

山桃仁中2个新化合物的分离与鉴定

李恺之¹, 杨书平¹, 卢波涛¹, 朱跃通¹, 刘双晶¹, 冯卫生^{1,2*}, 王彦志^{1,2*}

(1. 河南中医药大学药学院, 河南 郑州 450046; 2. 呼吸疾病中医药防治省部共建协同创新中心, 河南 郑州 450046)

摘要: 运用 ODS、Sephadex LH-20 柱色谱, 结合 HPLC、半制备高效液相色谱方法从山桃仁乙酸乙酯部位中分离得到 5 个化合物。结合 1D-NMR、2D-NMR、HR-ESI-MS、UV、IR、圆二色谱 (CD) 和计算 ECD 等方法, 鉴定其分别为 (2*R*, 3*R*)-5, 7, 4'-trihydroxy-3'-methoxy-3-formylflavan-3-ol-5-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**1**)、(7*R*, 8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl 6''-benzoyl alcohol-9-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**2**)、(7*R*, 8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-9-*O*- β -*D*-glucopyranosid (**3**)、2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenyl-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**4**)、2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-methoxyphenoxy]-propane-1,3-diol (**5**)。其中, 化合物 **1** 和 **2** 为新化合物, 化合物 **3**~**5** 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 蔷薇科; 山桃仁; 化学成分; 黄酮苷; 木脂素苷

中图分类号: R284 文献标识码: A 文章编号: 0513-4870(2023)05-1288-05

Isolation and identification of two new compounds from Semen Persicae

LI Kai-zhi¹, YANG Shu-ping¹, LU Bo-tao¹, ZHU Yue-tong¹, LIU Shuang-jing¹,
FENG Wei-sheng^{1,2*}, WANG Yan-zhi^{1,2*}

(1. School of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 2. Co-construction of Collaborative Innovation Center for Chinese Medicine and Respiratory Diseases by Henan and Education Ministry of P. R. China, Zhengzhou 450046, China)

Abstract: Five compounds were isolated from the ethyl acetate fraction of Semen Persicae by using various chromatographic methods, including ODS, Sephadex LH-20, HPLC and semipreparative HPLC. Their structures were identified by 1D-NMR, 2D-NMR, HR-ESI-MS, UV, IR, circular dichroism (CD) and ECD calculation techniques: (2*R*, 3*R*)-5, 7, 4'-trihydroxy-3'-methoxy-3-formylflavan-3-ol-5-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**1**), (7*R*, 8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl 6''-benzoyl alcohol-9-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**2**), (7*R*, 8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-9- β -*O*- β -*D*-glucopyranosid (**3**), 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenyl-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**4**), 2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-methoxyphenoxy]-propane-1,3-diol (**5**). Compound **1** and **2** are new compounds, and compounds **3**~**5** were obtained from *Prunus davidiana* (Carr.) Franch. for the first time.

Key words: Rosaceae; Semen Persicae; chemical composition; flavone glycoside; lignan glycoside

桃仁为蔷薇科植物桃 *Prunus persica* (L.) Batsch 或山桃 *Prunus davidiana* (Carr.) Franch. 的干燥成熟种子^[1]。桃仁始载于《神农本草经》, 味苦、甘, 性平, 归

肝、心、大肠经; 具有活血化瘀、润肠通便等功效; 可主治痛经、血滞经闭、产后瘀滞腹痛、跌打损伤和瘀血肿痛等病症^[2]。桃仁主要含有芳香苷类、黄酮类、甾醇类和萜类等^[3]成分。现代药理学研究表明, 桃仁粗提物可减轻血管及心脏损伤^[4,5]、抑制血管内皮细胞凋亡^[6]、抑制血小板聚集^[7]和抑制血栓形成^[8]。桃仁中的单体化合物如棕榈酸、油酸可延长凝血酶时间^[7], 苦杏仁苷

收稿日期: 2022-11-30; 修回日期: 2022-12-26.

