

丹桂中的一个新降倍半萜苷

江虹雨, 钟思雨, 吴利苹, 俞雅芮, 陆世惠, 李玲蕊, 李成容, 安梦琪, 黄 静*

(四川大学华西药学院, 四川 成都 610041)

摘要: 为了对丹桂 (*Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*) 干花进行化学成分研究, 利用硅胶、MCI、聚酰胺等柱色谱和半制备反相高效液相色谱从丹桂干花 95% 乙醇提取物中分离得到 1 个新化合物 (1) 和 5 个已知化合物 (2~6), 通过理化性质和一维核磁共振 (^1H -、 ^{13}C -NMR、DEPT)、二维核磁共振 (^1H - ^1H COSY、非去偶 HSQC、HSQC、HMBC)、紫外光谱、红外光谱以及高分辨质谱等波谱数据鉴定化合物结构, 分别鉴定为 (9*S*)-9-hydroxymengastigm-5-en-4-one-9-*O*-primeveroside (1)、齐墩果酸 (2)、连翘脂素 (3)、红景天苷酯 (4)、红景天苷 (5) 和类叶升麻苷 (6)。化合物 1 为新化合物, 其他化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 木犀科; 桂花; 丹桂; 降倍半萜苷

中图分类号: R284 文献标识码: A 文章编号: 0513-4870(2019)12-2277-05

A new sesquiterpene glycoside from *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*

JIANG Hong-yu, ZHONG Si-yu, WU Li-ping, YU Ya-rui, LU Shi-hui, LI Ling-rui, LI Cheng-rong,
AN Meng-qi, HUANG Jing*

(West China School of Pharmacy, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

Abstract: The chemical constituents were isolated and purified by column chromatography and semi-preparative reversed-phase high performance liquid chromatography with silica gel, MCI and polyamide in order to study the chemical constituents of dried flowers of *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*. Their structures were identified by the physical and chemical properties and one-dimensional nuclear magnetic resonance (^1H -、 ^{13}C -NMR, DEPT), two-dimensional nuclear magnetic resonance (^1H - ^1H COSY, non-decoupled HSQC, HSQC, HMBC), UV, IR and high resolution mass spectrometry data. One new compound (1) and five known compounds (2–6) were isolated from 95% ethanol extract of dried broccoli. They were identified as (9*S*)-9-hydroxymengastigm-5-en-4-one-9-*O*-primeveroside (1), oleanolic acid (2), forsythiaside (3), 2-(4-hydroxyphenethyl)-ethanol-(6-acetyl)- β -*D*-glucopyranoside (4), salidroside (5), and acteoside (6). Compounds (2–6) were isolated from this plant for the first time.

Key words: Oleaceae; *Osmanthus fragrans*; *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*; sesquiterpene glycoside

木犀科 (Oleaceae) 木犀属 (*Osmanthus*) 植物全世界共有 30 种, 主要分布于亚洲东部和北美洲东南部。桂花 (*Osmanthus fragrans*) 属于木犀属植物, 主要分布在我国大陆长江以南地区, 故我国是桂花的分布中心。桂花是深受我国人民喜爱的一种观赏性植物, 被评为中国十大名花。经过上千年的引种和人工培育,

桂花已经形成了多达上百个品种。根据桂花的开花季节以及花色, 桂花被分为金桂、银桂、丹桂和四季桂等 4 个品种群^[1]。除观赏外, 桂花还被用于制作风味食品以及被用于化妆品。近年来, 对桂花的化学成分及药理活性有一些研究, 结果发现桂花中含有木脂素、苯丙素和环烯醚萜等类型的成分^[2,3], 其中一些成分显示有抗氧化、抑制 β -分泌酶或 NO 释放等活性^[4-6]。丹桂 (*Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*) 为桂花的一个变种, 其花色呈丹红色, 是桂花各品种中花色最深的品

收稿日期: 2019-07-08; 修回日期: 2019-09-07.

