

## 峨眉唐松草的化学成分研究

王 晶, 张红梅, 朱文鹏, 彭煜婷, 薛春梅, 陈昭静, 李占林, 李达翔, 华会明\*

沈阳药科大学中药学院 基于靶点的药物设计与研究教育部重点实验室, 辽宁 沈阳 110016

**摘 要:** 目的 对峨眉唐松草 *Thalictrum omeiense* 根中的化学成分进行研究。方法 运用硅胶、ODS 柱色谱、制备高效液相色谱等分离手段对峨眉唐松草根 95%乙醇提取物的化学成分进行分离, 采用核磁、质谱等多种波谱技术鉴定化合物结构。结果 从峨眉唐松草根 95%乙醇提取物中分离得到了 19 个化合物, 分别鉴定为 5*S*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮 (**1a**) 和 5*R*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮 (**1b**)、discretine (**2**)、(-)-argemonine (**3**)、*O*-methylthalisopavine (**4**)、magnolamide (**5**)、马尿酸 (**6**)、氧化小檗碱 (**7**)、polyberbine (**8**)、*O*-methylpallidine (**9**)、(-)-ocobitrine (**10**)、8,9-dihydroprotoxocryptochine (**11**)、唐松草亭碱 (**12**)、小檗碱 (**13**)、meliasendanin D (**14**)、(+)-(7*R*,7'*R*,8*S*,8'*S*)-新橄榄树脂素 (**15**)、(-)-南烛木树脂酚 (**16**)、5'-甲氧基异落叶松脂素 (**17**)、(7*R*)-7,8-二氢-7-甲氧基松柏醇 (**18**)。结论 化合物 **1a** 和 **1b** 为新化合物, 命名为 (-)-峨眉唐松草碱 A 和 (+)-峨眉唐松草碱 A; 化合物 **8**、**9**、**11**、**14** 为首次从唐松草属植物中分离得到。

**关键词:** 峨眉唐松草; 生物碱; 5*S*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮; 5*R*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮; 峨眉唐松草碱 A; polyberbine; 唐松草亭碱; 小檗碱; meliasendanin D

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2023)07-2028-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.07.002

## Study on chemical constituents of *Thalictrum omeiense*

WANG Jing, ZHANG Hong-mei, ZHU Wen-peng, PENG Yu-ting, XUE Chun-mei, CHEN Zhao-jing, LI Zhan-lin, LI Da-hong, HUA Hui-ming

Key Laboratory of Structure-Based Drug Design and Discovery, Ministry of Education, School of Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China

**Abstract:** **Objective** To study the chemical constituents from the roots of *Thalictrum omeiense*. **Methods** The 95% ethanol extracts from the roots of *T. omeiense* was isolated by silica gel, ODS column chromatography and preparative high performance liquid chromatography and other separation techniques. The structures of the compounds were identified by NMR, MS and other spectroscopic techniques. **Results** Nineteen compounds were isolated from 95% ethanol extract of the roots of *T. omeiense* and their structures were identified as 5*S*- and 5*R*-(*p*-hydroxyphenylethoxy)-pyrrolidin-2-one (**1a**, **1b**), discretine (**2**), (-)-argemonine (**3**), *O*-methylthalisopavine (**4**), magnolamide (**5**), hippuric acid (**6**), oxyberberine (**7**), polyberbine (**8**), *O*-methylpallidine (**9**), (-)-ocobitrine (**10**), 8,9-dihydroprotoxocryptochine (**11**), thalidastine (**12**), berberine (**13**), meliasendanin D (**14**), (+)-(7*R*,7'*R*,8*S*,8'*S*)-neolivil (**15**), (-)-lyoniresinol (**16**), (+)-5'-methoxy-isolariciresinol (**17**) and 7,8-dihydro-(*R*)-7-methoxyconiferyl alcohol (**18**). **Conclusion** Compounds **1a** and **1b** are new alkaloids named (-)-thalicine A and (+)-thalicine A, and compounds **8**, **9**, **11** and **14** are isolated from this genus for the first time.

**Key words:** *Thalictrum omeiense* W. T. Wang et S. H. Wang; alkaloids; 5*S*-(*p*-hydroxyphenylethoxy)-pyrrolidin-2-one; 5*R*-(*p*-hydroxyphenylethoxy)-pyrrolidin-2-one; thalicine A; polyberbine; thalidastine; berberine; meliasendanin D

峨眉唐松草 *Thalictrum omeiense* W. T. Wang et S. H. Wang 为毛茛科 (Ranunculaceae) 唐松草属 *Thalictrum* L. 植物, 唐松草属是毛茛科中生物碱类

成分较为集中的一大属, 世界上共有 200 多种, 其中我国分布 98 种, 约 30 种被广泛用于中国民间用药。峨眉唐松草产自四川峨眉山和洪雅县等地, 常

收稿日期: 2022-11-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (82173715)

作者简介: 王 晶 (1996—), 女, 吉林长春人, 硕士研究生, 研究方向为天然药物活性成分。Tel: 13894895949 E-mail: 2602246628@qq.com