*通讯作者 Tel: 86-371-65962746, E-mail: wangyz@hactcm.edu.cn;

Tel: 86-755-86172799, E-mail: Fengwsh@hactcm.edu.cn

DOI: 10.16438/j.0513-4870.2022-1306

有潜在的神经保护作用^[9]。本实验以山桃仁为研究对象, 对其乙酸乙酯部位化学成分进行分离纯化, 本文报道了5个单体化合物, 包括1个黄酮苷类化合物(1)、2个木脂素苷类化合物(2和3)及2个苯丙素类化合物(4和5), 结构见图1。化合物1和2为新化合物, 化合物3~5均为首次从桃仁中分离得到。

结果与讨论

化合物1为黄色无定形粉末。 $[\alpha]_D^{24} -87.6$ (c 0.1 MeOH), UV (MeOH) λ_{\max} ($\log \epsilon$): 207.0 (3.18)、227.0 (2.89)、279.0 (2.22) nm。HR-ESI-MS $[M+Na]^+ m/z$ 593.163 6 ($C_{29}H_{30}O_{12}Na$ 计算值 593.162 9), 提示化合物1分子式为 $C_{29}H_{30}O_{12}$, 不饱和度为15。IR显示该结构中含有羟基($3\ 361\ cm^{-1}$)和酯羰基($1\ 699\ cm^{-1}$)特征吸收峰。在 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz)谱(表1)中, 显示一组ABX耦合系统的氢信号 $[\delta_H\ 7.05$ (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.89 (1H, dd, $J = 8.2, 1.8$ Hz, H-6'), 6.72 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5')]; 一组AB自旋系统氢信号 $[\delta_H\ 6.33$ (1H, d, $J = 2.3$ Hz, H-8), 6.18 (1H, d, $J = 2.3$ Hz, H-6)]; 1个亚甲基氢信号 $[\delta_H\ 3.17$ (1H, dd, $J = 18.0, 2.1$ Hz, H-4a), 3.11 (1H, dd, $J = 18.0, 4.5$ Hz, H-4b)]; 2个次甲基氢信号 $[\delta_H\ 5.70$ (1H, dd, $J = 3.4, 2.4$ Hz, H-3), 5.12 (1H, s, H-2)]和1个甲氧基氢信号 $[\delta_H\ 3.57$ (3H, s, 3'-OCH₃)。与之相应, ^{13}C NMR (CD_3OD , 125 MHz)谱(表1)显示存在2个苯环 $[\delta_C\ 158.5$ (C-5), 98.7 (C-6), 157.3 (C-7), 97.4 (C-8), 158.5 (C-9), 101.9 (C-10), 131.6 (C-1'), 111.5 (C-2'), 148.9 (C-3'), 147.5 (C-4'), 116.1 (C-5'), 120.8 (C-6')], 1个亚甲基 $[\delta_C\ 27.2$ (C-4)], 2个次甲基 $[\delta_C\ 79.0$ (C-2), 70.6 (C-3)]和1个甲氧基 $[\delta_C\ 56.3$ (3'-OCH₃)信号。此外, 1H NMR和 ^{13}C NMR还存在1组糖基结构片段 $[\delta_H\ 4.87$ (1H, d, $J = 6.9$ Hz, H-1''), 3.92 (1H, dd, $J =$

11.7, 1.4 Hz, H-6''a), 3.74 (1H, dd, $J = 11.7, 4.2$ Hz, H-6''b), 3.40~3.45 (4H, m, H-2'', 3'', 4'', 5''); $[\delta_C\ 102.6$ (C-1''), 75.1 (C-2''), 78.4 (C-3''), 71.3 (C-4''), 78.4 (C-5''), 62.8 (C-6'')], 结合酸水解和衍生化后的LC-MS分析确定其为 β -D-葡萄糖。HMBC谱(图2)显示H-1'与C-5相关, 表明葡萄糖与苷元C-5相连。以上NMR数据与已知化合物(+)-3'-O-methylcatechin 5-O- β -D-glucopyranoside相似^[10], 不同之处在于化合物1多出1组苯甲酰基信号 $[\delta_H\ 7.88$ (2H, dd, $J = 8.1, 1.0$ Hz, H-2'', 6''), 7.41 (2H, t, $J = 7.9$ Hz, H-3'', 5''), 7.55 (1H, t, $J = 7.5$ Hz, H-4''); $\delta_C\ 129.9$ (C-1'''), 130.9 (C-2'''), C-6'''), 129.8 (C-3'''), C-5'''), 134.6 (C-4'''), 167.1 (C-7''')。HMBC谱(图2)显示, H-3、H-2''、H-6''与C-7'''相关, 可推断出苯甲酰基与黄烷醇母核的C-3位以酯基形式相连。

