

白背枫的化学成分研究

肖 磔¹, 许浩楠¹, 王浩鑫¹, 陈 林¹, 谢红茜¹, 丁祖霄², 左爱学¹, 江志勇^{1*}

1. 云南中医药大学 云南省高校民族药现代研究重点实验室 云南 昆明 650500

2. 昆明医科大学药学院 云南 昆明 650500

摘 要: **目的** 对白背枫 *Buddleja asiatica* 进行化学成分研究。**方法** 采用正反相硅胶柱色谱、MCI、Sephadex LH-20 柱色谱以及半制备高效液相色谱等分离手段进行分离纯化, 根据 1D 和 2D NMR, MS 等波谱数据和理化性质对化合物进行结构鉴定。采用分光光度法测定化合物对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性。**结果** 从白背枫茎叶 90% 甲醇提取物的二氯甲烷萃取部分中分离鉴定了 9 个化合物, 分别为 (*S*)-1,4-di(benzo[*d*][1,3]dioxol-5-yl)-3-(hydroxymethyl)butan-2-one (**1**)、meridinol (**2**)、3,3'-bis(3,4-dihydro-4-hydroxy-6-methoxy-2*H*-1-benzopyran) (**3**)、protocatechualdehyde (**4**)、丁香醛 (**5**)、3,4-二甲氧基桂皮酸 (**6**)、4-甲氧基桂皮酸 (**7**)、异东莪萜内酯 (**8**)、松柏醛 (**9**)。化合物 **3** 表现出一定的 α -葡萄糖苷酶抑制作用, IC_{50} 值为 41.3 μ mol/L。其余化合物未见 α -葡萄糖苷酶抑制活性。**结论** 化合物 **1** 为 1 个新的降木脂素, 命名为白背枫酮。除化合物 **6** 外, 其余化合物均为首次从该植物中分离得到。化合物 **3** 有中等程度的 α -葡萄糖苷酶抑制活性。

关键词: 白背枫; 醉鱼草属; 降木脂素; 白背枫酮; 丁香醛; 4-甲氧基桂皮酸; 异东莪萜内酯; 松柏醛

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2024)01-0038-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.01.005

Chemical constituents from *Buddleja asiatica*

XIAO Die¹, XU Haonan¹, WANG Haoxin¹, CHEN Lin¹, XIE Hongxi¹, DINA Zuxiao¹, ZUO Aixue¹, JIANG Zhiyong¹

1. Key Laboratory of Modern Research on Ethnic Medicine in Yunnan Provincial Universities, Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming 650500, China

2. School of Pharmacy, Kunming Medical University, Kunming 650500, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents of *Buddleja asiatica*. **Methods** The compounds were obtained by silica gel, MCI, Sephadex LH-20, and prep-HPLC column chromatography. Their structures were identified by 1D-, 2D NMR, and MS analysis. The isolates were assayed for their α -glucosidase inhibitory activities by spectrophotography. **Results** Nine compounds were isolated from 90% MeOH extract of *B. asiatica*. The structures were identified as (*S*)-1,4-di(benzo[*d*][1,3]dioxol-5-yl)-3-(hydroxymethyl)butan-2-one (**1**), meridinol (**2**), 3,3'-bis(3,4-dihydro-4-hydroxy-6-methoxy-2*H*-1-benzopyran) (**3**), protocatechualdehyde (**4**), syringaldehyde (**5**), 3,4-dimethoxycinnamic acid (**6**), 4-methoxycinnamic acid (**7**), isoscopoletin (**8**), coniferaldehyde (**9**). Compound **3** exhibited moderate α -glucosidase inhibitory activity with an IC_{50} value of 41.3 μ mol/L. **Conclusion** Compound **1** was a new norlignan and named as (–)-asiaticaone. Compounds **1**–**5**, **7**–**9** were isolated from *B. asiatica* for the first time. Compound **3** exhibited moderate α -glucosidase inhibitory activity.