\*通信作者: 华会明, 教授, 从事天然药物化学研究。E-mail: huiminhua@163.com

生长于中海拔地区中水源较为富集之处<sup>[1]</sup>。据《中国药用植物志》记载,其药性苦寒,归肺、心、肝、脾、胃、大肠经。全草入药,清热祛风,用于湿热,腹痛,疟疾等症;其根入药,有解毒消肿、明目、止泻等作用,可代替黄连使用<sup>[2]</sup>。唐松草属植物的根部均含有量大且种类繁多的生物碱,以异喹啉类生物碱为主,并具有较强的抗肿瘤活性,同时还有抗寄生虫、抗血小板凝集、抗矽肺和抗病毒的作用,因其新颖独特的结构和广泛良好的活性引起了广泛的关注<sup>[3]</sup>。此外唐松草属植物中还有黄酮类、三萜类、甾体类和有机酸类等成分<sup>[4]</sup>。据不完全统计,1963—1995 年已从该属植物中分离得到约 267 种生物碱,此后不断有新的生物碱被发现<sup>[4]</sup>。但峨眉唐松草研究较少,研究至今仅报道过 8 个生物碱<sup>[5]</sup>。为了更好地开发峨眉唐松草资源,本研究对峨眉唐松草根 95%乙醇提取物的化学成分进行研究。分离得到了 19 个化合物,分别鉴定为 5*S*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮 [5*S*-(*p*-hydroxyphenyl-ethoxy)-pyrrolidin-2-one, **1a**] 和 5*R*-对羟基苯基乙氧基-吡咯烷-2-酮 [5*R*-(*p*-hydroxyphenylethoxy)-pyrrolidin-2-one, **1b**]、discretine (**2**)、(-)-argemonine (**3**)、*O*-methylthalisopavine (**4**)、magnolamide (**5**)、马尿酸 (hippuric acid, **6**)、氧化小檗碱 (oxyberberine, **7**)、polyberbine (**8**)、*O*-methylpallidine (**9**)、(-)-ocobitrine (**10**)、8,9-dihydroprooxocryptochine (**11**)、唐松草亭碱 (thalidastine, **12**)、小檗碱 (berberine, **13**)、meliasendanin D (**14**)、(+)-(7*R*,7'*R*,8*S*,8'*S*)-新橄榄树脂素 [(+)-(7*R*,7'*R*,8*S*,8'*S*)-neoolivil, **15**]、(-)-南烛木树脂酚 [(-)-lyoniresinol, **16**]、5'-甲氧基异落叶松脂素 [(+)-5'-methoxy-isolariciresinol, **17**]、(7*R*)-7,8-二氢-7-甲氧基松柏醇 [7,8-dihydro-(*R*)-7-methoxyconiferyl alcohol, **18**]。其中,化合物 **1a** 和 **1b** 为 1 对新的对映异构体,命名为 (-)-峨眉唐松草碱 A 和 (+)-峨眉唐松草碱 A; 化合物 **8**、**9**、**11**、**14** 首次从唐松草属中分离得到。

## 1 仪器与材料

Shimadzu UV-1700 型紫外光谱仪 (岛津仪器有限公司); Bruker IFS-55 型红外光谱仪 (德国 Bruker 公司); Bio-logic MOS 450 型圆二色谱仪 (法国华洋科仪公司); Bruker AVANCE III HD 型核磁共振波谱仪 (美国 Bruker 公司) 和 Bruker AVANCE-600 型核磁共振波谱仪 (美国 Bruker 公司); Bruker

micrOTOF-Q 型质谱仪; 制备高效液相色谱 (Shimadzu), 包括检测器 (Shimadzu SPD-20A UV detector), 泵 (LC-6AB pump), 色谱柱 (YMC ODS-A, 250 mm×20 mm, 5 μm)、手性分析柱 (DAICEL CHIRALPAK IB, 250 mm×4.6 mm, 5 μm); 分析高效液相色谱仪: Shimadzu LC-20AB, 检测器 (DAD detector SPD-20MA); Anton Paar MCP 200 Polarimeter 型旋光测定仪 (安东帕上海商贸有限公司); 柱色谱硅胶及薄层色谱硅胶 (青岛海洋化工厂); ODS 柱色谱填料 (日本 YMC 公司); 中性氧化铝 (上海陆都化学试剂厂); Sephadex LH-20 (GE Healthcare); 色谱甲醇 (山东禹王和天下新材料有限公司)。10%硫酸乙醇溶液、碘化铋钾溶液、溴甲酚绿溶液等显色剂均按《中草药有效成分提取分离》方法配制。氧化小檗碱、小檗碱对照品 (课题组自制, 质量分数大于 98%)。

样品购于安徽亳州中药行, 由沈阳药科大学药用植物与中药鉴定教研室路金才教授鉴定为峨眉唐松草 *T. omeiense* W. T. Wang et S. H. Wang 的根。

## 2 提取与分离

峨眉唐松草根 22.0 kg, 用 10 倍量的乙醇溶液 (95%) 加热回流提取 3 次, 分别提取 3、3、2 h, 合并提取液浓缩得粗浸膏, 加 2 倍量蒸馏水制成悬浮液。加 5% 的稀盐酸水溶液调节 pH 至 2~3, 用等体积的二氯甲烷萃取, 浓缩得二氯甲烷萃取物 A (548.0 g); 酸水溶液用 3 mol/L 的氢氧化钠水溶液调节 pH 至 9~10, 用等体积二氯甲烷萃取得二氯甲烷萃取物 B (166.6 g); 萃取后水溶液则用正丁醇萃取, 得正丁醇萃取物 C (391.0 g)。

二氯甲烷萃取物 A (548.0 g) 用硅胶柱色谱分离, 二氯甲烷-甲醇 (100:0~100:50) 洗脱, 得 8 个流分 Fr. A~H。Fr. C 用 ODS 柱色谱分离 (10%~100% 甲醇), 得 7 个亚流分 Fr. C-1~C-7。亚流分 Fr. C-2 用 ODS 柱色谱分离 (10%~100% 甲醇), 经凝胶 LH-20 柱色谱分离得化合物 **6** (25.80 mg)。Fr. D 用 ODS 柱色谱分离 (10%~100% 甲醇), 得 5 个亚流分 Fr. D-1~D-5。亚流分 Fr. D-1 经半制备高效液相色谱 (30% 甲醇) 纯化得化合物 **18** (11.20 mg,  $t_R=37$  min); 亚流分 Fr. D-2 进行凝胶 LH-20 柱色谱 (甲醇) 和半制备高效液相色谱 (60% 甲醇) 分离得化合物 **3** (8.36 mg,  $t_R=33$  min) 和 **4** (12.32 mg,  $t_R=41$  min); 亚流分 Fr. D-3 进行凝胶 LH-20 柱色谱分离, 所得的次流分 Fr. D-3-1 和 Fr. D-3-2 分别用

半制备高效液相色谱(38%甲醇和 45%甲醇)分离,分别得到化合物 **15** (21.91 mg,  $t_R=28$  min)、**16** (18.85 mg,  $t_R=35$  min)、**17** (15.93 mg,  $t_R=42$  min) 和化合物 **2** (45.7 mg,  $t_R=28$  min)、**5** (35.70 mg,  $t_R=39$  min)。

二氯甲烷萃取物 B (166.6 g) 用硅胶柱色谱分离,二氯甲烷-甲醇(100:0~100:50)洗脱,得 7 个流分 Fr. a~g。Fr. b 用 ODS 柱色谱分离(10%~50%甲醇),得 7 个亚流分 Fr. b-1~b-7。亚流分 Fr. b-2 用中性氧化铝柱色谱分离,石油醚-丙酮(100:0~100:100)洗脱,次流分 Fr. b-2-4 进行凝胶 LH-20 柱色谱(甲醇)分离得化合物 **10** (4.77 mg); Fr. b-2-6 进行制备薄层分离石油醚-丙酮(1:1)得化合物 **9** (7.04 mg)。Fr. b-3 用甲醇重结晶得化合物 **7** (4.13 mg),其母液用中性氧化铝柱色谱分离,石油醚-丙酮(100:0~100:100)洗脱,亚流分 Fr. b-3-5 用甲醇重结晶得化合物 **8** (5.10 mg)。

