

西藏产齿叶玄参低极性化学成分研究

张刘强¹, 李蕾¹, 戴一乐¹, 阳艳¹, 田函玉², 赵志礼¹, 李医明^{1*}

1. 上海中医药大学中药学院, 上海 201203

2. 上海市龙华医院, 上海 200032

摘要: 目的 研究西藏产齿叶玄参 *Scrophularia dentata* 干燥全草的低极性化学成分。方法 利用溶剂提取和正、反相硅胶柱色谱, Sephadex LH-20 凝胶柱色谱等技术进行分离纯化, 并通过 MS、NMR 波谱技术鉴定化合物结构。结果 从西藏产齿叶玄参干燥全草 95%乙醇提取物中分离得到 15 个低极性化合物, 分别鉴定为齐墩果酸(1)、乙酰齐墩果酸(2)、豆甾-4-烯-3-酮(3)、豆甾-4, 22-二烯-3-酮(4)、2, 6-二甲氧基苯醌(5)、酵母甾醇(6)、肉桂酸(7)、菠菜甾醇(8)、 β -谷甾醇(9)、2-三十三烷酮(10)、2-(4-hydroxyphen-yl)-ethyl 1-dodecyloctadecanoate(11)、芹菜素(12)、金圣草黄素(13)、杜仲树脂酚(14)、丁香脂素(15)。结论 所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 化合物 2~6、10~15 为首次从该属植物中分离得到。

关键词: 齿叶玄参; 低极性成分; 乙酰齐墩果酸; 2, 6-二甲氧基苯醌; 芹菜素; 杜仲树脂酚; 丁香脂素

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)20-2908-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.20.007

Low-polarity chemical constituents from *Scrophularia dentata* grown in Tibet

ZHANG Liu-qiang¹, LI Lei¹, DAI Yi-le¹, YANG Yan¹, TIAN Han-yu², ZHAO Zhi-li¹, LI Yi-ming¹

1. School of Pharmacy, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China

2. Shanghai Longhua Hospital, Shanghai 200032, China

Abstract: Objective To study the low-polarity chemical constituents from the whole plants of *Scrophularia dentata* grown in Tibet.

Methods The compounds were isolated and purified by various column chromatography. Their structures were elucidated by means of spectral analyses (MS, ¹H-NMR, and ¹³C-NMR). **Results** Fifteen compounds were isolated and identified as oleanolic acid (1), 3-O-acetyloleanolic acid (2), stigmast-4-en-3-one (3), stigmast-4, 22-dien-3-one (4), 2, 6-dimethoxybenzoquinone (5), cerevisterol (6), cinnamic acid (7), spinasterol (8), β -sitosterol (9), 2-tritriacontanone (10), 2-(4-hydroxyphen-yl)-ethyl 1-dodecyloctadecanoate (11), apigenin (12), chrysoeriol (13), medioresinol (14), and syringaresinol (15). **Conclusion** All the compounds are firstly isolated from this plant and compounds 2—6 and 10—15 are isolated from the plants of this genus for the first time.

Key words: *Scrophularia dentata* Royle ex Benth.; low-polarity chemical constituents; 3-O-acetyloleanolic acid; 2, 6-dimethoxybenzoquinone; apigenin; medioresinol; syringaresinol

齿叶玄参 *Scrophularia dentata* Royle ex Benth. 为玄参科玄参属植物, 生长于海拔 3 700~4 600 m 的西藏高原, 分布于西藏林芝、山南、亚东等地, 青海等地也有分布。全草入药。《晶珠本草》记载齿叶玄参常作为藏药“叶兴巴”的上品使用, 主清天花之热症^[1]。其性凉, 味辛、苦; 具有清热解毒的功效, 主治天花、麻疹等高热瘟疫症及中毒症^[2]。其实多种玄参属植物在世界范围内常作为传统药物

使用, 其拉丁名就取自淋巴结核 (scrofula), 其一直作为现代植物化学和药理学相关研究的热点之一。而国内除了浙玄参、北玄参研究报道较多之外, 齿叶玄参的相关研究则未见报道。本实验对齿叶玄参全草的低极性化学成分进行了研究, 通过各种柱色谱分离鉴定了 15 个化合物, 其中 5 个甾体化合物: 豆甾-4-烯-3-酮 (stigmast-4-en-3-one, 3)、豆甾-4, 22-二烯-3-酮 (stigmast-4, 22-dien-3-one, 4)、酵母甾