Key words: *Buddleja asiatica* Lour.; *Buddleja* genus; norlignan; (–)-asiaticaone; syringaldehyde; 4-methoxycinnamic acid; isoscopoletin; coniferaldehyde

白背枫 *Buddleja asiatica* Lour. 为马钱科醉鱼草属药用植物^[1], 其根及茎叶具有抗菌^[2]、降压、降糖、抗氧化及神经保护作用^[3]。文献报道显示该属植物的化学成分包括苯丙素类^[3]、黄酮^[4]、三萜皂

收稿日期: 2023-11-04

基金项目: 国家自然科学基金项目 (82360688); 国家自然科学基金项目 (81860620); 云南省中医药联合专项重点项目 (202101AZ070001-164); 云南省教育厅高原特色民族药用植物研究科技创新团队

作者简介: 肖 磔, 硕士研究生, 研究方向为中药化学。E-mail: 3372956277@qq.com

*通信作者: 江志勇, 教授, 主要从事天然抗肿瘤及降糖活性成分的发现。E-mail: jiangzy2010@163.com

苷^[5-6]及环烯醚萜苷类^[7]等, 目前关于白背枫的化学成分报道较少^[2,8], 为了从中寻找新的降糖活性成分, 本实验对其 90% 甲醇提取物进行了化学成分研究, 从二氯甲烷的萃取部分分离得到 9 个化合物(图 1), 经波谱学分析, 结合文献比较, 分别鉴定为(*S*)-1,4-di(benzo[*d*][1,3]dioxol-5-yl)-3-(hydroxymethyl)butan-2-one (**1**)、meridinol (**2**)、3,3'-bis(3,4-dihydro-4-hydroxy-6-methoxy-2*H*-1-benzopyran, **3**)、proto-

catechualdehyde (**4**)、丁香醛 (syringaldehyde, **5**)、3,4-二甲氧基桂皮酸 (3,4-dimethoxycinnamic acid, **6**)、4-甲氧基桂皮酸 (4-methoxycinnamic acid, **7**)、异东茛菪内酯 (isoscopoletin, **8**)、松柏醛 (coniferaldehyde, **9**)。其中化合物 **1** 为 1 个结构较新颖的降木脂素, 命名为白背枫酮; 除化合物 **6** 外, 其余化合物均为首次从该植物中分离得到。并考察了化合物对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性。

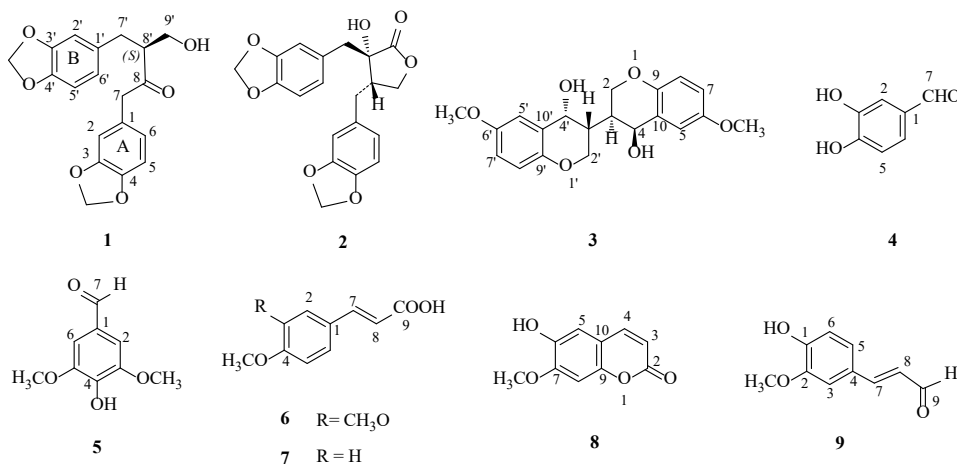


图 1 化合物 1~9 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1—9

1 仪器与材料

Autopol V Plus 型比旋光测定分析仪 (美国 Rudolph 公司); Agilent 6030 Q-TOF 型质谱仪 (美国 Agilent 公司); Bruker AM-600 型核磁共振仪 (瑞士 Bruker 公司); UV5Bio 紫外可见分光光度计 (瑞士 Mettler Toledo 公司); 柱色谱硅胶 (200~300 目)、薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ (青岛美高化工有限公司); MCI (日本三菱化工), Sephadex LH-20 (Pharmacia 公司)。HPLC 为 Agilent 1260 半制备液相色谱仪 (美国安捷伦科技公司)。Shimadzu shim-pack GIS 色谱柱 (日本岛津公司); C₁₈ 柱色谱硅胶 (德国默克公司); 高效液相色谱仪使用色谱纯甲醇 (德国默克公司) 和娃哈哈纯净水, 其余试剂为工业纯二次重蒸试剂。 α -葡萄糖苷酶 (上海宝曼生物科技有限公司); 阿卡波糖 (Acarbose, 质量分数为 99%, Sigma 公司)

