

· 化学成分 ·

油茶根中 1 个新的三萜皂苷

任琦¹, 陈冈^{2*}, 周志强¹, 付辉政^{1*}

1. 江西省药品检验检测研究院, 江西省药品与医疗器械质量工程技术研究中心, 江西 南昌 330029

2. 江西省人民医院, 江西 南昌 330006

摘要:目的 研究油茶 *Camellia oleifera* 根的化学成分。方法 利用硅胶、ODS、Sephadex LH-20 葡聚糖凝胶柱色谱、高效制备液相色谱等色谱方法进行分离纯化, 根据理化常数测定及谱学数据分析鉴定化合物结构。结果 从油茶根中分离得到 3 个化合物, 分别鉴定为 3-*O*-β-*D*-半乳糖基-(1→2)-[β-*D*-木糖基-(1→2)-α-*L*-阿拉伯糖基-(1→3)]-β-*D*-葡萄糖醛酸基-3β,15α,16α,21β,22α,28-六羟基-21-*O*-乙酰氧基-22-*O*-当归酰氧基齐墩果醇-12-烯 (1)、大头茶苷 J (2)、山茶皂苷 B₁ (3)。结论 化合物 1 为新化合物, 命名为山茶皂苷 Ac, 化合物 2 和 3 为首次从油茶中分离得到。

关键词: 油茶根; 3-*O*-β-*D*-半乳糖基-(1→2)-[β-*D*-木糖基-(1→2)-α-*L*-阿拉伯糖基-(1→3)]-β-*D*-葡萄糖醛酸基-3β,15α,16α,21β,22α,28-六羟基-21-*O*-乙酰氧基-22-*O*-当归酰氧基齐墩果醇-12-烯; 大头茶苷 J; 山茶皂苷 B₁; 山茶皂苷 Ac

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2019)18-4261-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.18.001

A new triterpene saponin from roots of *Camellia oleifera*REN Qi¹, CHEN Gang², ZHOU Zhi-qiang¹, FU Hui-zheng¹

1. Jiangxi Provincial Engineering Research Center for Drug and Medical Device Quality, Jiangxi Provincial Institute for Drug Control, Nanchang 330029, China

2. Jiangxi Provincial People's Hospital, Nanchang 330006, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents from the roots of *Camellia oleifera*. **Methods** The chemical constituents were isolated and purified by column chromatography on silica gel, ODS, Sephadex LH-20, and PHPLC. Their structures were elucidated on the basis of physicochemical properties and spectroscopic analysis. **Results** Three compounds were isolated from the roots of *C. oleifera* and elucidated as 3-*O*-β-*D*-galactopyranosyl-(1→2)-[β-*D*-xylopyranosyl-(1→2)-α-*L*-arabinopyranosyl-(1→3)]-β-*D*-glucuronopyranosyl-3β,15α,16α,21β,22α,28-hexahydroxy-21-*O*-acetyl-22-*O*-angeloyloxyolean-12-ene (1), gordonoside J (2), and camelliasaponin B₁ (3). **Conclusion** Compound 1 is a new compound named camelliasaponin Ac, and compounds 2 and 3 are isolated from the roots of this plant for the first time.

Key words: roots of *Camellia oleifera* Abel.; 3-*O*-β-*D*-galactopyranosyl-(1→2)-[β-*D*-xylopyranosyl-(1→2)-α-*L*-arabinopyranosyl-(1→3)]-β-*D*-glucuronopyranosyl-3β,15α,16α,21β,22α,28-hexahydroxy-21-*O*-acetyl-22-*O*-angeloyloxyolean-12-ene; gordonoside J; camelliasaponin B₁; camelliasaponin Ac

油茶 *Camellia oleifera* Abel. 为山茶科山茶属植物, 主要分布于热带及亚热带地区, 产于我国的西南部和东南部, 遍布江西、湖南、福建等 17 个省区^[1], 同时油茶也是我国基本的木本食用油料树种。油茶药用部位主要有茶子心、茶油、茶子饼、油茶