正丁醇萃取物 C (391.0 g) 用硅胶柱色谱分离,二氯甲烷-甲醇(100:3~100:50)洗脱,得 7 个流分 Fr. n-A~n-G。Fr. n-A 用中性氧化铝柱色谱分离,石油醚-丙酮(100:0~100:100)洗脱,得 6 个亚流分 Fr. n-A-1~n-A-6。亚流分 Fr. n-A-4 用硅胶柱色谱分离,二氯甲烷-甲醇(100:3~0:100)洗脱,得亚流分 Fr. n-A-4-1~n-A-4-7;次流分 Fr. n-A-4-7 甲醇重结晶后经 HPLC 手性分析柱(异丙醇-正己烷 1:5)拆分得到化合物 **1a** (1.0 mg,  $t_R=23$  min)和 **1b** (1.0 mg,  $t_R=27$  min)。亚流分 Fr. n-A-6

用 ODS 柱色谱分离(10%~100%甲醇),得次流分 Fr. n-A-6-1~n-A-6-3, Fr. n-A-6-3 用硅胶柱色谱分离,石油醚-丙酮(100:0~0:100)洗脱,所得流分经甲醇重结晶得化合物 **11** (8.3 mg)。Fr. n-B 用硅胶柱色谱分离,二氯甲烷-甲醇(100:0~0:100)洗脱,得 6 个亚流分 Fr. n-B-1~n-B-6,其中 Fr. n-B-2 经甲醇重结晶得化合物 **13** (16.0 g)。Fr. n-D 用 ODS 柱色谱分离(0~50%甲醇),得 3 个亚流分 Fr. n-D-1~n-D-3,其中 Fr. n-D-1 经甲醇重结晶得化合物 **12** (80.0 mg), Fr. n-D-3 用凝胶 LH-20 柱色谱纯化得化合物 **14** (15.6 mg)。

### 3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色针状结晶(甲醇),易溶于甲醇、丙酮等溶剂。紫外 254 nm 下呈暗斑,10%硫酸乙醇反应显粉紫色。HR-ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$ : 244.094 5  $[M+Na]^+$  ( $C_{12}H_{15}NO_3Na$ , 计算值 244.094 4),结合氢谱碳谱数据分析确定该化合物的分子式为  $C_{12}H_{15}NO_3$ , 不饱和度为 6。

$^1H$ -NMR (400 MHz, DMSO- $d_6$ ) 谱(表 1)中低场区显示 2 个活泼氢信号  $\delta$  9.17 (1H, s, 4'-OH), 8.65 (1H, brs, -NH);  $\delta$  7.01 (2H, d,  $J=8.4$  Hz, H-2', 6'), 6.66 (2H, d,  $J=8.4$  Hz, H-3', 5') 为 1 组 AA'BB'偶合系统芳香质子信号,提示存在 1 个对位取代苯环结构。此外还给出  $\delta$  4.87 (1H, brd,  $J=6.1$  Hz, H-5), 3.58 (1H, m, H-7), 3.41 (1H, m, H-7), 推测可能为连氧碳上质子信号,以及 5 个脂肪碳上质子信号  $\delta$  2.67 (2H, t,  $J=7.3$  Hz, H-8), 2.24 (1H, m, H-3), 2.15 (1H, m, H-

表 1 化合物 **1** 的核磁数据 (400/100 MHz, DMSO- $d_6$ )  
Table 1 NMR data of compound **1** (400/100 MHz, DMSO- $d_6$ )

| 碳位     | $\delta_H$                 | $\delta_C$ | HMBC               |
|--------|----------------------------|------------|--------------------|
| 1-NH   | 8.65 (1H, brs)             |            | C-2, C-3, C-5      |
| 2      |                            | 177.3      |                    |
| 3      | 2.24 (1H, m), 2.01 (1H, m) | 28.1       | C-2, C-4, C-5      |
| 4      | 2.15 (1H, m), 1.82 (1H, m) | 27.6       | C-2, C-3, C-5      |
| 5      | 4.87 (1H, brd, $J=6.1$ Hz) | 85.1       | C-2, C-4, C-7      |
| 7      | 3.58 (1H, m), 3.41 (1H, m) | 67.7       | C-5, C-8, C-1'     |
| 8      | 2.67 (2H, t, $J=7.3$ Hz)   | 34.7       | C-1', C-6'         |
| 1'     |                            | 128.7      |                    |
| 2', 6' | 7.01 (2H, d, $J=8.4$ Hz)   | 129.6      | C-8, C-3'/5', C-4' |
| 3', 5' | 6.66 (2H, d, $J=8.4$ Hz)   | 115.0      | C-1', C-4'         |
| 4'     |                            | 155.6      |                    |
| 4'-OH  | 9.17 (1H, s)               |            | C-3'/5', C-4'      |

4), 2.01 (1H, m, H-3), 1.82 (1H, m, H-4)。 $^{13}\text{C}$ -NMR (100 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ ) 中共给出 12 个碳信号, 其中 6 个芳香碳信号, 包括 1 个连氧芳香碳信号  $\delta$  155.6, 提示含有 1 个苯环。此外还有 1 个内酰胺羰基特征信号  $\delta$  177.3。高场区共给出 5 个脂肪碳信号, 包括较低场的 1 个碳信号  $\delta$  85.1 和 1 个连氧碳信号  $\delta$  67.7 以及 3 个脂肪碳信号  $\delta$  34.7, 28.1, 27.6。