*通讯作者 Tel: 86-28-85503045, E-mail: huangj_pharm@scu.edu.cn

DOI: 10.16438/j.0513-4870.2019-0535

种,是丹桂品种群的代表品种。本课题组长期对不同品种桂花、不同部位等开展化学成分及药理活性研究^[7-10]。由于丹桂的资源非常丰富,为了进一步开发丹桂资源,同时,为了发现丹桂中的活性成分,课题组对丹桂干花进行了较为系统的化学成分研究。结果从丹桂干花的95%乙醇提取物中分离并鉴定了6个成分(1~6),其中1为新化合物,所有化合物均为首次从丹桂中得到(图1)。

结果与讨论

化合物1:无固形粉末,Molish反应呈阳性; $[\alpha]_{D}^{25} -27.3$ (c 0.116, MeOH); mp 115.5~120.0 °C;紫外光谱 $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ nm (log ϵ): 250 (2.81); 红外光谱 ν_{\max}^{near} cm^{-1} : 3 363 (-OH)、2 923 (-CH₂-)、1 645 (C=O)、1 421 (C=C),提示1中含有羟基、羰基和双键。HR-ESI-MS显示1的准分子离子峰 m/z 527.246 8 [M+Na]⁺, (计算值 527.246 8),确定1的分子式为C₂₄H₄₀O₁₁,不饱和度 $\Omega = 5$ 。

1的¹H NMR谱中显示了4个甲基信号 δ_{H} 1.17 (6H, s), 1.73 (3H, s), 1.27 (3H, d, $J = 6.4$ Hz); 4个亚甲基信号 δ_{H} 1.64 (2H, m), 1.78 (2H, t, $J = 6.8$ Hz), 2.41 (2H, t, $J = 6.8$ Hz), 2.26、2.51 (2H, m); 2个糖的端基氢信号 δ_{H} 4.32 (1H, d, $J = 7.6$ Hz)和4.34 (1H, d, $J = 8.0$ Hz)。1的¹³C NMR谱、DEPT谱、结合HSQC显示13个苷元碳信号,包括4个甲基碳信号 δ_{C} 12.0、22.2、27.4和27.4; 4个亚甲基碳信号 δ_{C} 27.8、35.2、36.7和38.6; 10个含氧取代叔碳信号 δ_{C} 78.3、77.9、77.8、77.1、75.4、75.0、71.6、71.3、69.9、67.1; 1个季碳信号 δ_{C} 37.8, 1个酮羰基碳信号 δ_{C} 201.7,以及2个烯碳信号 δ_{C} 131.8、168.7; 2个糖的端基碳信号 δ_{C} 104.4和105.7。上述¹H、¹³C NMR数据提示1可能为含有两个单糖基的苷类化合物。

将1的¹H、¹³C NMR数据与文献对照,发现1与(9*S*)-9-hydroxymengastigman-5-en-4-one-9-*O*-primeveroside

(A)^[11]的NMR数据相似。进一步比较两者的NMR数据,发现1的C-8 (δ_{C} 36.7)的信号较A的C-8 (δ_{C} 37.3)向高场移动了0.6个化学位移值单位,C-9 (δ_{C} 77.9)、C-10 (δ_{C} 22.2)和Glc-1' (δ_{C} 104.4)的信号较A的C-9 (δ_{C} 76.0)、C-10 (δ_{C} 20.0)和Glc-1' (δ_{C} 102.5)分别向低场移动了1.9、2.2和1.9个化学位移值单位。提示1的C-9构型可能与A不一致。将1进行酸水解,得到1的苷元(B),B的比旋光度 $[\alpha]_{D}^{25} +5.6$ (c 0.35, CHCl₃),与文献^[12] $[\alpha]_{D}^{25} +8.1$ (c 0.4, CHCl₃)接近,证明B为9*S*-构型。最终确定1的苷元为单环降倍半萜(9*S*)-9-hydroxymengastigman-5-en-4-one。