样品干燥白背枫的茎叶于 2020 年 9 月采自丽江, 经中国科学院西双版纳热带植物园周仕顺高级工程师鉴定为白背枫 *B. asiatica* Lour.。标本 (YUTCM-2020092) 保存于云南省高校民族药现代研究重点实验室。

2 提取与分离

干燥白背枫的茎叶 (9.5 kg) 粉碎后, 用 8 倍质量的 90% 甲醇-水 (90:10) 回流提取 3 次, 每次 2 h, 合并提取液浓缩得浸膏 1.5 kg。将浸膏混悬于适量的水中, 依次用石油醚、二氯甲烷、醋酸乙酯萃取, 得到石油醚浸膏 165 g、二氯甲烷浸膏 117 g、醋酸乙酯浸膏 79 g。石油醚部分浸膏 (165 g) 经硅胶柱色谱分离, 二氯甲烷-甲醇 (100:0、98:2、95:5、90:10) 梯度洗脱, 经过 TLC 检测合并相同组分, 得到 5 个组分 Fr. 1~5。

取 Fr. 2 (15 g), 以 MCI 柱色谱脱色, 甲醇-水 (50:50→100:0) 梯度洗脱, 得到 4 个流分 (Fr. 2.1~2.4), 其中 Fr. 2.1 (3 g) 石油醚-醋酸乙酯 (98:2→70:30) 为洗脱剂进行梯度洗脱分离, 后采用半制备 HPLC 分离纯化得到化合物 **2** (59 mg)、**4** (4 mg)。Fr. 2.2 (5 g) 经过反相 C₁₈ 柱色谱, 以甲醇-水 (60:40→100:0) 梯度洗脱, 后经过 HPLC (流动相: 甲醇-水 80:20) 分离, 再经过 Sephadex LH-20 甲醇-二氯甲烷 (1:1), 得到化合物 **1** (10 mg)、**3** (8 mg) 和 **6** (30 mg)。Fr. 2.3 (4 g) 以石油醚-丙酮 (90:10→60:40) 为洗脱剂进行梯度洗脱分离后再

进一步用经半制备 HPLC (流动相: 甲醇-水 76 : 24) 纯化得到化合物 **5** ($t_R=14.5$ min, 8 mg)、**7** ($t_R=18.5$ min, 11 mg)、**8** ($t_R=23.9$ min, 2 mg)。Fr. 2.4 (1 g) 经过反相 C_{18} 柱色谱, 以甲醇-水 (70 : 30→100 : 0) 梯度洗脱, 再经过半制备 HPLC 分离 (流动相: 甲醇-水 68 : 32) 纯化得到化合物 **9** ($t_R=17.6$ min, 5 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色无定型粉末。[α] $^{20.1}_D -19.5^\circ$ (c 0.04, MeOH)。其 HRESIMS (-) 在 m/z 341.102 4 [$M-H$] $^-$ (计算值 341.102 5, $C_{19}H_{17}O_6$) 处给出去氢离子峰, 提示其分子式为 $C_{19}H_{18}O_6$, 不饱和度为 11。化合物 **1** 的红外 (IR) 光谱显示分子中存在羟基 (3 506 cm^{-1})、羰基 (1 692 cm^{-1}) 和芳环 (1 607、1 496、1 443 cm^{-1}) 等官能团。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) (表 1) 中, 在 δ_H 6.50 (1H, dd, $J=8.0, 1.9$ Hz), 6.51 (1H, d, $J=1.8$ Hz), 6.71 (1H, d, $J=8.0$ Hz) 和 δ_H 6.55 (1H, dd, $J=7.9, 1.6$ Hz), 6.57 (1H, d, $J=1.6$ Hz), 6.71 (1H, d, $J=8.0$ Hz) 处给出 2 组芳环质子信号, 揭示结构中存在 2 个 1,3,4-三取代的苯环片。表 1 中给出 19 个碳原子信号, 包括 1 个酮羰基、2 个芳环 (12 个芳基碳原子)、5 个亚甲基和 1 个次甲基。其中 δ_C 101.2 和 101.1 处给出的 2 个二氧亚甲基碳原子信号与氢谱中给出的二氧亚甲基质子信号, 此外还在 δ_H 5.934 和 5.929 处观察到 2 个二氧亚甲基质子信号。其 ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) 谱信号相符, 进一步证实了分子中存在 2 个二氧亚甲基官能团。仔细对比化合物 **1** 和本研究分离得到的已知木脂素类化合物 meridinol (**2**) [9-10] 图谱显示, 2 个化合物的芳环上的波谱数据极为相似, 提示两者有相同的芳环连接取代。不同之处在于化合物 **1** 的低场部分多出 1 个酮羰基碳原子信号, 同时少了 1 个酯羰基, 此外分子中的总碳原子也较 meridinol 少了 1 个, 提示化合物 **1** 可能为 1 个降木脂素类化合物。