根皮、油茶叶等, 其中茶油已被《中国药典》2015 年版收载^[2]。现有研究表明油茶主要含皂苷、黄酮及鞣质等类成分, 具有多种药理活性, 包括抗肿瘤、抗菌、抗炎、抗突变等^[3-9], 其中油茶皂苷抗肿瘤药理活性比较显著^[7-9]。为寻找其抗肿瘤有效成分, 阐

收稿日期: 2019-04-25

基金项目: 江西省青年科学基金资助项目 (20142BAB215062)

作者简介: 任琦 (1987—), 女, 主管药师, 主要从事中药活性成分及质量标准研究。Tel: (0791)88158716 E-mail: jiangxizhongyi2008@163.com

*通信作者 陈冈, 主管药师。Tel: (0791)88158780 E-mail: 1069026271@sohu.com

付辉政, 博士, 副研究员。Tel: (0791)88158716 E-mail: fhzhfz620@sohu.com

明其药效物质基础,更好地开发利用该植物资源,在本课题组前期对油茶茎和油茶枯饼研究基础上^[10-14],利用各种色谱技术从油茶根 95%乙醇提取物正丁醇部位中分离鉴定了 3 个化合物,分别为 3-*O*- β -*D*-半乳糖基-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -*D*-木糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- α -*L*-阿拉伯糖基-(1 $\rightarrow$ 3)]- β -*D*-葡萄糖醛酸基-3 β ,15 α ,16 α ,21 β ,22 α ,28-六羟基-21-*O*-乙酰氧基-22-*O*-当归酰氧基齐墩果醇-12-烯(3-*O*- β -*D*-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -*D*-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- α -*L*-arabinopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -*D*-glucuronopyranosyl-3 β ,15 α ,16 α ,21 β ,22 α ,28-hexahydroxy-21-*O*-acetyl-22-*O*-angeloyloxyolean-12-ene, **1**)、大头茶苷 J (gordonoside J, **2**)、山茶皂苷 B₁ (camelliasaponin B₁, **3**)。其中化合物 **1** 为新化合物,命名为山茶皂苷 Ac, 化合物 **2** 和 **3** 为首次从油茶根中分离得到。

1 仪器与材料

Aglient Technologies 1260 液相色谱仪、安捷伦 1200 型制备液相色谱仪(美国安捷伦科技有限公司);Buchi 中压液相制备色谱仪(瑞士步琪公司);Sartorius BP211D 型电子天平(德国赛多利斯集团);UV-260 紫外分光光度计(日本岛津公司);RY-1G 熔点测定仪(中国天津天光光学仪器有限公司);Autopol IV-T/V 旋光仪(美国 DKSH 公司);Varian UNITY INOVA 500 超导核磁共振仪(美国 Varian 公司);Micromass ZabSpec 质谱仪(美国 Micromass 公司);Waters ACQUITY UPLC/Xevo G2 Q TOF 高分辨质谱仪(美国 Waters 公司);葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20(瑞典 Amersham Biosciences 公司);C₁₈ 反相填料为日本 YMC 产品,制备色谱柱为 YMC (250 mm $\times$ 20 mm, 10 μ m);D101 大孔树脂为安徽三星树脂科技有限公司产品;柱色谱硅胶、薄层色谱硅胶为青岛海洋化工厂生产,水为娃哈哈水,氘代吡啶为美国剑桥公司(CIL)产品,其他所用试剂均为分析纯。

药材采自江西广丰,经江西省药品检验检测研究院袁桂平主任中药师鉴定为山茶科山茶属植物油茶 *Camellia oleifera* Abel. 的根。标本(20170519)保存在江西省药品检验检测研究院中药标本室。

2 提取与分离

油茶干燥根 10.3 kg,粉碎,用 4 倍量的 95%乙醇回流提取 3 次,每次 2 h,提取液浓缩至适量。依次用醋酸乙酯、水饱和正丁醇萃取。萃取液分别减压浓缩至干,得醋酸乙酯部分(40.5 g)和正丁醇部