1经酸水解、中和后的水液部分,经薄层色谱分析,确定含有D-葡萄糖和D-木糖。进一步将获得的中和后的水液部分蒸馏除水,然后乙酰化。乙酰化产物与乙酰化D-葡萄糖和乙酰化D-木糖标准品进行气相色谱分析比较,进一步证实1中所含有的单糖为D-葡萄糖和D-木糖。1的¹H NMR显示,两个单糖的端基氢偶合常数分别为7.6 Hz和8.0 Hz,提示两个单糖的端基碳构型均为 β -构型。在1的非去偶HSQC谱中,观察到D-葡萄糖和D-木糖的端基碳氢偶合常数 $J_{\text{C-H}}$ 均为162 Hz,进一步证实D-葡萄糖和D-木糖的端基碳构型均为 β -构型。通过1的HMBC谱(图2),可观察到 δ_{H} 4.32 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, 1-H of D-Xyl)与 δ_{C} 69.9 (C-6' of D-Glc)存在远程相关,证实D-木糖的C-1"应与D-葡萄糖的C-6'相连,即为 β -D-木糖基-(1 \rightarrow 6)- β -D-葡萄糖双糖(樱草糖, primeverose)。

1的HMBC谱中, δ_{H} 4.34 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, 1-H of D-Glc)与 δ_{C} 77.9 (C-9)存在远程相关,表明D-葡萄糖的C-1'应连接在苷元的C-9。

综上所述,确定1为降倍半萜双糖苷(9*S*)-9-hydroxymengastigman-5-en-4-one-9-*O*-primeveroside,该化合物为一新化合物。

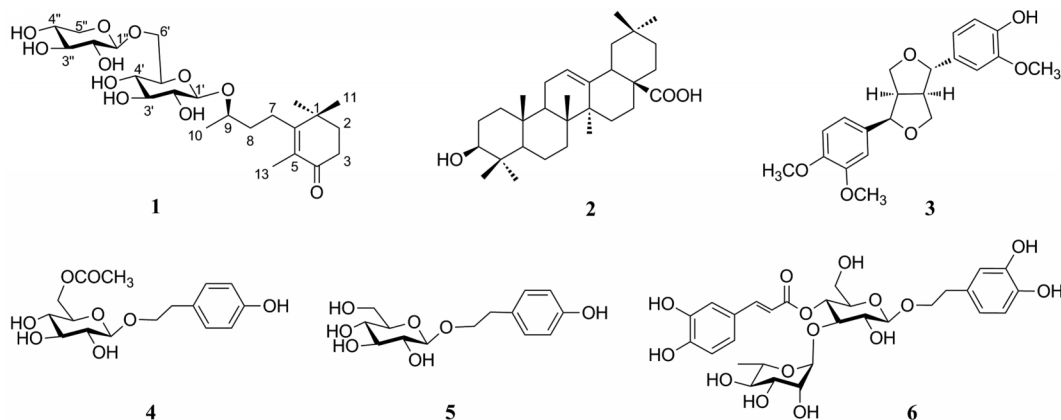


Figure 1 The structures of compounds 1–6

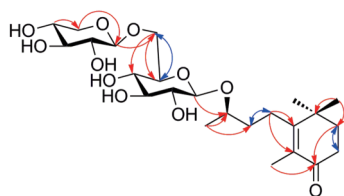


Figure 2 The key correlations of ^1H - ^1H COSY ($\text{H} \leftrightarrow \text{H}$) and HMBC ($\text{H} \rightarrow \text{C}$) of **1**

根据 **1** 的 ^1H 、 ^{13}C NMR, ^1H - ^1H COSY, HSQC 以及 HMBC 谱, 对 **1** 的 ^1H 和 ^{13}C 信号全部进行了归属 (表1)。

