); ¹³C NMR (150 MHz, CD₃OD) δ_C 192.8 (-CHO), 154.9 (C-4), 149.7 (C-3), 130.5 (C-1), 127.9 (C-5), 116.3 (C-2), 111.2 (C-6), 56.3 (OCH₃)。以上数据与文献^[13]报道基本一致, 确定化合物**10**为香草醛。

作者贡献: 杨新洲和庞克坚负责实验设计; 魏泮负责实验实施以及文章的撰写; 邓憬童和程海涛完成数据分析; 杨新洲和庞克坚负责文章的审阅和提出论文写作的建议, 并最终定稿。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

References

- [1] Huang XS, Huang YG, Chen XX. Research advances of *Cordia dichotoma* Forst. f. fruits [J]. J Med Pharm Chin Minor (中国民族医药杂志), 2016, 22: 55-57.
- [2] Zeng XL, Liu MM, Dai ZP, et al. Study on the examination, efficacy and compounding of *Cordia dichotoma* Forst. f. Fruits [J]. Chin Pharm (中国药房), 2018, 29: 2149-2151.
- [3] The Chinese Academy of Sciences. Flora of China (中国植物志: 第64卷: 第2分册) [M]. Vol 64. Division 2. Beijing: Sciences Press, 1989: 7-9.
- [4] Chinese Pharmacopoeia Commission. The Pharmaceutical Standards of Sanitary Ministry of People's Republic of China (中华人民共和国卫生部药品标准) [S]. Urumqi: Xinjiang Health Technology Press, 1999: 85.
- [5] Ke YY, Tsai CH, Yu HM, et al. Latifolicin in A from a fermented soymilk product and the structure-activity relationship of synthetic analogues as inhibitors of breast cancer cell growth [J]. J Agric Food Chem, 2015, 63: 9715-9721.
- [6] Kong LY, Li X, Pei YH, et al. Isolation and structure elucidation of Baihuaqianhuoside and Pd-C-I from *Peucedanum praeruptorum* [J]. Acta Pharm Sin (药学报), 1994, 29: 276-280.
- [7] Peng WW, Song WW, Huang MB, et al. Twelve benzene derivatives from *Clausena excavata* [J]. Acta Pharm Sin (药学报), 2014, 49: 1689-1693.
- [8] Peng W, Han T, Liu QC, et al. Chemical constituents from aerial part of *Atractylodes macrocephala* [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2011, 36: 578-581.
- [9] Tan GY, Zhang CF, Zhang M. Chemical constituents of the roots of wild *Stemona sessilifolia* [J]. J Chin Pharm Univ (中国药科大学学报), 2007, 38: 499-501.
- [10] Liu X, Yin CL, Cao Y, et al. Chemical constituents from *Gueldenstaedtia verna* and their anti-inflammatory activity [J]. Nat Prod Res, 2018, 32: 1145-1149.
- [11] Zhang L, Li DL, Chen YC, et al. Study on secondary metabolites of marine Fungus *Penicillium* sp. FS60 from the south China sea [J]. J Chin Med Mater (中药材), 2012, 35: 1091-1094.
- [12] Chen JJ, Yang CS, Peng CF, et al. Dihydroagarofuranoid sesquiterpenes, a lignan derivative, a benzenoid, and antitubercular constituents from the stem of *Microtropis japonica* [J]. J Nat Prod, 2008, 71: 1016-1021.
- [13] Du JL, Jin YS, Qiao LM, et al. Chemical investigation of *Ervatamia yunnanensis* [J]. Chem Nat Compd, 2010, 46: 459-461.