分(90.7 g)。将正丁醇部分经过 D101 大孔树脂柱,依次用水及 30%、50%、70%、95%乙醇洗脱,得 70%乙醇洗脱部分(12.2 g),经正相硅胶柱色谱分离,二氯甲烷-甲醇(7:3 $\rightarrow$ 6:4)系统梯度洗脱,经薄层色谱检视,合并相近的组分,得 12 个组分 Fr. 1~12。Fr. 9 (2.4 g)再经过常压反相(ODS)柱色谱,以乙腈-水(20:80 $\rightarrow$ 50:50)系统进行梯度洗脱,经高效液相色谱检测后,合并相同组分,得到 10 个流分 Fr. 9-1~9-10。Fr. 9-5 (33.2 mg)经反相高效制备液相色谱,以乙腈-0.05%三氟乙酸(37:63, 7 mL/min)为流动相,得到化合物 **1** (9.4 mg, t_R =92.6 min)。Fr. 9-6 (29.5 mg)经反相高效制备液相色谱,以乙腈-0.05%三氟乙酸(36:64, 7 mL/min)为流动相,得到化合物 **2** (11.3 mg, t_R =83.7 min)和 **3** (12.0 mg, t_R =97.3 min)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末。mp 244~245 $^{\circ}$ C; $[\alpha]_D^{20}$ -13.2 $^{\circ}$ (c 0.08, MeOH), 硫酸-乙醇显紫红色斑点, Libermann-Burchard 反应呈现红色,表明为三萜皂苷类化合物。UV 显示该化合物在甲醇溶液中的最大吸收为 206 nm 和 252 nm。HR-ESI-MS 质谱给出准分子离子峰 m/z : 1 255.569 3 [$M+Na$] $^{+}$ (计算值为 1 255.571 8), 分子式为 C₅₈H₉₂O₂₇。酸水解及衍生化气相分析检出 *D*-葡萄糖醛酸、*D*-木糖、*L*-阿拉伯糖和 *D*-半乳糖。

1H -NMR 谱显示三萜类特征的 7 个角甲基信号 δ_H 1.83, 1.28, 1.24, 1.10, 1.06, 0.98 和 0.80 (各 3H, s); 1 个三取代的双键信号 δ_H 5.48 (1H, brs, H-12); 1 组羟甲基质子信号 δ_H 3.74 (1H, d, J = 12.0 Hz) 和 3.48 (1H, d, J = 12.0 Hz); 5 个连氧次甲基质子信号: δ_H 3.25 (1H, dd, J = 11.5, 5.0 Hz), 4.30 (1H, m), 4.35 (1H, m), 6.27 (1H, d, J = 10.0 Hz), 6.56 (1H, d, J = 10.0 Hz); 1 组当归酰氧基特征氢信号 δ_H 5.80 (1H, q, J = 7.0 Hz), 2.08 (3H, d, J = 7.0 Hz) 和 1.98 (3H, s); 1 个乙酰氧基的甲基质子信号: δ_H 2.12 (3H, s); 此外, 1H -NMR 谱还给出了 4 个糖的端基质子信号: δ_H 5.83 (1H, d, J = 7.5 Hz), 5.73 (1H, d, J = 6.0 Hz), 5.02 (1H, d, J = 7.5 Hz) 和 4.92 (1H, d, J = 7.0 Hz), 以及在 δ_H 4.01~4.55 归属于糖的连氧次甲基和连氧亚甲基的部分重叠氢信号。根据端基氢相对较大的 $^3J_{H-1, H-2}$ 偶合常数值表明葡萄糖醛酸基、半乳糖基和木糖基的端基碳构型为 β 型, 阿拉伯糖基的端基碳构型为 α 型。 ^{13}C -NMR 谱显示 58 个碳信号, 其中, 2 个烯