实验部分

Bruker AV-400 和 AV-600 核磁共振仪 (美国 Varian, 以 CD_3OD 、 CDCl_3 、 $\text{DMSO}-d_6$ 为溶剂, TMS 为内标); Nicolet 6700 红外分光光度计 (Thermo Electron Corporation, Waltham, USA); AmaZon SL 质谱仪 (Bruker Corporation, USA); GL-3000 半制备高效液相色谱仪 (Gelai Precision Instruments Co., Ltd., Chengdu China); 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ 和柱色谱用硅胶 G (青岛海洋化工有限公司, 100~200 目、200~300 目); MCI CHP-20P (75~150 μm , 日本 Mitsubishi 公司); GC-2010 (HP-1: 17 m \times 0.2 mm \times 0.11 μm , Agilent, Santa Clara, CA); 丹

Table 1 ^1H (400 MHz) and ^{13}C NMR (100 MHz) data of **1** in methanol- d_4

Position	δ_{C}	δ_{H} (J in Hz)
1	37.8	-
2	38.6	1.78 (t, 6.8)
3	35.2	2.41 (t, 6.8)
4	201.7	-
5	131.8	-
6	168.7	-
7	27.8	2.26 (m), 2.51 (m)
8	36.7	1.64 (m)
9	77.9	3.89 (sextet)
10	22.2	1.27 (d, 6.4)
11	27.4	1.17 (s)
12	27.4	1.17 (s)
13	12.0	1.73 (s)
Glc-1'	104.4	4.34 (d, 8.0)
Glc-2'	75.4	3.17 (m)
Glc-3'	78.3	3.31 (m)
Glc-4'	71.6	3.41 (m)
Glc-5'	77.1	3.42 (m)
Glc-6'	69.9	3.71 (dd, 11.6, 6.0) 4.03 (dd, 11.6, 2.4)
Xyl-1''	105.7	4.32 (d, 7.6)
Xyl-2''	75.0	3.17 (m)
Xyl-3''	77.8	3.28 (m)
Xyl-4''	71.3	3.47 (m)
Xyl-5''	67.1	3.16 (m) 3.83 (dd, 11.2, 5.2)

桂干花, 2017年10月采自四川成都都江堰市, 经四川大学华西药学院天然药物化学黄静教授鉴定为丹桂 *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus*, 凭证标本 (GH20171008) 保存于四川大学华西药学院天然药物学系 (药学科教大楼 806 室)。

1 提取与分离

取丹桂干花 4.7 kg, 用 95% 乙醇浸润 10 min 后, 用 95% 乙醇连续回流提取 1.5 h, 过滤, 滤液减压浓缩回收溶剂后, 得到乙醇浸膏 410 g; 乙醇浸膏在室温下用甲醇复溶, 过滤、浓缩得到甲醇浸膏 360 g。甲醇浸膏经硅胶 (200~300 目) 柱色谱, 用二氯甲烷-甲醇 (30:1、20:1、10:1、5:1、1:1、0:1) 梯度洗脱, 薄层色谱检查后合并相同部分, 得到 Frs. 1~8。Fr. 3 (15.6 g) 经反复硅胶柱色谱得到化合物 **2** (6 mg)。Fr. 4 (121.7 g) 经反复硅胶柱色谱得到化合物 **3** (160 mg)。Fr. 5 (60 g) 经反复硅胶柱色谱得到化合物 **4** (10 mg)。Fr. 7 (50.8 g) 经反复硅胶柱色谱、MCI、半制备反相高效液相色谱分离, 得到化合物 **1** (40 mg)、**5** (30 mg) 和 **6** (40 mg)。