由化合物1(H-2)的峰型(br s)确定其相对构型为2,3-顺式构型^[11]。C-2和C-3的绝对构型通过量子化学计算的方法[B3LYP/6-31G(d,p), MeOH]确定, ECD谱结果表明, (2R,3R)构型与化合物1的实验测试曲线趋势一致(图3)。故确定化合物的结构为(2R,3R)-5,7,4'-trihydroxy-3'-methoxy-3-formylflavan-3-ol-5-O- β -D-glucopyranoside(1), 为新化合物, 命名为persinoids A, 结构见图1。

化合物2为无色固体。 $[\alpha]_D^{24} -17.0$ (c 0.1 MeOH), UV (MeOH) λ_{\max} ($\log \epsilon$): 209.0 (3.26)、227.0 (3.05)、280.0 (2.47) nm。HR-ESI-MS $[M+Na]^+ m/z$ 649.225 3 ($C_{33}H_{38}O_{12}Na$ 计算值 649.225 5), 提示化合物2分子式为 $C_{33}H_{38}O_{12}$, 不饱和度为15。IR显示该结构中含有羟基($3\ 393\ cm^{-1}$)和酯羰基($1\ 705\ cm^{-1}$)特征吸收峰。在 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz)谱(表1)中存在一组ABX耦合系统氢信号 $[\delta_H\ 6.86$ (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2), 6.73 (1H, dd, $J = 8.1, 1.9$ Hz, H-6), 6.60 (1H, d, $J = 8.1$ Hz,

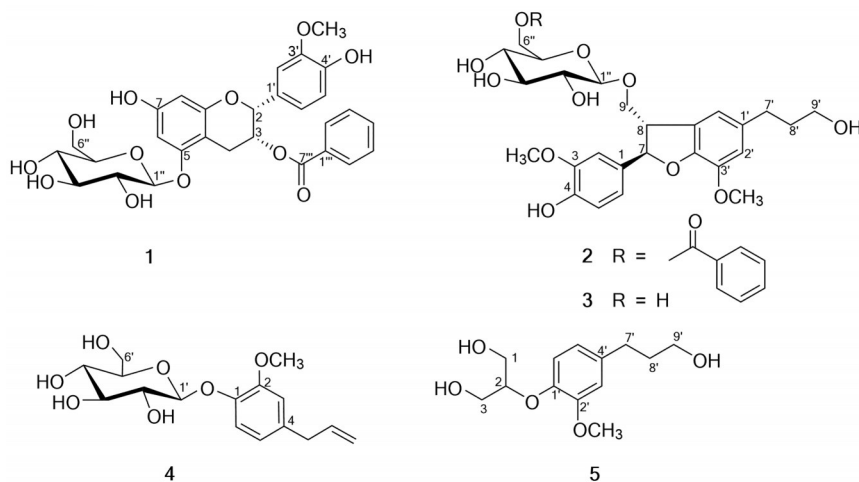
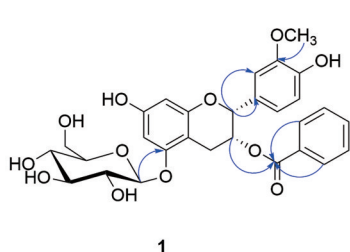