碳信号 δ_C 123.8 和 143.6; 4 个糖端基碳信号 δ_C 106.7, 105.2, 103.4, 101.7。以上数据表明化合物 **1** 为齐墩果-12-烯四糖衍生物, 具有 β -D-葡萄糖醛酸基、 β -D-半乳糖基、 β -D-木糖基、 α -L-阿拉伯糖基、1 个当归酰氧基取代基以及 1 个乙酰氧基。将化合物 **1** 核磁数据与文献报道的大头茶皂苷 I (gordonsaponin I) [15] 进行比较, 两者数据基本相似, 区别在于大头茶皂苷 I 中葡萄糖基在结构 **1** 中被木糖基取代。

在 HMBC 中(图 1), H-21 (δ_H 6.56) 和 H-22 (δ_H 6.27) 分别和羰基碳 (δ_C 170.8) 和羰基碳 (δ_C 168.1) 相关, 表明乙酰氧基和当归酰氧基分别连接在母核的 C-21 位和 C-22 位, 另外, 葡萄糖醛酸基的端基氢信号 H-1 (δ_H 4.92) 与苷元 C-3 (δ_C 89.5) 远程相关证明 β -D-葡萄糖醛酸基单元连接在母核的 C-3 位, 阿拉伯糖基的端基氢信号 H-1 (δ_H 5.73) 与葡萄糖醛酸基的 C-3 (δ_C 83.6) 信号有远程相关, 表明 L-阿拉伯糖基单元连接在 D-葡萄糖醛酸基的 C-3 位, 木糖基的 H-1 (δ_H 5.02) 与阿拉伯糖基的 C-2 (δ_C 81.9) 远程相关, 表明 D-木糖基单元连接在 L-阿拉伯糖基的 C-2 位, 半乳糖基的端基氢信号 H-1 (δ_H 5.83) 与葡萄糖醛酸基的 C-2 (δ_C 79.1) 远程相关, 表明 D-半乳糖基单元连接在 D-葡萄糖醛酸基的 C-2 位。

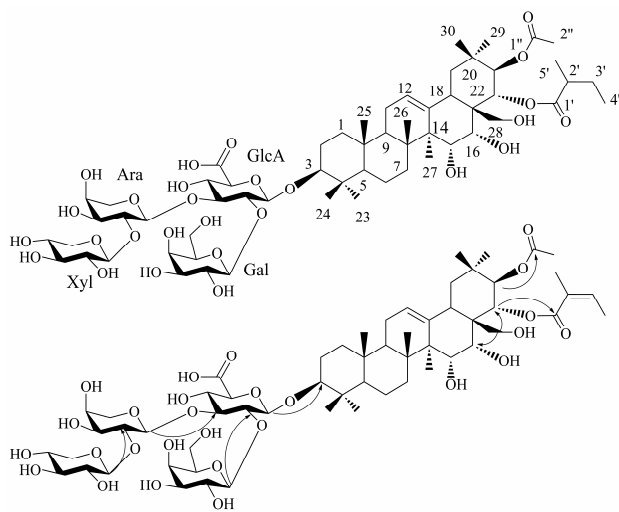


图 1 化合物 **1** 的结构和主要 HMBC 相关

Fig. 1 Structure and key HMBC correlations of compound **1**

在 NOESY 谱中, 观察到 H-3/H-23、H-16/H-28、H-18/H-15、H-21/H-29、H-22/H-30 相关, 说明 C-3 位和 C-21 位羟基为 β 构型, C-15 位、C-16 位和 C-22 位羟基为 α 构型。综上所述, 化合物 **1** 结构鉴定为 3-O- β -D-半乳糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-木糖基-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-阿拉伯糖基-(1 $\rightarrow$ 3)]- β -D-葡萄糖醛酸基-3 β ,15 α ,16 α ,