2 化合物的酸水解、衍生化及 GC 分析

称取 20 mg 化合物 **1**, 加入 10% H_2SO_4 , 95 $^\circ\text{C}$ 条件下加热 3 h, 用 10% NaOH 调 pH = 7 后, 用 CHCl_3 萃取 3 次, 每次 3 mL。水层减压浓缩, 再用 MeOH 溶解过滤得到单糖。分别取单糖、*D*-葡萄糖对照品 1 mg 和 *D*-木糖对照品 1 mg, 分别加入 1 mL 无水吡啶、1 mL 乙酸酐和 0.5 mg DMAP, 室温下搅拌 3 h, 加水终止反应。反应液用 CH_2Cl_2 萃取 3 次, 每次 1 mL, 得到单糖样品及对照品的乙酰化衍生物。然后进行气相色谱分析, 色谱条件如下。色谱柱: HP-1 色谱柱, 进样器和检测器温度均为 250 $^\circ\text{C}$ 。程序升温: 从 150 到 250 $^\circ\text{C}$, 升温速率: 3 $^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 。单糖样品中 *D*-木糖的保留时间为 14.609 min, 与 *D*-木糖对照品的保留时间 (t_{R} 14.603 min) 基本一致; *D*-葡萄糖的保留时间为 22.071 min, 与 *D*-葡萄糖对照品的保留时间 (t_{R} 22.126 min) 基本一致。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无固形粉末, Molish 反应呈阳性; $[\alpha]_{\text{D}}^{25} -27.3$ (c 0.116, MeOH); mp 115.5~120.0 $^\circ\text{C}$; 紫外光谱 $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ nm ($\log \epsilon$): 250 (2.81); 红外光谱 $\nu_{\text{max}}^{\text{near}}$ cm^{-1} : 3 363 ($-\text{OH}$)、2 923 ($-\text{CH}_2-$)、1 645 ($\text{C}=\text{O}$)、1 421 ($\text{C}=\text{C}$); HR-ESI-MS 显示 **1** 的准分子离子峰 m/z 527.246 8 [$\text{M}+\text{Na}$] $^+$ (计算值 527.246 8)。 ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD) 和 ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD) 数据见表 1。

化合物 **2** (齐墩果酸): 白色粉末, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ_{H} 5.16 (1H, brs, 12-H), 1.09, 0.89, 0.87, 0.88, 0.85, 0.71, 0.67 (3H each, s, 23, 27, 29, 30, 25, 24, 26-H)。 ^{13}C NMR

(100 MHz, DMSO- d_6) δ_C 179.0 (C-28), 144.3 (C-13), 122.0 (C-12), 77.3 (C-3), 55.2 (C-5), 44.5 (C-9), 46.1 (C-17), 46.0 (C-19), 41.8 (C-14), 41.2 (C-18), 39.3 (C-8), 38.8 (C-4), 38.5 (C-1), 37.0 (C-10), 33.8 (C-21), 33.3 (C-29), 32.9 (C-7), 32.5 (C-22), 30.8 (C-20), 28.7 (C-23), 27.6 (C-15), 27.4 (C-2), 26.1 (C-27), 23.8 (C-30), 23.4 (C-16), 23.0 (C-11), 18.5 (C-6), 17.3 (C-26), 16.5 (C-24), 15.6 (C-25)。

化合物**3**(连翘脂素): 白色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性, 提示化合物**3**中含有酚羟基。 ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ_{H} 6.85~6.95 (1H, m, Ar-H), 4.87 (1H, d, $J = 5.6$ Hz, 7'-H), 4.43 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, 7-H), 4.12, 3.83 (2H, m, 9-H), 3.86, 3.37 (2H, m, 9'-H), 3.33 (1H, m, 8'-H), 2.90 (1H, m, 8-H), 三个甲氧基信号: 3.89 (3H, s, -OCH₃), 3.90 (3H, s, -OCH₃), 3.91 (3H, s, -OCH₃); ^{13}C NMR (100 MHz, CDCl_3) δ_C 148.8 (C-3'), 148.0 (C-3), 146.7 (C-4'), 145.3 (C-4), 133.0 (C-1), 130.9 (C-1'), 119.1 (C-6), 117.1 (C-6'), 114.2 (C-5), 111.0 (C-5'), 108.9 (C-2), 108.5 (C-2'), 87.7 (C-7), 82.0 (C-7'), 71.0 (C-9'), 69.7 (C-9), 56.0, 55.9, 55.9 (OMe-3, 3', 4'), 54.5 (C-8), 50.1 (C-8')。