为了明确化合物 **1** 的结构, 测试了其 2D 相关图谱。如图 2 所示, 化合物 **1** 的 HMBC 谱中, δ_H 5.934 处的二氧亚甲基的质子信号分别与 A 环中的 C-3 (δ_C 147.9) 和 C-4 (δ_C 146.8) 相关, 而 δ_H 5.929 处的二氧亚甲基的质子信号与 B 环的 C-3' (δ_C 147.8) 和 C-4' (δ_C 146.3) 相关, 表明化合物 **1** 中存在与 meridinol 相同连接的 2 个二氧亚甲基。其 HMBC 谱中还给出 H_2-7 (δ_H 3.54, d, $J=15.7$ Hz; 3.49, d, $J=15.7$ Hz) 与羰基 (δ_C 211.8) 和 C-1 (δ_C 126.9), C-2

表 1 化合物 **1** 的 1H -和 ^{13}C -NMR 数据 (600/150 MHz, $CDCl_3$)

Table 1 1H - and ^{13}C -NMR data of compound **1** (600/150 MHz, $CDCl_3$)

碳位	δ_C	δ_H
1	126.9 (C)	
2	110.0 (CH)	6.51 (1H, d, $J=1.8$)
3	147.9 (C)	
4	146.8 (C)	
5	108.4 (CH)	6.71 (1H, d, $J=8.0$ Hz)
6	122.9 (CH)	6.50 (1H, dd, $J=8.0, 1.9$ Hz)
7	51.0 (CH_2)	3.54 (1H, d, $J=15.7$ Hz) 3.49 (1H, d, $J=15.7$ Hz)
8	211.8 (C)	
1'	132.4 (C)	
2'	109.3 (CH)	6.57 (1H, d, $J=1.6$ Hz)
3'	147.8 (C)	
4'	146.3 (C)	
5'	108.5 (CH)	6.70 (1H, d, $J=7.8$ Hz)
6'	122.0 (CH)	6.55 (1H, dd, $J=7.9, 1.6$ Hz)
7'	34.5 (CH_2)	2.80 (1H, dd, $J=13.7, 8.2$ Hz) 2.68 (1H, dd, $J=13.7, 7.0$ Hz)
8'	54.4 (CH)	3.08 (1H, m)
9'	63.2 (CH_2)	3.71 (2H, m)
OCH ₂ O-A 环	101.1 (CH_2)	5.934 (2H, s)
OCH ₂ O-B 环	101.2 (CH_2)	5.929 (2H, s)