21 β ,22 α ,28-六羟基-21-O-乙酰氧基-22-O-当归酰氧基齐墩果醇-12-烯, 结构见图 1。具体核磁数据见表 1。

化合物 **2**: 白色粉末 (甲醇)。ESI-MS m/z : 1 197.8 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, C_5D_5N) δ : 6.13 (1H, dd, J = 11.5, 4.5 Hz, H-22), 5.83 (1H, q, J = 7.0 Hz, Ang-H-3), 5.76 (1H, d, J = 7.0 Hz, Gal-H-1), 5.72 (1H, d, J = 7.5 Hz, Ara-H-1), 5.44 (1H, brs, H-12), 5.04 (1H, d, J = 7.0 Hz, Xyl-H-1), 4.92 (1H, d, J = 7.5 Hz, GlcA-H-1), 4.46 (1H, brs, H-16), 3.70 (1H, d, J = 12.0 Hz, H-28a), 3.64 (1H, d, J = 12.0 Hz, H-28b), 3.22 (1H, dd, J = 11.0, 4.0 Hz, H-3), 2.02 (1H, d, J = 7.0 Hz, Ang-H-4), 1.87 (3H, s, H-27), 1.81 (3H, s, Ang-H-5), 1.28 (3H, s, H-30), 1.25 (3H, s, H-23), 1.08 (3H, s, H-24), 1.03 (3H, s, H-29), 0.99 (3H, s, H-26), 0.77 (3H, s, H-25); ^{13}C -NMR (125 MHz, C_5D_5N) 苷元 δ : 38.8 (C-1), 26.5 (C-2), 89.5 (C-3), 39.4 (C-4), 55.4 (C-5), 18.7 (C-6), 36.6 (C-7), 41.4 (C-8), 47.0 (C-9), 36.8 (C-10), 23.8 (C-11), 123.1 (C-12), 144.4 (C-13), 47.6 (C-14), 67.3 (C-15), 74.9 (C-16), 45.1 (C-17), 41.6 (C-18), 46.9 (C-19), 32.0 (C-20), 41.4 (C-21), 72.6 (C-22), 27.8 (C-23), 16.8 (C-24), 15.7 (C-25), 17.4 (C-26), 21.2 (C-27), 62.9 (C-28), 33.4 (C-29), 24.8 (C-30); 当归酰氧基 δ : 167.8 (C-1), 129.2 (C-2), 136.4 (C-3), 15.7 (C-4), 20.8 (C-5); 糖基: GlcA δ : 105.5 (C-1), 79.1 (C-2), 83.4 (C-3), 71.0 (C-4), 77.2 (C-5), 172.1 (C-6); Ara δ : 101.7 (C-1), 81.7 (C-2), 73.4 (C-3), 68.4 (C-4), 65.6 (C-5); Gal δ : 103.4 (C-1), 73.6 (C-2), 74.8 (C-3), 70.0 (C-4), 76.3 (C-5), 61.7 (C-6); Xyl δ : 106.5 (C-1), 75.5 (C-2), 78.0 (C-3), 70.6 (C-4), 67.4 (C-5)。以上数据与文献报道一致[16], 故鉴定化合物 **2** 为大头茶皂苷 J。

化合物 **3**: 白色粉末 (甲醇)。ESI-MS m/z : 1 187.8 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (500 MHz, C_5D_5N) δ : 9.94 (1H, brs, H-23), 6.18 (1H, d, J = 7.2 Hz, H-22), 5.99 (1H, q, J = 7.0 Hz, Ang-H-3), 5.74 (1H, d, J = 7.0 Hz, Gal-H-1), 5.76 (1H, d, J = 7.8 Hz, Ara-H-1), 5.36 (1H, brs, H-12), 5.02 (1H, d, J = 7.5 Hz, GlcA-H-1), 4.82 (1H, d, J = 7.5 Hz, GlcA-H-1), 3.67 (1H, d, J = 10.5 Hz, H-28a), 3.53 (1H, d, J = 10.5 Hz, H-28b), 3.20 (1H, dd, J = 11.5, 5.0 Hz, H-3), 2.08 (1H, d, J = 7.0 Hz, Ang-H-4), 1.93, 1.86, 1.22, 1.10, 1.06, 1.02, 0.79 (3H $\times$ 7, s, $-CH_3$); ^{13}C -NMR (125 MHz, C_5D_5N) 苷元 δ : 38.6 (C-1), 26.4 (C-2), 84.5 (C-3), 55.6 (C-4),