化合物**4**(红景天苷酯): 白色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性, 提示化合物**4**中含有酚羟基。 ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ_{H} 7.03 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, 2, 6-H), 6.66 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, 3, 5-H), 5.15 (1H, d, $J = 5.2$ Hz, 1'-H), 5.04 (2H, m, 8-H), 4.24 (2H, m, 7-H), 3.61~4.24 (4H, m, 2'~5'-H), 2.97~3.16 (3H, m, 2'~4'-OH), 2.73 (2H, m, 6'-H), 2.01 (3H, s, COCH₃); ^{13}C NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ_C 170.8 (CO), 156.1 (C-4), 130.2 (C-2), 130.2 (C-6), 129.0 (C-1), 115.5 (C-3), 115.5 (C-5), 103.1 (C-1'), 76.9 (C-3'), 74.0 (C-2'), 73.8 (C-5'), 70.8 (C-8), 70.4 (C-4'), 64.1 (C-6'), 35.3 (C-7), 21.1 (CH₃)。

化合物**5**(红景天苷): 白色块晶, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性, 提示化合物**5**中含有酚羟基。 ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ_{H} 7.04 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, 2,6-H), 6.67 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, 3, 5-H), 4.88~4.97 (3H, m, 2'~4'-OH), 4.48 (1H, t, $J = 5.7$ Hz, 6'-OH), 4.18 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, 1'-H), 2.95~3.89 (8H, m, 2'~6'-H), 2.75 (2H, m, 7-H); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ_C 156.0 (C-4), 130.2 (C-2), 130.2 (C-6), 129.1 (C-1), 115.5 (C-3), 115.5 (C-5), 103.3 (C-1'), 77.3 (C-5'), 77.3 (C-3'), 73.9 (C-2'), 70.6 (C-8), 70.4 (C-4'), 61.6 (C-6'), 36.3 (C-7)。

化合物**6**(类叶升麻苷): 黄色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性, 提示化合物**6**中含有酚羟

基。 ^1H NMR (400 MHz, MeOH- d_4): 咖啡酰单元: δ_{H} 7.40 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, 7-H), 6.92 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, 2-H), 6.82 (1H, dd, $J = 8.4, 2.0$ Hz, 6-H), 6.65 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, 5-H), 6.13 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, 8-H); 苯乙醇单元: δ_{H} 6.55 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, 2-H), 6.53 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, 5-H), 6.42 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, 6-H), 2.64 (2H, m, 7-H), 3.56 (1H, m, 8a-H), 3.87 (1H, m, 8b-H); 葡萄糖单元: δ_{H} 4.23 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, 1-H); 鼠李糖单元: δ_{H} 0.93 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, 6-H), 5.03 (1H, br s, 1-H); ^{13}C NMR (100 MHz, MeOH- d_4): 咖啡酰单元: δ_C 167.5 (CO), 149.3 (C-4), 147.2 (C-3), 146.4 (C-7), 127.1 (C-1), 122.7 (C-6), 116.2 (C-5), 114.8 (C-2), 114.4 (C-8); 苯乙醇单元: δ_C 145.7 (C-3), 144.7 (C-4), 130.9 (C-1), 120.8 (C-6), 116.8 (C-2), 116.0 (C-5), 71.7 (C-8), 36.1 (C-7); 葡萄糖单元: δ_C 103.7 (C-1), 80.9 (C-3), 75.7 (C-2), 75.6 (C-6), 70.1 (C-4), 61.8 (C-6); 鼠李糖单元: δ_C 102.4 (C-1), 73.2 (C-4), 71.8 (C-2), 71.5 (C-3), 69.9 (C-5), 18.2 (C-6)。

化合物**2**~**6**: 分别与对照品进行共薄层色谱分析, 或与文献比较, 最终确定为齐墩果酸(**2**)^[13]、连翘脂素(**3**)^[14]、红景天苷酯(**4**)^[15]、红景天苷(**5**)^[16]和类叶升麻苷(**6**)^[17]。