收稿日期: 2014-07-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81173518); 上海市教委“东方学者”跟踪计划; 上海高校青年教师培养资助计划 (ZZszy13057); 上海中医药大学预算内项目 (2013JW11)

作者简介: 张刘强 (1982—), 男, 助教, 研究方向为中药活性成分研究。Tel: (021)51322207 E-mail: 04100217@163.com

*通信作者 李医明 (1966—), 男, 教授, 博士生导师。Tel: (021)51322191 E-mail: ymlius@163.com

醇 (cervisterol, 6)、菠菜甾醇 (spinasterol, 8)、 β -谷甾醇 (β -sitosterol, 9); 2 个五环三萜化合物: 齐墩果酸 (oleanolic acid, 1)、3-*O*-乙酰齐墩果酸 (3-*O*-acetyloleanolic acid, 2); 3 个苯丙素类化合物: 肉桂酸 (cinnamic acid, 7)、杜仲树脂酚 (medioresinol, 14)、丁香脂素 (syringaresinol, 15); 2 个黄酮类化合物: 芹菜素 (apigenin, 12)、金圣草黄素 (chrysoeriol, 13); 2 个脂肪烃的化合物: 2-三十三烷酮 (2-tritriacontanone, 10)、2-(4-hydroxyphen-yl)-ethyl 1-dodecyloctadecanoate (11)、1 个苯醌类化合物: 2, 6-二甲氧基苯醌 (2, 6-dimethoxybenzoquinone, 5)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 其中化合物 2~6、10~15 为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

EI-MS 由 Finnigan MAT—95 型质谱仪测定 (德国 Finnigan 公司); ESI-MS 由 Thermo LCOFLEET 型质谱仪测定 (美国 Thermo 公司); 核磁共振谱由 Bruker AV—400 型核磁共振仪测定 (德国布鲁克公司)。美国 Agilent1200 HPLC 色谱仪, DAD 检测器 (美国安捷伦公司)。薄层色谱和柱色谱硅胶均来自青岛海洋化工产品, Sephadex LH-20 为瑞典 GE Healthcare 产品, 反相柱色谱为日本 YMC GEL ODS-A-HG (S-50) 产品, 提取分离用石油醚、醋酸乙酯、二氯甲烷、丙酮、甲醇、乙醇等试剂均来自国药集团试剂有限公司。

齿叶玄参全草药材于 2010 年 10 月采自西藏的全草, 由上海中医药大学药教研室赵志礼教授鉴定为齿叶玄参 *Scrophularia dentata* Royle ex Benth.。

2 提取与分离

齿叶玄参干燥全草 4.3 kg, 切小段, 经 95%乙醇回流提取 3 次, 每次提取 2 h, 滤过, 合并提取液, 回收溶剂, 得乙醇提取物。将乙醇提取物用水悬浮后, 依次用石油醚 (60~90 °C)、醋酸乙酯、正丁醇萃取, 回收溶剂, 得石油醚部位 80 g、醋酸乙酯部位 49 g、正丁醇部位 237 g。石油醚部位经硅胶柱色谱分离, 以石油醚-二氯甲烷 (1:0→0:1) 和二氯甲烷-甲醇 (1:0→0:1) 分别梯度洗脱, 经 TLC 检验合并相同流分。各流分再反复经硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱以及反相硅胶柱色谱等分离纯化手段, 得到化合物 1 (14.0 mg)、2 (23.0 mg)、3 和 4 (17.0 mg)、5 (3.0 mg)、6 (25.0 mg)、7 (68.0 mg)。醋酸乙酯部位经硅胶柱色谱, 用石油