$^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY 谱显示了 NH/H-5/H-4/H-3、H-7/H-8、H-2', 6'/H-3', 5' 等 3 个自旋偶合系统的存在。HMBC 谱中,  $\delta$  8.65 (1H, brs, -NH), 2.24, 2.01 (各 1H, m, H-3)、2.15, 1.82 (各 1H, m, H-4) 分别与  $\delta$  177.3 (C-2), 85.1 (C-5), 28.1 (C-4) 存在相关;  $\delta$  4.87 (1H, brd,  $J = 6.1$  Hz, H-5) 分别与  $\delta$  177.3 (C-2), 28.1 (C-3) 存在相关, 结合以上信息确定该化合物含有结构片段 5-氧取代吡咯烷酮。此外, HMBC 谱显示  $\delta$  9.17 (1H, s, 4'-OH) 与  $\delta$  115.0 (C-3', 5') 存在相关,  $\delta$  7.01 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz, H-2', 6') 与  $\delta$  34.7 (C-8) 存在相关,  $\delta$  3.58 (1H, m, H-7), 3.41 (1H, m, H-7) 与  $\delta$  128.70 (C-1'), 85.14 (C-5), 34.7 (C-8) 存在相关,  $\delta$  2.67 (2H, t,  $J = 7.3$  Hz, H-8) 与  $\delta$  128.70 (C-1') 存在相关, 表明存在对羟基苯乙氧基片段, 且 2 个片段以醚键相连 (图 1)。

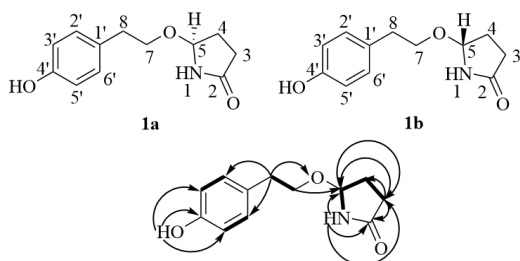


图 1 化合物 1a 和 1b 的结构式及主要  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY (—) 和 HMBC (↷) 相关

Fig. 1 Structures and key  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY and HMBC correlations of compounds 1a and 1b

该化合物 ECD 谱未见较明显吸收峰, 且比旋光度接近零, 推测该化合物是以外消旋体混合物存在。经手性 HPLC 拆分得到 1 对对映异构体 1a 和 1b, 化合物 1a 的  $[\alpha]_D^{20} -56$  ( $c$  0.07,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ), 1b 的  $[\alpha]_D^{20} +56$  ( $c$  0.07,  $\text{CH}_3\text{OH}$ )。通过计算 ECD 与实测 ECD 比较确定绝对构型 (图 2)。化合物 1a 和 1b 分别确定为 5S- 和 5R-对羟基苯乙氧基-吡咯烷-2-酮, 为 1 对未见文献报道的对映异构体, 分别命名为 (-)-峨眉唐松草碱 A 和 (+)-峨眉唐松草碱 A。

化合物 2: 淡黄色无定形粉末。紫外 254 nm 下

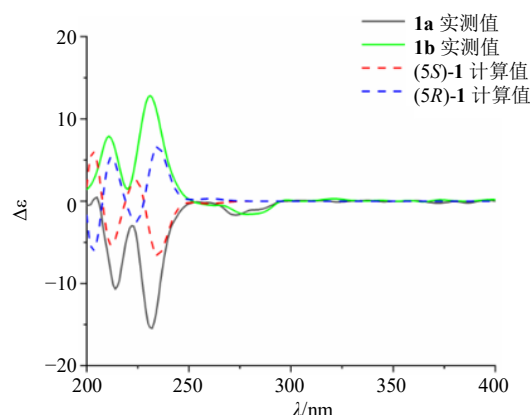


图 2 化合物 1a 和 1b 的计算与实测 ECD 图

Fig. 2 Calculated and experimental ECD spectra of compounds 1a and 1b

呈暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。ESI-MS  $m/z$ : 342  $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。  $^1\text{H}$ -NMR (600 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 6.94 (1H, s, H-1), 6.83 (1H, s, H-12), 6.71 (1H, s, H-4), 6.69 (1H, s, H-9), 3.91 (1H, m, H-8), 3.89 (3H, s, 2-OCH<sub>3</sub>), 3.85 (3H, s, 11-OCH<sub>3</sub>), 3.84 (3H, s, 10-OCH<sub>3</sub>), 3.84 (1H, m, H-13a), 3.70 (1H, m, H-8), 3.48 (1H, m, H-13), 3.22 (1H, m, H-6), 3.12 (1H, m, H-5), 2.95 (1H, m, H-13), 2.40 (1H, m, H-5, 6);  $^{13}\text{C}$ -NMR (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 149.7 (C-11), 147.6 (C-2, 10), 144.5 (C-3), 128.6 (C-13b), 128.5 (C-4a), 127.2 (C-12a), 126.7 (C-8a), 115.5 (C-4), 112.6 (C-12), 112.4 (C-9), 112.1 (C-1), 60.7 (C-13a), 60.6 (C-8), 55.8 (2, 11-OCH<sub>3</sub>), 55.6 (10-OCH<sub>3</sub>), 50.1 (C-6), 33.4 (C-13), 29.4 (C-5)。以上数据与文献报道波谱数据基本一致<sup>[6]</sup>, 故鉴定化合物 2 为 discreteine。

化合物 3: 白色无定形粉末。紫外 254 nm 下呈暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。  $[\alpha]_D^{20} -206$  ( $c$  0.63,  $\text{CH}_3\text{OH}$ )。ESI-MS  $m/z$ : 356  $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。  $^1\text{H}$ -NMR (600 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 6.61 (2H, s, H-4, 10), 6.45 (2H, s, H-1, 7), 4.06 (2H, dd,  $J = 17.0, 6.0$  Hz, H-6, 12), 3.85 (6H, s, 2, 8-OCH<sub>3</sub>), 3.78 (6H, s, 3, 9-OCH<sub>3</sub>), 3.43 (2H, d,  $J = 5.6$  Hz, H-5a, 11a), 2.64 (1H, s, H-5b), 2.64 (3H, s,  $N$ -CH<sub>3</sub>), 2.61 (1H, s, H-11b);  $^{13}\text{C}$ -NMR (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ : 148.0 (C-3, 9), 147.6 (C-2, 8), 129.4 (C-10a), 123.6 (C-6a, 12a), 111.5 (C-1, 7), 110.0 (C-4, 10), 56.3 (2, 8-OCH<sub>3</sub>), 56.2 (C-6, 12), 55.7 (3, 9-OCH<sub>3</sub>), 40.6 ( $N$ -CH<sub>3</sub>), 33.5 (C-5, 11)。以上数据与文献报道波谱数据基本一致<sup>[7]</sup>, 鉴定化合物 3 为 (-)-argemonine。