References

- [1] Liu LC, Xiang QB. Research progress on *Osmanthus* Genus [J]. J Nanjing Forest Univ (Nat Sci Ed) (南京林业大学学报·自然科学版), 2007, 27: 84-88.
- [2] Machida K, Yamauchi M, Kikuchi M. Studies on the constituents of *Osmanthus* species. XXII. Two new secoiridoid glycosides from the leave of *Osmanthus fragrans* Lour. var. *aurantiacus* Makino [J]. J Tohoku Pharm Univ, 2009, 56: 33-36.
- [3] Machida K, Sakamoto S. Two new neolignan glycosides from leaves of *Osmanthus heterophyllus* [J]. J Nat Med, 2009, 63: 227-231.
- [4] Lee DG, Choi JS, Yeon SW, et al. Secoiridoid glycoside from the flowers of *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus* Makino inhibited the activity of α -secretase [J]. J Korean Soc Appl Biol Chem, 2010, 53: 371-374.
- [5] Lee DG, Lee SM, Bang MH, et al. Lignans from the flowers of *Osmanthus fragrans* var. *aurantiacus* and their inhibition effect on NO production [J]. Arch Pharm Res, 2011, 34: 2029-2035.
- [6] Zhang XP. Study on the Antioxidant Activity of *Polygonum cuspidatum* Rhizoma and *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour Pulp (虎杖根茎和桂花果肉的抗氧化活性初探) [D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2008.
- [7] Tang M, Tan XY, Zhong XM, et al. Chemical constituents from the flowers of *Osmanthus fragrans*'Rixianggui' [J]. West China J

- Pharm (华西药学杂志), 2009, 24: 010-013.
- [8] Zhang X, Qin YQ, Zhang CY, et al. Studies on the chemical components of the roots of *Osmanthus fragrans* 'Rixianggui' (III) [J]. Chin J Synth Chem (合成化学), 2016, 24: 728-731.
- [9] Qiao CL, Qin YQ, Zhang CY, et al. Studies on the chemical components of the seeds of *Osmanthus fragrans* 'Bayuegui' [J]. Chin J Synth Chem (合成化学), 2015, 23: 854-857.
- [10] Huan M, Liu M, Xu HR, et al. Studies on the chemical components of the roots of *Osmanthus fragrans*'Rixianggui'(II) [J]. Chin J Synth Chem (合成化学), 2013, 21: 689-691.
- [11] Otsuka H, Tamaki A. Platanionosides D-J: megastigmane glycosides from the leaves of *Alangium platanifolium* (SIEB. et ZUCC.) HARMS var. *platanifolium* [J]. Chem Pharm Bull, 2002, 50: 390-394.
- [12] Lin TC, Cheng YS, Fang JM. Terpenes and lignans from leaves of *Chamaecyparis formosensis* [J]. Phytochemistry, 1999, 51: 793-801.
- [13] Mahato SB, Kundu AP. ¹³C-NMR spectra of pentacyclic triterpenoids-a compilation and some salient features [J]. Phytochemistry, 1994, 37: 1517-1575.
- [14] Luo B, Zhang JZ. Study on chemical constituents of extract of *Forsythia suspense* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form (中国实验方剂学杂志), 2013, 19: 143-146.
- [15] Qiao CL, Qin YQ, Zhang CY, et al. Studies on the chemical components of the seeds of *Osmanthus fragrans*'Bayuegui' [J]. Chin J Synth Chem (合成化学), 2015, 23: 854-857.
- [16] Ni FY, Chen Z, Xu QM, et al. Chemical constituents from *Rhodiola sachalinensis* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2013, 44: 798-802.
- [17] Gao YP, Zhong GY, Shen YH. Chemical constituents from *Incarvillea sinensis* var. *przewalskii* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2016, 47: 712-716.