表 1 化合物 1 的 ^1H -NMR and ^{13}C -NMR 波谱数据 (500/125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$)Table 1 ^1H -NMR and ^{13}C -NMR data of compound 1 (500/125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$)

碳位	δ_{H}	δ_{C}	碳位	δ_{H}	δ_{C}
1	0.77 (1H, m), 1.56 (1H, m)	38.5	2''	2.12 (3H, s)	20.0
2	2.02 (1H, m), 1.87 (1H, m)	26.5	22-O-Ang		
3	3.25 (1H, dd, $J = 11.5, 5.0$ Hz)	89.5	1'		168.1
4		39.5	2'		129.0
5	0.77 (1H, m)	55.4	3'	5.80 (1H, q, $J = 7.0$ Hz)	136.5
6	1.39 (1H, m), 1.41 (1H, m)	18.6	4'	2.08 (3H, d, $J = 7.0$ Hz)	15.7
7	1.92 (1H, m), 1.83 (1H, m)	36.0	5'	1.98 (3H, s)	20.8
8		39.4	GlcA 1	4.92 (1H, d, $J = 7.0$ Hz)	105.2
9	1.68 (1H, m)	47.6	2	4.64 (1H, m)	79.1
10		36.6	3	4.54 (1H, m)	83.6
11	2.06 (1H, m), 1.94 (1H, m)	23.8	4	4.53 (1H, m)	71.0
12	5.48 (1H, brs)	123.8	5	4.55 (1H, m)	77.2
13		143.6	6		172.1
14		47.3	Ara (1 $\rightarrow$ 3) GlcA		
15	4.35 (1H, m)	67.7	1	5.73 (1H, d, $J = 6.0$ Hz)	101.7
16	4.30 (1H, m)	75.1	2	4.54 (1H, m)	81.9
17		45.3	3	4.47 (1H, m)	73.4
18	3.03 (1H, m)	41.4	4	4.32 (1H, m)	68.3
19	1.68 (1H, m), 3.01 (1H, m)	47.0	5	3.74 (1H, m), 4.35 (1H, m)	65.9
20		36.9	Xyl (1 $\rightarrow$ 2) Ara		
21	6.56 (1H, d, $J = 10.0$ Hz)	79.1	1	5.02 (1H, d, $J = 7.5$ Hz)	106.7
22	6.27 (1H, d, $J = 10.0$ Hz)	73.3	2	4.14 (1H, m)	75.7
23	1.24 (3H, s)	27.9	3	4.01 (1H, m)	78.1
24	1.10 (3H, s)	16.7	4	4.21 (1H, m)	70.6
25	0.80 (3H, s)	15.7	5	3.35 (1H, m), 4.29 (1H, m)	67.4
26	0.98 (3H, s)	17.4	Gal (1 $\rightarrow$ 2) GlcA		
27	1.83 (3H, s)	21.9	1	5.83 (1H, d, $J = 7.5$ Hz)	103.4
28	3.74 (1H, d, $J = 12.0$ Hz)	63.0	2	4.48 (1H, m)	73.7
	3.48 (1H, d, $J = 12.0$ Hz)		3	4.53 (1H, m)	78.1
29	1.06 (3H, s)	33.4	4	4.54 (1H, m)	70.0
30	1.28 (3H, s)	24.4	5	4.24 (1H, m)	76.3
21-O-Ac			6	4.43 (1H, m), 4.08 (1H, m)	61.8
1''		170.8			

49.5 (C-5), 18.3 (C-6), 33.0 (C-7), 40.0 (C-8), 46.8 (C-9), 36.7 (C-10), 23.7 (C-11), 123.3 (C-12), 143.6 (C-13), 41.5 (C-14), 35.0 (C-15), 70.1 (C-16), 44.6 (C-17), 40.7 (C-18), 47.4 (C-19), 32.0 (C-20), 41.6 (C-21), 72.9 (C-22), 211.3 (C-23), 16.6 (C-24), 15.5 (C-25), 16.8 (C-26), 27.4 (C-27), 63.7 (C-28), 33.4 (C-29), 25.1 (C-30); 当归酰氧基 δ : 167.8 (C-1),