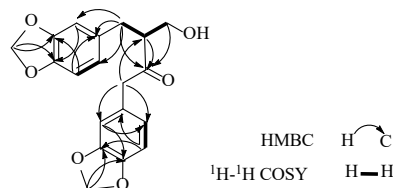


图 2 化合物 **1** 的关键 HMBC 和 COSY 相关

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

(δ_C 110.0) 及 C-6 (δ_C 122.9) 相关, 提示 C-7 与芳环 A 和羰基相连。此外还观察到 H_2-7' (δ_H 2.80, dd, $J=13.7, 8.2$ Hz; 2.68, dd, $J=13.7, 7.0$ Hz) 分别与 C-1' (δ_C 132.4), C-2' (δ_C 109.3), C-6' (δ_C 122.0) 的远程相关, 提示 C-7' 与芳环 B 相连。同时, 在 1H - 1H COSY (图 2) 中清晰地给出 $H_2-7'/H-8'$, $H-8'/H-9'$ 的相关, 推测分子中存在 C-7'/8'/9' 片段。根据 HMBC (图 2) 远程相关谱中 H_2-7' 、 $H-8'$ 、 $H-9'$ 与羰基 (δ_C 211.8) 相关, 以及 $H-8'$ 与 C-7 相关, 揭示分子中的羰基与 C-8' 相连; 通过上述相关波谱分析, 最终将化合物 **1** 的

结构鉴定为如图 1 所示, 为 1 个新的降木脂素。

化合物 **1** 中仅存在 1 个手性碳 C-8', 因此其实实验旋光值可以作为确定其绝对构型的理想方法。遗憾的是, 目前未见与化合物 **1** 手性碳连接相近的化合物文献报道, 故无法借助文献确定化合物 **1** 的绝对构型。为了进一步明确化合物 **1** 中 C-8' 的绝对构型, 通过计算化学的方法计算了该化合物的旋光, 结果显示, 当 C-8' 的绝对构型为 *S* 时, 其旋光值为负值 (-5.16°), 而其实验旋光值为负值 (-19.5°), 表明化合物 **1** 中 C-8' 为 *S*。

综合以上分析, 最终将化合物 **1** 的结构鉴定为如图 1 所示, 命名为白背枫酮 [(-)asiaticaone, **1**]。

化合物 **2**: 白色无定型粉末。ESI-MS m/z : 371 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.75 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 6.74 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.68 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2'), 6.61 (1H, dd, $J = 1.6, 7.9$ Hz, H-6'), 6.60 (1H, d, $J = 1.4$ Hz, H-2), 6.58 (1H, dd, $J = 1.4, 7.9$ Hz, H-6), 3.98~4.04 (2H, m, H-9), 3.05 (2H, d, $J = 13.8$ Hz, H-7'a), 2.92 (2H, d, $J = 13.8$ Hz, H-7'b), 2.87 (1H, m, H-8), 2.48~2.52 (2H, m, H-7); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 132.3 (C-1), 108.5 (C-2), 148.0 (C-3), 147.1 (C-4), 109.3 (C-5), 121.9 (C-6), 31.8 (C-7), 44.1 (C-8), 70.1 (C-9), 101.2 (OCH₂O), 127.9 (C-1'), 108.6 (C-2'), 148.0 (C-3'), 146.4 (C-4'), 110.5 (C-5'), 123.5 (C-6'), 42.3 (C-7'), 76.4 (C-8'), 178.5 (C-9'), 101.1 (OCH₂O)。上述波谱数据与文献报道一致^[9-10], 故鉴定为化合物 **2** 为 meridinol。

化合物 **3**: 白色无定型粉末。ESI-MS m/z : 357 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.90 (2H, d, $J = 2.1$ Hz, H-5, 5'), 6.89 (2H, d, $J = 8.1$ Hz, H-8, 8'), 6.82 (2H, dd, $J = 2.1, 8.1$ Hz, H-7, 7'), 4.74 (2H, d, $J = 4.3$ Hz, H-4, 4'), 4.25 (2H, dd, $J = 6.9, 9.1$ Hz, H-2a, 2'a), 3.90 (6H, s, -OCH₃), 3.88 (2H, dd, $J = 3.7, 9.2$ Hz, H-2e, 2'e), 3.10 (2H, m, H-3, 3'); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 71.8 (C-2, 2'), 54.3 (C-3, 3'), 86.0 (C-4, 4'), 114.4 (C-5, 5'), 146.8 (C-6, 6'), 119.1 (C-7, 7'), 108.7 (C-8, 8'), 145.4 (C-9, 9'), 133.0 (C-10, 10'), 56.1 (OCH₃)。上述波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定为化合物 **3** 为 3,3'-bis(3,4-dihydro-4-hydroxy-6-methoxy-2*H*-1-benzopyran)。