化合物 **4**: 淡黄色粉末。紫外 254 nm 下呈暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。ESI-MS  $m/z$ : 356  $[M+H]^+$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 6.80 (1H, s, H-1), 6.76 (1H, s, H-4), 6.64 (1H, s, H-7), 6.52 (1H, s, H-10), 3.87 (9H, s, 3, 8, 9-OCH<sub>3</sub>), 3.77 (3H, s, 2-OCH<sub>3</sub>), 3.72 (1H, m, H-12), 3.65~3.68 (2H, m, H-11), 3.00 (2H, m, H-6), 2.57 (3H, s, *N*-CH<sub>3</sub>);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 148.6 (C-3), 148.1 (C-9), 148.0 (C-8), 146.9 (C-2), 134.0 (C-12a), 133.3 (C-6), 127.9 (C-10a), 125.8 (C-6a), 111.5 (C-7), 110.5 (C-4, 10), 108.9 (C-1), 56.2 (C-12), 56.2 (2-OCH<sub>3</sub>), 56.1 (8, 9-OCH<sub>3</sub>), 55.9 (3-OCH<sub>3</sub>), 45.0 (*N*-CH<sub>3</sub>), 44.9 (C-5), 33.5 (C-11)。以上数据与文献报道波谱数据基本一致<sup>[8]</sup>, 鉴定化合物 **4** 为 *O*-methylthalisopavine。

化合物 **5**: 淡黄色胶状物。紫外 254 nm 下呈暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。HR-ESI-MS  $m/z$ : 372.170 2  $[M-H]^-$  (C<sub>20</sub>H<sub>23</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 计算值 373.175 8)。 $^1H$ -NMR (600 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 9.50 (1H, s, 5''-CHO), 7.55 (1H, d,  $J$  = 15.6 Hz, H-3), 7.07 (1H, dd,  $J$  = 8.1, 1.8 Hz, H-9), 6.99 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-5), 6.96 (1H, d,  $J$  = 4.0 Hz, H-6''), 6.90 (1H, d,  $J$  = 8.1 Hz, H-8), 6.28 (1H, d,  $J$  = 15.6 Hz, H-2), 6.26 (1H, d,  $J$  = 4.0 Hz, H-7''), 4.68 (2H, s, 8''-CH<sub>2</sub>OH), 4.41 (2H, m, H-4''), 3.92 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.45 (2H, m, H-1''), 1.85 (2H, m, H-3''), 1.71 (2H, m, H-2'');  $^{13}C$ -NMR (150 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$ : 179.5 (5''-CHO), 166.8 (C-1), 147.4 (C-7), 146.6 (C-6), 141.8 (C-8''), 141.3 (C-3), 132.3 (C-5''), 131.7 (C-9), 127.3 (C-4), 124.9 (C-6''), 118.1 (C-2), 114.7 (C-8), 110.6 (C-7''), 109.7 (C-5), 56.2 (8''-CH<sub>2</sub>OH), 55.9 (6-OCH<sub>3</sub>), 45.2 (C-4''), 37.9 (C-1''), 27.7 (C-3''), 26.8 (C-2'')。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[9]</sup>, 鉴定化合物 **5** 为 magnolamide。

化合物 **6**: 白色针状结晶(甲醇)。紫外 254 nm 下呈暗斑。ESI-MS  $m/z$ : 180  $[M+H]^+$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 8.95 (1H, t,  $J$  = 5.6 Hz, H-3), 7.87 (2H, m, H-6, 10), 7.56 (1H, m, H-8), 7.50 (2H, m, H-7, 9), 4.02 (2H, d,  $J$  = 5.8 Hz, H-2);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 171.0 (C-1), 167.0 (C-4), 134.0 (C-5), 132.0 (C-8), 128.9 (C-7, 9), 127.7 (C-6, 10), 42.0 (C-2)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[10]</sup>, 鉴定化合物 **6** 为马尿酸。

化合物 **7**: 棕色针状结晶(甲醇)。在紫外 254 nm 下有暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。 $^1H$ -NMR (600

MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 7.31 (1H, d,  $J$  = 8.7 Hz, H-11), 7.27 (1H, d,  $J$  = 8.7 Hz, H-12), 7.21 (1H, s, H-13), 6.72 (1H, s, H-1), 6.70 (1H, s, H-4), 6.00 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>O-), 4.29 (2H, t,  $J$  = 6.2 Hz, H-6), 4.01 (3H, s, 9-OCH<sub>3</sub>), 3.95 (3H, s, 10-OCH<sub>3</sub>), 2.89 (2H, t,  $J$  = 6.2 Hz, H-5)。以上数据与氧化小檗碱的波谱数据基本一致<sup>[11]</sup>, 并经与氧化小檗碱对照品进行共薄层对照, 采用二氯甲烷-甲醇(100:1+1%二乙胺)( $R_f$ =0.40)、石油醚-丙酮(2:1+1%二乙胺)( $R_f$ =0.33)、二氯甲烷-丙酮(50:1+1%二乙胺)( $R_f$ =0.41) 3 种展开系统, 样品和对照品在相应的位置, 显相同颜色斑点, 鉴定化合物 **7** 为氧化小檗碱。

化合物 **8**: 淡黄色无定形粉末。在紫外 254 nm 下有暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。ESI-MS  $m/z$ : 392  $[M+Na]^+$ 。 $^1H$ -NMR (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 8.10 (1H, s, H-8), 7.26 (1H, s, H-13), 7.00 (1H, d,  $J$  = 8.5 Hz, H-12), 6.84 (1H, s, H-1), 6.57 (1H, s, H-4), 6.45 (1H, d,  $J$  = 8.5 Hz, H-11), 5.95 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>O-), 3.94 (2H, t,  $J$  = 6.2 Hz, H-6), 3.88 (3H, s, 10-OCH<sub>3</sub>), 3.84 (3H, s, 9-OCH<sub>3</sub>), 2.85 (2H, t,  $J$  = 6.2 Hz, H-5);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 162.7 (C-8), 151.5 (C-10), 147.9 (C-8a), 147.8 (C-2), 147.1 (C-3), 135.8 (C-9), 133.3 (C-4a), 128.7 (C-14a), 125.4 (C-14), 123.9 (C-12), 115.3 (C-4), 108.8 (C-12a), 108.7 (C-1), 104.6 (C-11), 103.2 (C-13), 101.3 (2, 3-OCH<sub>2</sub>O), 61.1 (9-OCH<sub>3</sub>), 55.9 (10-OCH<sub>3</sub>), 38.4 (C-6), 29.4 (C-5)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[12]</sup>, 鉴定化合物 **8** 为 polyberbine。