Figure 1 Structures of compounds 1-5

Table 1 ^{13}C NMR (125 MHz) and ^1H NMR (500 MHz) data of **1** and **2**. ^aRecorded in CD_3OD

| No. | 1 ^a | | 2 ^a | |
|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | δ_{C} | δ_{H} (J in Hz) | δ_{C} | δ_{H} (J in Hz) |
| 1 | | | 134.6 | |
| 2 | 79.0 | 5.12, s | 110.6 | 6.86, d (1.9) |
| 3 | 70.6 | 5.70, dd (3.4; 2.4) | 145.2 | |
| 4a | 27.2 | 3.17, dd (18.0; 2.1) | 147.3 | |
| 4b | | 3.11, dd (18.0; 4.5) | | |
| 5 | 158.5 | | 115.9 | 6.60, d (8.1) |
| 6 | 98.7 | 6.18, d (2.3) | 119.7 | 6.73, dd (8.1; 1.9) |
| 7 | 157.3 | | 89.0 | 5.52, d (5.9) |
| 8 | 97.4 | 6.33, d (2.3) | 53.4 | 3.62, dd (13.5; 5.4) |
| 9a | 158.5 | | 72.8 | 4.00, dd (10.2; 5.0) |
| 9b | | | | 3.74, dd (10.2; 8.3) |
| 10 | 101.9 | | | |
| 1' | 131.6 | | 136.9 | |
| 2' | 111.5 | 7.05, d (1.8) | 118.0 | 6.59, br s |
| 3' | 148.9 | | 148.8 | |
| 4' | 147.5 | | 147.5 | |
| 5' | 116.1 | 6.72, d (8.2) | 129.4 | |
| 6' | 120.8 | 6.89, dd (8.2; 1.8) | 114.2 | 6.65, d (1.1) |
| 7' | | | 32.8 | 2.52, t (7.5) |
| 8' | | | 35.8 | 1.72, m |
| 9' | | | 62.2 | 3.49, t (6.5) |
| Glc-1'' | 102.6 | 4.87, d (6.9) | 104.9 | 4.37, d (7.8) |
| 2'' | 75.1 | 3.45, d (7.2) | 75.3 | 3.56, m |
| 3'' | 78.4 | 3.42, d (2.7) | 78.1 | 3.34, dd (6.6; 2.8) |
| 4'' | 71.3 | 3.40, d (3.3) | 72.0 | 3.34, dd (6.6; 2.8) |
| 5'' | 78.4 | 3.43, d (3.2) | 75.1 | 3.21, dd (4.3; 3.4) |
| 6''a | 62.8 | 3.92, dd (11.7; 1.4) | 65.3 | 4.60, dd (11.8; 2.3) |
| 6''b | | 3.74, dd (11.7; 4.2) | | 4.31, dd (11.8; 6.7) |
| 1''' | 129.9 | | 130.5 | |
| 2''' | 130.9 | 7.88, dd (8.1; 1.0) | 129.5 | 7.90, dd (8.2; 1.1) |
| 3''' | 129.8 | 7.41, t (7.9) | 129.4 | 7.32, t (7.8) |
| 4''' | 134.6 | 7.55, t (7.5) | 134.2 | 7.49, t (7.5) |
| 5''' | 129.8 | 7.41, t (7.9) | 129.4 | 7.32, t (7.8) |
| 6''' | 130.9 | 7.88, dd (8.1; 1.0) | 129.5 | 7.90, dd (8.2; 1.1) |
| 7''' | 167.1 | | 167.8 | |
| 3-OCH ₃ | | | 56.8 | 3.79, s |
| 3'-OCH ₃ | 56.3 | 3.57, s | 56.2 | 3.69, s |

H-5)]; 一组 1,3,4,5-四取代苯环氢信号 [δ_{H} 6.59 (1H, br s, H-2'), 6.65 (1H, d, $J = 1.1$, H-6')]; 2 个次甲基氢信号 [δ_{H} 5.52 (1H, d, $J = 5.9$ Hz, H-7), 3.62 (1H, dd, $J = 13.5, 5.4$ Hz, H-8)]; 4 个亚甲基氢信号 [δ_{H} 4.00 (1H, dd, $J = 10.2, 5.0$ Hz, H-9a), 3.74 (1H, dd, $J = 10.2, 8.3$ Hz, H-9b), 3.49 (2H, t, $J = 6.5$ Hz, H-9'), 2.52 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-7'), 1.72 (2H, m, H-8')] 和 2 个甲氧基氢信号