化合物 **4**: 淡黄色无定型粉末。ESI-MS m/z : 137 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 9.69 (1H, s, -CHO), 7.31 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2), 7.30 (1H, dd,

$J = 2.4, 8.3$ Hz, H-6), 6.90 (1H, d, $J = 7.9$ Hz, H-5); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 130.8 (C-1), 115.4 (C-2), 147.2 (C-3), 153.8 (C-4), 116.3 (C-5), 126.4 (C-6), 193.1 (C-7)。上述波谱数据与文献报道一致^[12], 故鉴定为化合物 **4** 为 protocatechualdehyde。

化合物 **5**: 黄色无定型粉末。ESI-MS m/z : 205 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 9.80 (1H, s, -CHO), 7.13 (2H, s, H-2, 6), 3.94 (6H, s, -OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 190.9 (CHO), 128.5 (C-1), 106.8 (C-2, 6), 147.5 (C-3, 5), 141.0 (C-4), 56.6 (3,5-OCH₃)。上述光谱数据与文献报道一致^[13], 故鉴定为化合物 **5** 为丁香醛。

化合物 **6**: 白色无定型粉末。ESI-MS m/z : 231 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, C_5D_5N) δ : 8.11 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7), 7.34 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 7.27 (1H, dd, $J = 1.8, 8.4$ Hz, H-6), 6.94 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 6.92 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8), 3.80, 3.76, (各 3H, s, CH₃O $\times$ 2); ^{13}C -NMR (150 MHz, C_5D_5N) δ : 128.7 (C-1), 111.4 (C-2), 150.6 (C-3), 152.2 (C-4), 112.5 (C-5), 123.2 (C-6), 118.7 (C-7), 144.9 (C-8), 169.9 (COOH)。上述波谱数据与文献报道一致^[14], 故鉴定为化合物 **6** 为 3,4-二甲氧基桂皮酸。

化合物 **7**: 无色针状晶体 (甲醇)。ESI-MS m/z : 201 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 7.62 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 7.54 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2, 6), 6.95 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3, 5), 6.33 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8), 3.83 (3H, s, 4-OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 128.6 (C-1), 130.9 (C-2,6), 115.4 (C-3,5), 163.1 (C-4), 146.3 (C-7), 116.6 (C-8), 170.8 (C-9), 55.8 (CH₃O)。上述波谱数据与文献报道一致^[15], 故鉴定为化合物 **7** 为 4-甲氧基桂皮酸。

化合物 **8**: 黄色针晶 (甲醇)。ESI-MS m/z : 215 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, CD_3OD) δ : 7.82 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-4), 6.98 (1H, s, H-5), 6.97 (1H, s, H-8), 6.24 (1H, d, $J = 9.4$ Hz, H-3), 3.95 (3H, s, -OCH₃); ^{13}C -NMR (150 MHz, CD_3OD) δ : 164.0 (C-2), 113.5 (C-3), 145.9 (C-4), 110.6 (C-5), 153.5 (C-6), 145.3 (C-7), 112.9 (C-8), 150.3 (C-9), 113.4 (C-10), 56.9 (OCH₃)。上述波谱数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **8** 为异东茛菪内酯。

化合物 **9**: 淡黄色油状物。ESI-MS m/z : 179.07 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 9.65 (1H, d,

$J = 7.7$ Hz, H-9), 7.40 (1H, d, $J = 15.7$ Hz, H-7), 7.12 (1H, dd, $J = 1.5, 8.1$ Hz, H-5), 7.07 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-3), 6.96 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-6), 6.59 (1H, dd, $J = 7.8, 15.8$ Hz, H-8), 5.95 (1H, s, -OH), 3.95 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ : 149.1 (C-1), 147.1 (C-2), 109.6 (C-3), 126.8 (C-4), 124.2 (C-5), 115.1 (C-6), 153.3 (C-7), 126.6 (C-8), 193.8 (C-9)。上述光谱数据与文献报道一致^[17], 故鉴定为化合物 9 为松柏醛。