化合物 **9**: 淡黄色油状固体。紫外 254 nm 下有暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。 $[\alpha]_D^{20}$  -18.46 ( $c$  0.70, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS  $m/z$ : 342  $[M+H]^+$ 。ECD (CH<sub>3</sub>OH)  $\lambda_{max}$  ( $\Delta\epsilon$ ): 202 (+4.74), 220 (-5.02), 237 (+0.01), 248 (-0.14), 259 (+0.63), 269 (+0.23), 288 (+1.23) nm。UV  $\lambda_{max}^{MeOH}$  (nm): 240 (3.98), 285 (3.71)。 $^1H$ -NMR (600 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 6.81 (1H, s, H-4), 6.63 (1H, s, H-1), 6.35 (1H, s, H-5), 6.32 (1H, s, H-8), 3.88 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.86 (3H, s, 2-OCH<sub>3</sub>), 3.80 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 2.46 (3H, s, *N*-CH<sub>3</sub>);  $^{13}C$ -NMR (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 181.0 (C-7), 161.3 (C-14), 151.6 (C-6), 148.6 (C-3), 148.2 (C-2), 130.1 (C-12), 128.8 (C-11), 122.6 (C-8), 118.9 (C-5), 110.6 (C-1), 108.9 (C-4), 61.0 (C-9), 56.5 (2-OCH<sub>3</sub>), 56.1 (3-OCH<sub>3</sub>), 55.3 (6-OCH<sub>3</sub>), 45.8 (C-16), 42.4 (C-13), 41.8 (*N*-CH<sub>3</sub>),

41.1 (C-15), 32.9 (C-10)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[13-14]</sup>, 鉴定化合物 **9** 为 *O*-methylpallidine。

化合物 **10**: 淡黄色方状结晶 (甲醇)。紫外 254 nm 下有暗斑, 碘化铯钾反应呈阳性。 $[\alpha]_D^{20}$ -175.05 (*c* 0.48, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS *m/z*: 330 [M+H]<sup>+</sup>。ECD (CH<sub>3</sub>OH)  $\lambda_{\max}$  ( $\Delta\epsilon$ ): 200 (+8.88), 253 (-5.35) nm。UV  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  (nm): 237 (3.94), 265 (4.01)。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 7.68 (1H, s, H-5), 6.76 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-2), 6.68 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-1), 3.90 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.64 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 2.42 (3H, s, *N*-CH<sub>3</sub>)。 <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 194.4 (C-7), 151.0 (C-6), 145.0 (C-3), 143.3 (C-4), 130.6 (C-11), 126.1 (C-12), 123.1 (C-5), 119.6 (C-1), 109.3 (C-2), 57.1 (3-OCH<sub>3</sub>), 56.4 (C-9), 54.9 (6-OCH<sub>3</sub>), 47.2 (C-16), 42.7 (*N*-CH<sub>3</sub>), 41.0 (C-14), 39.3 (C-8), 37.7 (C-13), 31.8 (C-15), 28.1 (C-10)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[15-16]</sup>, 鉴定化合物 **10** 为 (-)-ocobotriline。

化合物 **11**: 无色簇状结晶 (甲醇), 紫外 254 nm 下呈暗斑, 碘化铯钾反应阳性。ESI-MS *m/z*: 300 [M+H]<sup>+</sup>。 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 8.54 (1H, d, *J* = 5.5 Hz, H-5), 7.79 (1H, d, *J* = 5.5 Hz, H-4), 7.29 (1H, s, H-3), 4.09 (3H, s, 2-OCH<sub>3</sub>), 3.79 (1H, m, H-10), 2.48 (2H, m, H-8), 2.20 (2H, m, H-9), 1.92 (2H, m, H-11), 1.80 (2H, m, H-12); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 208.4 (C-7), 157.5 (C-2), 151.7 (C-6a), 145.3 (C-5), 144.6 (C-1), 136.0 (C-7c), 132.6 (C-7b), 124.4 (C-3a), 122.5 (C-4), 102.1 (C-3), 71.0 (C-10), 57.2 (2-OCH<sub>3</sub>), 51.0 (C-7a), 31.3 (C-9, 11), 30.4 (C-8, 12)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[17]</sup>, 鉴定化合物 **11** 为 8,9-dihydroprooxocryptochine。

化合物 **12**: 亮黄色针状结晶 (甲醇), 紫外 254 nm 下呈亮黄色暗斑, 碘化铯钾反应阳性。 $[\alpha]_D^{20}$  + 27.22 (*c* 0.12, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS *m/z*: 338 [M]<sup>+</sup>。 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 11.27 (1H, s, 10-OH), 9.89 (1H, s, H-8), 8.99 (1H, s, H-13), 8.01 (1H, d, *J* = 8.9 Hz, H-12), 7.89 (1H, d, *J* = 8.9 Hz, H-11), 7.85 (1H, s, H-1), 7.16 (1H, s, H-4), 6.19 (2H, s, -OCH<sub>2</sub>O-), 6.08 (1H, d, *J* = 4.2 Hz, 5-OH), 5.12 (1H, dd, *J* = 14.0, 4.4 Hz, H-6), 5.01 (1H, m, 5-H), 4.84 (1H, dd, *J* = 14.0, 4.4 Hz, H-6), 4.07 (3H, s,

9-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 149.7 (C-9), 149.4 (C-3), 148.6 (C-2), 145.0 (C-8), 141.2 (C-10), 136.5 (C-12a), 132.7 (C-4a), 132.3 (C-11), 131.2 (C-13a), 123.6 (C-12), 122.3 (C-1a), 120.5 (C-13), 119.8 (C-8a), 108.1 (C-4), 105.4 (C-1), 102.3 (-OCH<sub>2</sub>O-), 62.9 (C-5), 61.4 (C-6), 60.8 (9-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[18]</sup>, 鉴定化合物 **12** 为唐松草亭碱。

化合物 **13**: 亮黄色针状结晶 (甲醇), 紫外 254 nm 下呈亮黄色暗斑, 碘化铯钾反应阳性。ESI-MS *m/z*: 336 [M]<sup>+</sup>。经与小檗碱对照品进行共薄层对照, 采用二氯甲烷-甲醇 (30:1+1%二乙胺) (*R*<sub>f</sub>=0.43)、石油醚-丙酮 (1:5+1%二乙胺) (*R*<sub>f</sub>=0.40)、二氯甲烷-丙酮 (1:1+1%二乙胺) (*R*<sub>f</sub>=0.33) 3 种展开系统, 样品和对照品在相应的位置上, 显相同颜色斑点, 鉴定化合物 **13** 为小檗碱。