129.4 (C-2), 136.5 (C-3), 15.8 (C-4), 20.9 (C-5); 糖基: GlcA δ : 105.5 (C-1), 78.6 (C-2), 84.4 (C-3), 71.0 (C-4), 77.3 (C-5), 172.0 (C-6); Ara δ : 101.7 (C-1), 81.6 (C-2), 73.5 (C-3), 67.4 (C-4), 65.6 (C-5); Glc δ : 107.5 (C-1), 76.3 (C-2), 77.3 (C-3), 72.7 (C-4), 78.3 (C-5), 63.5 (C-6); Gal δ : 102.3 (C-1), 73.7 (C-2), 74.9 (C-3), 70.4 (C-4), 76.7 (C-5), 61.7 (C-6)。以上

数据与文献报道的一致^[17], 故鉴定化合物 **3** 为山茶皂苷 B₁。

参考文献

- [1] 梁雨祥. 试谈我国油茶和优质山茶油的产业化开发 [J]. 宏观经济研究, 2006, 1(1): 25-27.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [3] 罗永明, 李 斌, 谢一辉. 油茶化学成分的研究 [J]. 中草药, 2003, 34(2): 117-118.
- [4] 朱恒英, 刘克坤, 陈永培, 等. 油茶饼中油茶皂苷体外抑菌试验 [J]. 福建中医药, 1989, 20(2): 44.
- [5] 陈永培, 郑鸣金, 朱恒英, 等. 油茶饼中油茶皂苷抗突变初步研究 [J]. 福建中药, 1989, 20(3): 19.
- [6] 佟小静, 陈 重, 李 夏, 等. 油茶根化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(10): 1936-1938.
- [7] 马丽媛, 李 林, 唐 玲, 等. 油茶的粕、果皮和叶的抗肿瘤活性研究 [J]. 华西药理学杂志, 2012, 27(1): 8-12.
- [8] Li X, Zhao J, Peng C, *et al.* Cytotoxic triterpenoid glycosides from the roots of *Camellia oleifera* [J]. *Planta Med*, 2014, 80(7): 590-598.
- [9] 吴江平. 油茶根中皂苷类化学成分及其抗肿瘤 [D]. 苏州: 苏州大学, 2016.
- [10] 鄢庆伟, 钟瑞建, 周国平, 等. 油茶茎化学成分研究 [J]. 中药材, 2015, 38(10): 2102-2104.
- [11] Yan Q W, Fu H Z, Luo Y H, *et al.* Two new triterpenoid glycosides from the stems of *Camellia oleifera* Abel [J]. *Nat Prod Res*, 2016, 30(13): 1484-1492.
- [12] 焦玉兰, 付辉政, 周国平, 等. 油茶茎中 1 个新的三萜皂苷 [J]. 中草药, 2016, 47(15): 2592-2596.
- [13] 熊 磊, 付辉政, 鄢庆伟. 油茶桔饼中 1 个新的三萜皂苷 [J]. 中草药, 2017, 48(21): 4375-4380.
- [14] Fu H Z, Wan K H, Yan Q W, *et al.* Cytotoxic triterpenoid saponins from the defatted seeds of *Camellia oleifera* Abel. [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2017, 20(5): 412-422.
- [15] Fu H Z, Li C J, Yang J Z, *et al.* Triterpenoid glycosides from the stems of *Gordonia kwangsiensis* [J]. *Phytochemistry*, 2013, 85: 167-174.
- [16] Fu H Z, Li C J, Yang J Z, *et al.* Potential anti-inflammatory constituents of the stems of *Gordonia chrysandra* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(5): 1066-1072.
- [17] Murakami T, Nakamura J, Matsuda H, *et al.* Bioactive saponins and glycosides XV. saponins constituents with gastroprotective effect from the seeds of tea plant, *Camellia sinensis* L. var *assamica* Pierre, cultivated in Sri Lanka: Structures of assamsaponins A, B, C, D, and E [J]. *Chem Pharm Bull*, 1999, 47(12): 1759-1764.