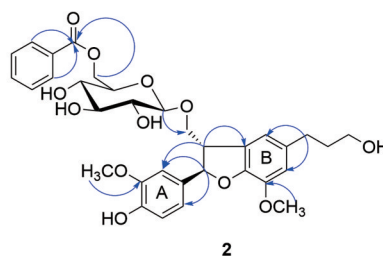


[δ_{H} 3.79 (3H, s, 3-OCH₃), 3.69 (3H, s, 3'-OCH₃)]. 同样, 在 ^{13}C NMR (CD_3OD , 125 MHz) 谱中 (表 1) 也显示有 2 个苯环 [δ_{C} 134.6 (C-1), 110.6 (C-2), 145.2 (C-3), 147.3 (C-4), 115.9 (C-5), 119.7 (C-6), 136.9 (C-1'), 118.0 (C-2'), 148.8 (C-3'), 147.5 (C-4'), 129.4 (C-5'), 114.2 (C-6')]; 4 个亚甲基 [δ_{C} 72.8 (C-9), 32.8 (C-7'), 35.8 (C-8'), 62.2 (C-9')] 和 2 个甲氧基 [δ_{C} 56.8 (3-OCH₃), 56.2 (3'-OCH₃)] 信号。其中, δ_{C} 89.0 (C-7) 和 δ_{C} 53.4 (C-8) 为苯骈呋喃木脂素 7,8 位碳的特征信号。此外, ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 还存在一组糖基结构片段 [δ_{H} 4.37 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-1''), 4.60 (1H, dd, $J = 11.8, 2.3$ Hz, H-6''a), 4.31 (1H, dd, $J = 11.8, 6.7$ Hz, H-6''b), 3.21~3.56 (4H, m, H-2'', 3'', 4'', 5'')]; [δ_{C} 104.9 (C-1''), 75.3 (C-2''), 78.1 (C-3''), 72.0 (C-4''), 75.1 (C-5''), 65.3 (C-6'')], 同化合物 **1** 的方法, 通过 H-1'' 的耦合常数 7.8 Hz, 结合酸水解和衍生化后的 LC-MS 分析确定其为 β -D-葡萄糖。结合 HMBC 谱 (图 2), H-1'' 与 C-9 相关, 证明葡萄糖连接在苷元 C-9 位。以上 NMR 数据与已知化合物 **3** 非常相似, 区别在于化合物 **2** 多出一组苯甲酰基信号 [δ_{H} 7.90 (2H, dd, $J = 8.2, 1.1$ Hz, H-2''', 6'''), 7.49 (1H, t, $J = 7.5$ Hz, H-4'''), 7.32 (2H, t, $J = 7.8$ Hz, H-3''', 5'''); δ_{C} 130.5 (C-1'''), 129.5 (C-2''', C-6'''), 129.4 (C-3''', C-5'''), 134.2 (C-4'''), 167.8 (C-7''')]. HMBC 谱 (图 2) 显示, H-2'''、H-6'''、H-6'' 与 C-7''' 相关, 证明苯甲酰基与葡萄糖的 C-6''' 相连。

通过对比文献^[12], 由耦合常数 ($J_{\text{H}7, \text{H}8} = 5.9$ Hz) 可知 H-7 和 H-8 为反式构型。绝对构型采取量子化学计算的方法 [B3LYP/6-31G (d,p), MeOH], ECD 谱表明, (7*R*,8*S*) 构型与化合物 **2** 的实验测试曲线趋势一致 (图 3)。故确定化合物 **2** 的结构为 (7*R*,8*S*)-dihydrodehydrodiconiferyl 6''-benzoyl alcohol-9- O - β -D-glucopyranoside, 为新化合物, 命名为 persiligcoside A, 结构见图 1。