化合物 **14**: 淡黄色无定形粉末, 紫外 254 nm 下呈暗斑, 10%硫酸乙醇反应显紫色。 $[\alpha]_D^{20}$  -9.16 (*c* 0.17, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS *m/z*: 415 [M+Na]<sup>+</sup>。 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 9.01 (1H, brs, 4-OH), 6.92 (1H, s, H-2''), 6.86 (1H, s, H-2), 6.83 (1H, s, H-6''), 6.78 (1H, s, H-6), 6.74 (1H, s, H-5), 5.44 (1H, d, *J* = 6.6 Hz, H-7), 4.45 (1H, d, *J* = 4.6 Hz, H-7''), 3.77 (3H, s, 3''-OCH<sub>3</sub>), 3.75 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.70 (1H, m, H-9a), 3.61 (1H, m, H-9b), 3.52 (1H, m, H-8''), 3.47 (1H, m, H-9'a), 3.36 (1H, dd, *J* = 10.5, 4.2 Hz, H-9'b), 3.22 (1H, m, H-8); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 147.6 (C-3), 146.4 (C-4), 146.4 (C-4''), 143.1 (C-3''), 136.8 (C-1''), 132.7 (C-1), 128.6 (C-5''), 118.6 (C-6), 115.4 (C-6''), 115.2 (C-5), 111.1 (C-2''), 110.3 (C-2), 87.1 (C-7), 76.1 (C-8''), 73.0 (C-7''), 63.3 (C-9), 62.8 (C-9''), 55.7 (3-OCH<sub>3</sub>), 55.7 (3''-OCH<sub>3</sub>), 53.4 (C-8)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[19]</sup>, 鉴定化合物 **14** 为 meliasendanin D。

化合物 **15**: 无色胶状物。紫外 254 nm 下呈暗斑。 $[\alpha]_D^{20}$  +56.0 (*c* 0.52, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS *m/z*: 411 [M+Cl]<sup>-</sup>。 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 6.93 (2H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2, 2'), 6.78 (2H, dd, *J* = 8.2, 1.7 Hz, H-6, 6'), 6.73 (2H, d, *J* = 8.2 Hz, H-5, 5'), 4.80 (2H, d, *J* = 7.8 Hz, H-7, 7'), 3.77 (6H, s, 3, 3'-OCH<sub>3</sub>), 3.50 (2H, dd, *J* = 11.3, 3.0 Hz, H-9, 9'), 3.44 (2H, dd, *J* = 11.3, 3.0 Hz, H-9, 9'), 2.12 (2H, m, H-8, 8'); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 147.9 (C-3, 3'),

146.2 (C-4, 4'), 134.5 (C-1, 1'), 119.2 (C-6, 6'), 115.6 (C-5, 5'), 110.9 (C-2, 2'), 82.3 (C-7, 7'), 60.8 (C-9, 9'), 56.0 (3, 3'-OCH<sub>3</sub>), 54.0 (C-8, 8')。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[20]</sup>, 鉴定化合物 **15** 为 (+)-(7*R*,7'*R*,8*S*,8'*S*)-新橄榄树脂素。

化合物 **16**: 白色固体粉末。紫外 254 nm 下无暗斑, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。[ $\alpha$ ]<sub>D</sub><sup>20</sup> -15.2 (c 0.38, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS  $m/z$ : 421 [M+H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 6.54 (1H, s, H-5), 6.28 (2H, s, H-2', 6'), 4.23 (1H, d,  $J$  = 5.0 Hz, H-1), 3.76 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.63 (6H, s, 3', 5'-OCH<sub>3</sub>), 3.30 (3H, s, 8-OCH<sub>3</sub>), 3.11~3.40 (4H, m, H-2a, 3a), 2.61 (1H, dd,  $J$  = 14.8, 4.5 Hz, H-4), 2.42 (1H, m, H-4), 1.84 (1H, m, H-2), 1.43 (1H, m, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 148.0 (C-3', 5'), 147.3 (C-6), 146.9 (C-8), 138.1 (C-1'), 137.6 (C-7), 133.8 (C-4'), 129.1 (C-4a), 125.4 (C-8a), 107.1 (C-5), 106.4 (C-2', 6'), 65.0 (C-2a), 62.6 (C-3a), 59.4 (8-OCH<sub>3</sub>), 56.5 (3', 5'-OCH<sub>3</sub>), 56.1 (6-OCH<sub>3</sub>), 47.1 (C-2), 40.5 (C-1, 3), 32.7 (C-4)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[21-22]</sup>, 鉴定化合物 **16** 为 (-)-南烛木树脂素。

化合物 **17**: 白色固体粉末。紫外 254 nm 下无暗斑, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。[ $\alpha$ ]<sub>D</sub><sup>20</sup> +15.0 (c 0.35, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS  $m/z$ : 391 [M+H]<sup>+</sup>。ECD (CH<sub>3</sub>OH)  $\lambda_{\max}$  ( $\Delta\epsilon$ ): 280 (+10.0), 290 (-2.90) nm。UV  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  (nm): 206 (3.96), 283 (3.08)。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 6.60 (1H, s, H-5), 6.34 (2H, s, H-2', 6'), 6.12 (1H, s, H-8), 3.73 (1H, m, H-1), 3.72 (1H, m, H-2a, 3a), 3.70 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.68 (6H, s, 3', 5'-OCH<sub>3</sub>), 3.60 (1H, d,  $J$  = 3.5 Hz, H-2a), 3.58 (1H, dd,  $J$  = 10.6, 4.1 Hz, H-3a), 2.69 (2H, m, H-4), 2.03 (1H, m, H-3), 1.80 (1H, m, H-2); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 148.2 (C-3', 5'), 146.0 (C-6), 144.5 (C-7), 136.6 (C-4a, 1'), 134.2 (C-4'), 133.0 (C-8a), 116.6 (C-8), 112.2 (C-5), 107.0 (C-2', 6'), 64.0 (C-2a, 3a), 56.5 (6-OCH<sub>3</sub>), 56.0 (3', 5'-OCH<sub>3</sub>), 47.0 (C-1), 46.1 (C-2), 40.5 (C-3), 32.7 (C-4)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[23]</sup>, 鉴定化合物 **17** 为 5'-甲氧基异落叶松脂素。