4 α -葡萄糖苷酶抑制活性

采用本研究组前期报道^[18]的分光光度法, 以阿卡波糖为阳性对照, 对本实验中分离得到 5 mg 以上的化合物 1、3、5~7、9 进行了 α -葡萄糖苷酶抑制活性的筛选。结果显示, 化合物 3 对 α -葡萄糖苷酶有一定的抑制作用, IC₅₀ 为 41.3 μ mol/L, 其余化合物均未显示出对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 (下册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 725.
- [2] Patra S, Mishra S S, Behera M, *et al.* *Buddleja asiatica* Lour. derived phytochemicals against *Staphylococcus aureus* causing skin diseases [J]. *J Pharm Res Int*, 2020, doi: 10.9734/jpri/2020/v32i830529.
- [3] El-Domiaty M M, Wink M, Abdel Aal M M, *et al.* Antihepatotoxic activity and chemical constituents of *Buddleja asiatica* Lour [J]. *Z Naturforsch C J Biosci*, 2009, 64(1/2): 11-19.
- [4] Emam A M, Elias R, Moussa A M, *et al.* Two flavonoid triglycosides from *Buddleja madagascariensis* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(4): 739-742.
- [5] Guo H Z, Koike K, Li W, *et al.* Saponins from the flower buds of *Buddleja officinalis* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(1): 10-13.
- [6] Yamamoto A, Miyase T, Ueno A, *et al.* Buddlejasonins I-IV, four new oleanane-triterpene saponins from the aerial parts of *Buddleja japonica* Hemsl [J]. *Chem Pharm Bull*, 1991, 39(10): 2764-2766.
- [7] Houghton P J, Mensah A Y, Iessa N, *et al.* Terpenoids in *Buddleja*: Relevance to chemosystematics, chemical ecology and biological activity [J]. *Phytochemistry*, 2003, 64(2): 385-393.
- [8] Chen H, Xu C, Liu D Q, *et al.* Buddlin, a new compound from *Buddleja asiatica* [J]. *Fitoterapia*, 2005, 76(6): 588-589.
- [9] Lima O O, Braz-Filho R. Dibenzylbutyrolactone lignans and coumarins from *Ipomoea cairica* [J]. *J Braz Chem Soc*, 1997, 8(3): 235-238.
- [10] Amaro-Luis J M, Fronczek F R, Massanet G M, *et al.* Meridinol, a lignan from *Zanthoxylum fagara* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(12): 3933-3935.
- [11] Saleem R, Faizi S, Deebe F, *et al.* A new bisbenzopyran from *Aloe barbadensis* roots [J]. *Planta Med*, 1997, 63(5): 454-456.
- [12] 吴志军, 欧阳明安, 杨崇仁. 苣叶丹参的多酚类化合物 [J]. 云南植物研究, 1999, 21(3): 393-398.
- [13] Shirali A, Sriram M, Hall J J, *et al.* Development of synthetic methodology suitable for the radiosynthesis of combretastatin A-1 (CA1) and its corresponding prodrug CA1P [J]. *J Nat Prod*, 2009, 72(3): 414-421.
- [14] Patra A, Ghosh G, Sengupta P K, *et al.* Carbon-13 NMR spectral studies on chalcones and acetophenones [J]. *Magn Reson Chem*, 1987, 25(8): 734-736.
- [15] Sobolev V S, Horn B W, Potter T L, *et al.* Production of stilbenoids and phenolic acids by the peanut plant at early stages of growth [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(10): 3505-3511.
- [16] Bayoumi S A L, Rowan M G, Beeching J R, *et al.* Constituents and secondary metabolite natural products in fresh and deteriorated cassava roots [J]. *Phytochemistry*, 2010, 71(5/6): 598-604.
- [17] Sy L K, Brown G D. Coniferaldehyde derivatives from tissue culture of *Artemisia annua* and *Tanacetum parthenium* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 50(5): 781-785.
- [18] 张隽荣, 尤慧梅, 井宇星, 等. 柳叶五层龙正丁醇提取部分中的 3 个新酚性成分及其 α -葡萄糖苷酶抑制活性 [J]. 高等学校化学学报, 2019, 40(3): 456-461.

[责任编辑 王文倩]