实验部分

TripleTOF 6600 型高效液相色谱-四极杆飞行时间高分辨质谱联用仪 (AB SCIEX); Bruker AM-500 MHz 核磁共振谱用超导核磁共振仪 (TMS 内标); Thermo EVO 300 紫外分光光度计、Thermo Nicolet IS10 红外光

**Figure 2** Key HMBC (H→C,) correlations of compounds **1** and **2**

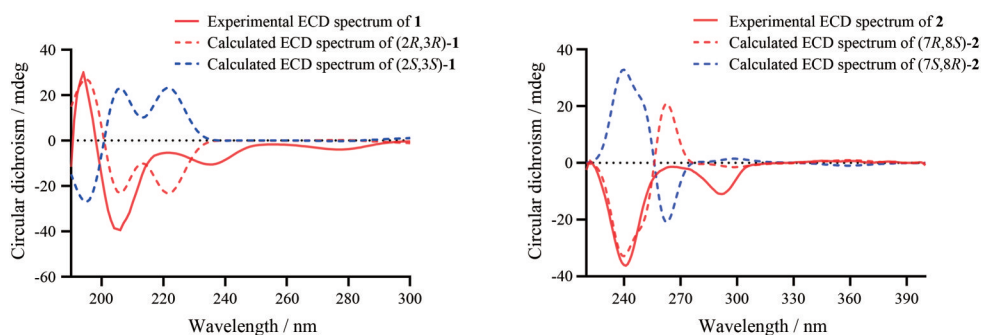


Figure 3 Experimental and calculated ECD spectra of compounds 1 and 2

谱仪 (美国 Thermo Scientific 公司); Agilent 1260 Infinity II LC HPLC (美国 Agilent 公司); EYELA CA-3310 旋转蒸发仪 (RIKAKIKAI, TOKYO); EYELA N-1100 旋转蒸发仪 (上海爱朗仪器有限公司); 赛谱锐思 LC52 型半制备高效液相 (北京赛谱锐思科技有限公司); YMC-Pack ODS-A 色谱柱 (50 mm × 250 mm, 5 μm, YMC, TOKYO); Sephadex LH-20 (Parmacia Biotech 公司); GF254 硅胶薄层板 (青岛海洋化工厂)。

桃仁于 2021 年 4 月购自于内蒙古赤峰, 经河南中医药大学董诚明教授鉴定为山桃 *Prunus davidiana* (Carr.) Franch. 的干燥成熟种子山桃仁, 干燥标本保存于河南中医药大学中药药效物质基础研究室 (标本号: STR202104NM)。

1 提取分离

山桃仁 40.00 kg, 以 70% 乙醇在 80 °C 下 (溶剂: 溶质 = 8:1) 回流提取 3 次, 提取液经旋转蒸发仪减压浓缩成总浸膏, 将总浸膏依次以石油醚、乙酸乙酯等体积萃取 6 次, 得到石油醚部位 (519.32 g)、乙酸乙酯部位 (100.50 g) 与水部位 (4 235.30 g) 三部分浸膏。将乙酸乙酯组分 (Fr.A) 经 MCI 柱色谱, 以乙醇-水系统为流动相按梯度 (0%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、95%) 进行分离, 得 9 个组分 Fr.A.1~Fr.A.9。Fr.A.6 (3.30 g) 经 ODS 色谱柱, 以甲醇-水系统为流动相梯度洗脱 (5%~100%), 得到 Fr.A.6.1~Fr.A.6.12。Fr.A.6.4 (307.22 mg) 经 Sephadex LH-20 分离得到 3 个组分 (Fr.A.6.4.1~Fr.A.6.4.3), Fr.A.6.4.1 经半制备 HPLC (甲醇-水 = 70:30) 得到化合物 1 ($t_R = 13.6$ min, 12.50 mg), Fr.A.6.6 (558.30 mg) 经硅胶柱色谱和半制备 HPLC (甲醇-水 = 65:35) 得到化合物 2 ($t_R = 12.5$ min, 2.30 mg)、3 ($t_R = 15.3$ min, 22.36 mg)。Fr.A.5 (11.36 g) 经 ODS 色谱柱分离得到 7 个组分, Fr.A.5.5 (216.22 mg) 经凝胶柱色谱分离得到 Fr.A.5.5.1~Fr.A.5.5.4, 其中 Fr.A.5.5.4 (11.56 mg) 经半制备 HPLC 纯化 (甲醇-水 = 65:35) 得到 4 ($t_R = 16.8$ min, 4.18 mg)。Fr.A.4 (7.68 g) 经 ODS