化合物 **18**: 淡黄色无定形粉末。紫外 254 nm 下呈暗斑。[ $\alpha$ ]<sub>D</sub><sup>20</sup> +18.0 (c 0.56, CH<sub>3</sub>OH)。ESI-MS  $m/z$ : 213 [M+H]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 6.93 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-2), 6.78 (1H, dd,  $J$  = 8.1, 1.8 Hz,

H-6), 6.74 (1H, d,  $J$  = 8.1 Hz, H-5), 4.80 (1H, d,  $J$  = 8.0 Hz, H-7), 3.77 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.50 (1H, dd,  $J$  = 11.2, 4.0 Hz, H-9), 3.45 (1H, dd,  $J$  = 11.2, 4.0 Hz, H-9), 3.10 (3H, s, 7-OCH<sub>3</sub>), 2.13 (1H, m, H-8), 1.13 (1H, m, H-8); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 147.9 (C-3), 146.2 (C-4), 134.5 (C-1), 119.2 (C-6), 115.6 (C-5), 111.0 (C-2), 82.3 (C-7), 60.8 (C-9), 56.1 (3-OCH<sub>3</sub>), 54.0 (7-OCH<sub>3</sub>), 40.5 (C-8)。以上数据与文献报道的波谱数据基本一致<sup>[24]</sup>, 鉴定化合物 **18** 为 (7*R*)-7,8-二氢-7-甲氧基松柏醇。

#### 4 讨论

本课题从峨眉唐松草根的 95%乙醇提取物分离鉴定了 19 个化合物, 包括 14 个生物碱类化合物, 4 个木脂素类化合物, 1 个苯丙素类化合物。其中, 化合物 **1a** 和 **1b** 为新化合物, 化合物 **8**、**9**、**11**、**14** 首次从唐松草属植物中分离得到。本研究丰富了峨眉唐松草的化学研究, 为唐松草属植物资源的合理开发利用奠定物质基础。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 薛晶晶, 李建勇, 李冰洁, 等. 2 种唐松草属植物异喹啉类生物碱的研究 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(10): 2676-2680.
- [2] 艾铁民, 张树仁, 杨秀伟, 等. 中国药用植物志 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 1979: 239.
- [3] 李圣各, 苏钰清, 马冬珂, 等. 唐松草属植物中生物碱类化学成分和药理作用的研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2014, 29(3): 312-321.
- [4] 高光耀. 狭序唐松草化学成分研究及系统学意义初探 [D]. 北京: 中国协和医科大学, 1999.
- [5] 辛文芬, 薛智. 峨眉唐松草化学成分的研究 [J]. 药学报, 1983, 18(12): 920-924.
- [6] Costa E V, Dutra L M, Nepel A, et al. Isoquinoline alkaloids from the leaves of *Xylopia laevigata* (Annonaceae) [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2013, 51: 331-334.
- [7] Siatka T, Adamcová M, Opletal L, et al. Cholinesterase and prolyl oligopeptidase inhibitory activities of alkaloids from *Argemone platyceras* (Papaveraceae) [J]. *Molecules*, 2017, 22(7): 1181.
- [8] 罗甸. 两种唐松草属植物中的化学成分研究 [D]. 昆明: 云南民族大学, 2021.
- [9] Yu H J, Chen C C, Shieh B J. The constituents from the leaves of *Magnolia coco* [J]. *J Chin Chem Soc*, 1998, 45(6): 773-778.
- [10] 张涛, 司金光, 陈佳欢, 等. 美洲大蠊抗氧化活性成分

- 研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(11): 1867-1872.
- [11] Deuk M Y, Kwon H C, Yang M C, *et al.* Isolation of limonoids and alkaloids from *Phellodendron amurense* and their multidrug resistance (MDR) reversal activity [J]. *Arch Pharm Res*, 2007, 30(1): 58-63.
- [12] Garcí'a A, Castedo L, Domí'nguez D. Revision of the structures of linaresine and dihydrolinaresine [J]. *Tetrahedron*, 1996, 52(16): 5929-5932.
- [13] Zhang Z Z, ElSohly H N, Jacob M R, *et al.* New sesquiterpenoids from the root of *Guatteria multivenia* [J]. *J Nat Prod*, 2002, 65(6): 856-859.
- [14] Kametani T, Ihara M, Honda T. The alkaloids of *Corydalis pallida* var. *tenuis* (yatabe) and the structures of pallidine and kikemanine [J]. *J Chem Soc, C*, 1970(8): 1060.
- [15] Payo-Hill A L, Sandoval-López D, Vélez-Castro H T, *et al.* Two new morphinandienone alkaloids from *Croton micradenus* [J]. *Nat Prod Commun*, 2013, 8(6): 779-780.
- [16] Mandelbaum A, Ginsburg D. Studies in mass spectrometry IV. Steric direction of fragmentation in *cis*- and *trans*-b: c ring-fused morphine derivatives [J]. *Tetrahedron Lett*, 1965, 6(29): 2479-2489.
- [17] Wu H F, Ding L S, Shen J W, *et al.* A new proaporphine alkaloid from *Meconopsis horridula* [J]. *Fitoterapia*, 2009, 80(4): 252-254.
- [18] Abu Zarga M H, Shamma M. The absolute configuration of berberastine and thalidastine [J]. *Tetrahedron Lett*, 1980, 21(39): 3739-3742.
- [19] Wang L, Li F, Yang C Y, *et al.* Neolignans, lignans and glycoside from the fruits of *Melia toosendan* [J]. *Fitoterapia*, 2014, 99: 92-98.
- [20] Kikuchi M, Kikuchi M. Studies on the constituents of *Swertia japonica* Makino II. On the structures of new glycosides [J]. *Chem Pharm Bull*, 2005, 53(1): 48-51.
- [21] Dad G, Corbani A, Manitto P, *et al.* Lignan glycosides from the heartwood of European oak *Quercus petraea* [J]. *J Nat Prod*, 1989, 52(6): 1327-1330.
- [22] 吴琼, 华会明, 李占林. 仙人掌化学成分的分离与鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2013, 23(2): 120-126.
- [23] 刘波, 刘明韬, 甘茂罗, 等. 瑶山润楠根的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2012, 37(9): 1227-1231.
- [24] Ngan N T T, Quang T H, Tai B H, *et al.* Anti-inflammatory and PPAR transactivational effects of components from the stem bark of *Ginkgo biloba* [J]. *J Agric Food Chem*, 2012, 60(11): 2815-2824.

[责任编辑 王文倩]