色谱柱分离得到 12 个组分 (Fr.A.4.1~Fr.A.4.12), Fr.A.4.4 (525.89 mg) 经凝胶柱色谱分离得到 5 个部分, 主成分集中于 Fr.A.4.4.2 (301.24 mg), 经制备薄层色谱得到 4 个部分, Fr.A.4.4.2.4 (22.36 mg) 经半制备 HPLC 纯化 (甲醇-水 = 65:35) 得到化合物 5 ($t_R = 14.6$ min, 3.26 mg)。

2 化合物 1、2 的酸水解及衍生化

称取化合物 2.0 mg, 加入 2 mol·L⁻¹ 盐酸 3 mL, 90 °C 条件下加热 2.5 h。将混合物真空浓缩干燥后加 1 mL 蒸馏水, 用等体积乙酸乙酯萃取 3 次。乙酸乙酯层为苷元, 水层浓缩干燥得葡萄糖。在浓缩水层中加 L-半胱氨酸甲酯 1 mg、吡啶 1 mL 在 60 °C 下加热 1.5 h。向混合物中加入邻甲苯异硫氰酸酯 20 μL, 在 60 °C 下加热 1.5 h。用 LC-MS 分析混合物, 通过比较, 样品与葡萄糖标准品的保留时间一致, 鉴定化合物 1 和 2 中葡萄糖的绝对构型为 D-葡萄糖。

3 结构鉴定

化合物 1 黄色无定形粉末, 易溶于甲醇, $[\alpha]_D^{24} -87.6$ (c 0.1 MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ϵ) 207.0 (3.18)、227.0 (2.89)、279.0 (2.22) nm; IR ν_{max} 3 361、1 602、1 271、1 072、1 026、713 cm⁻¹; ¹H NMR (CD₃OD, 500 MHz) 和 ¹³C NMR (CD₃OD, 125 MHz) 数据见表 1, HR-ESI-MS m/z 593.163 6 [M+Na]⁺ (计算值为 C₂₉H₃₀O₁₂Na⁺, 593.162 9)。

化合物 2 无色固体, 易溶于甲醇, $[\alpha]_D^{24} -17.0$ (c 0.1 MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ϵ) 209.0 (3.26)、227.0 (3.05)、280.0 (2.47) nm; IR ν_{max} 3 393、1 705、1 452、1 277、1 053、715 cm⁻¹; ¹H NMR (CD₃OD, 500 MHz) 和 ¹³C NMR (CD₃OD, 125 MHz) 数据见表 1; HR-ESI-MS m/z 649.225 3 [M+Na]⁺ (计算值为 C₃₃H₃₈O₁₂Na⁺, 649.225 5)。

化合物 3 无色油状物, 易溶于甲醇, ESI-MS m/z 523 [M+H]⁺, 分子式为 C₂₆H₃₄O₁₁。该化合物的 NMR 数据与文献^[13]报道的 (7R,8S)-dihydrodehydrodiconiferyl

alcohol-9-*O*- β -*D*-glucopyranoside 基本一致。

化合物 4 无色油状物, 易溶于甲醇, ESI-MS m/z 327 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{16}H_{22}O_7$ 。该化合物的 NMR 数据与文献^[14]报道的 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenyl-*O*- β -*D*-glucopyranoside 基本一致。

化合物 5 黄色无定型粉末, 易溶于甲醇, ESI-MS m/z 257 $[M+H]^+$, 分子式为 $C_{13}H_{20}O_5$ 。该化合物的 NMR 数据与文献^[15]报道的 2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-methoxyphenoxy]-propane-1,3-diol 基本一致。

4 讨论

有研究结果表明, 桃仁中所含的芳香苷类化合物如 prupersin、prupersin A-D、ethyl amygdalinate 等具有抗炎活性; 含氰基官能团的芳香苷如 prupersin D、苦杏仁苷和野樱苷表现出较好的抗氧化活性^[16]。这将为山桃仁中获得的苷类化合物活性研究提供借鉴。

作者贡献: 李恺之为本文第一作者, 负责化合物的分离、鉴定和文章撰写; 杨书平、卢波涛、朱跃通和刘双晶对提取分离和结构鉴定提供了一定帮助; 王彦志教授设计实验并对实验中遇到的问题给予指导并负责相关稿件的修改; 王彦志教授和冯卫生教授为本文通讯作者。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

References

- [1] Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (中华人民共和国药典) [S]. Beijing: China Medical Science Press, 2015: 13.
- [2] Xu SN. Shennong's Classic of Material Medical (神农本草经) [M]. Shijiazhuang: Hebei Science & Technology Press, 1996: 70.
- [3] Pei J, Yan YG, Wan DG, et al. Effects of peach kernel oil on hemorheology and microcirculation in animals [J]. Chin Tradit Pat Med (中成药), 2011, 33: 587-589.
- [4] Hao EW, Deng JG, Du ZC, et al. Study on the regulation role of Semen Persicae to cAMP-PKA signal pathway in the rats with cold and heat blood stasis syndrome [J]. Chin Med Mat (中药材), 2013, 36: 780-783.
- [5] Yi M, Deng JW, Hao EW, et al. Effect of Persicae Semen on apoptosis and protein expression of endothelial cell because in rats with blood circulation disorders [J]. Chin J Clin Pharmacol (中国实验方剂学杂志), 2013, 19: 178-182, 6.
- [6] Yi M, Deng JW, Hao EW, et al. Pharmacodynamic effects of Persicae Semen extract on blood circulation disorder of rats induced by different symptoms [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2013, 44: 858-862.
- [7] Yang NY, Liu L, Tao WW, et al. Antithrombotic lipids from Semen Persicae [J]. Nat Prod Res, 2011, 25: 1650-1656.
- [8] Wang N, Liu QY, Peng DY, et al. Experimental study on anti-thrombus effect of different extracts from Semen Persicae [J]. Chin Med Mat (中药材), 2002, 25: 414-415.
- [9] Yang C, Zhao J, Cheng Y, et al. Bioactivity-guided fractionation identifies amygdalin as a potent neurotrophic agent from herbal medicine Semen Persicae extract [J]. Biomed Res Int, 2014, 2014: 306857.
- [10] Naoki I, Yuka I, Hiroko M, et al. A new flavone xyloside and two new flavan-3-ol glucosides from *Juniperus communis* var. *depressa* [J]. Chem Biodivers, 2007, 4: 32-42.
- [11] Lai YF, Joseph JK. Polyphenolic glycosides from douglas fir inner bark [J]. Phytochemistry, 1989, 28: 1237-1240.
- [12] Zheng XK, Li KK, Wang YZ, et al. A new dihydrobenzofuran lignanoid from *Selaginella moellendorffii* Hieron [J]. Chem Lett, 2008, 19: 79-81.
- [13] Kim DH, Lee TH, Subedi L. Chemical constituents of impatiens balsamina stems and their biological activities [J]. Nat Prod Sci, 2019, 25: 130-135.
- [14] Peng ZC, Hao J, Pan XG, et al. Isolation and identification of chemical constituents from fruit of *Cornus officinalis* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2021, 52: 4480-4486.
- [15] Marino D, Gala S, Zollo F, et al. Identification of minor secondary metabolites from the latex of *Croton lechleri* (Muell-Arg) and evaluation of their antioxidant activity [J]. Molecules, 2008, 6: 1219-1229.
- [16] Chen XY. Studies on the Chemical Constituents and Bioactivities of the Seeds of *Prunus davidiana* and the Leaves of the *Morus alba* (桃仁、桑叶化学成分及生物活性研究) [D]. Beijing: Chinese Academy of Medical Sciences & Pecking Union Medical College, 2014.