醚-醋酸乙酯 (1:0→0:1) 梯度洗脱, 最后用乙醇洗脱, 经 TLC 检测合并相同流分。各流分再反复经硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱以及反相硅胶柱色谱等分离纯化手段, 得到化合物 8 (100.0 mg)、9 (30.0 mg)、10 (24.5 mg)、11 (20.2 mg)、12 (3.6 mg)、13 (3.5 mg)、14 (5.5 mg)、15 (20.4 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 白色粉末; ESI-MS m/z : 457 $[M+H]^+$, 911 $[2M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ : 0.76 (3H, s, 25- CH_3), 0.77 (3H, s, 29- CH_3), 0.90 (3H, s, 30- CH_3), 0.91 (3H, s, 24- CH_3), 0.93 (3H, s, 26- CH_3), 0.99 (3H, s, 27- CH_3), 1.13 (3H, s, 23- CH_3), 2.82 (1H, dd, $J=4.0, 13.6$ Hz, H-18), 3.22 (1H, dd, $J=4.5, 11.0$ Hz, H-3), 5.28 (1H, t, $J=3.3$ Hz, H-12)。以上数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 1 为齐墩果酸。

化合物 2: 白色粉末; ESI-MS m/z : 499 $[M+H]^+$, 995 $[2M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ : 0.75 (3H, s, 26- CH_3), 0.85 (3H, s, 23- CH_3), 0.87 (3H, s, 24- CH_3), 0.90 (3H, s, 29- CH_3), 0.93 (3H, s, 30- CH_3), 0.94 (3H, s, 25- CH_3), 1.13 (3H, s, 27- CH_3), 2.04 (3H, s, OAc), 2.82 (1H, dd, $J=4.0, 13.0$ Hz, H-18), 4.49 (1H, t, $J=8.2$ Hz, H-3), 5.27 (1H, t, $J=3.3$ Hz, H-12); ^{13}C -NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ : 38.1 (C-1), 22.9 (C-2), 80.9 (C-3), 37.7 (C-4), 55.3 (C-5), 18.2 (C-6), 33.8 (C-7), 39.3 (C-8), 47.6 (C-9), 37.0 (C-10), 23.4 (C-11), 122.6 (C-12), 143.6 (C-13), 41.6 (C-14), 32.5 (C-15), 23.5 (C-16), 46.5 (C-17), 41.0 (C-18), 45.9 (C-19), 30.7 (C-20), 32.7 (C-21), 27.7 (C-22), 28.0 (C-23), 16.7 (C-24), 15.4 (C-25), 17.2 (C-26), 25.9 (C-27), 183.3 (C-28), 33.1 (C-29), 23.6 (C-30), 21.3 (CH_3CO), 171.0 (CH_3CO)。上述波谱数据与文献报道一致^[4], 故鉴定化合物 2 为 3-*O*-乙酰齐墩果酸。

化合物 3: 白色粉末; EI-MS m/z : 412 $[M]^+$ 。 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ : 0.69 (3H, s, H-18), 0.89 (3H, d, $J=6.5$ Hz, H-21), 1.16 (3H, s, H-19), 5.70 (1H, s, H-4); ^{13}C -NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ : 35.9 (C-1), 34.1 (C-2), 199.9 (C-3), 124.0 (C-4), 172.0 (C-5), 33.2 (C-6), 32.1 (C-7), 36.3 (C-8), 54.0 (C-9), 38.8 (C-10), 21.2 (C-11), 39.7 (C-12), 42.5 (C-13), 56.1 (C-14), 24.4 (C-15), 28.4 (C-16), 56.2 (C-17), 12.4 (C-18), 17.6 (C-19), 35.8 (C-20), 18.9 (C-21), 34.2 (C-22), 26.3 (C-23), 46.0 (C-24), 29.4 (C-25), 20.0 (C-26), 19.2 (C-27), 23.3 (C-28), 12.2 (C-29)。上

述波谱数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 **3** 为 豆甾-4-烯-3-酮。

化合物 **4**: 白色粉末; EI-MS m/z : 410 $[M]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 0.71 (3H, s, H-18), 0.91 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, H-21), 1.16 (3H, s, H-19), 5.13 (1H, dd, $J = 8.5, 15.1$ Hz, H-22), 5.00 (1H, dd, $J = 8.5, 15.1$ Hz, H-23), 5.70 (1H, s, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 35.9 (C-1), 34.2 (C-2), 199.9 (C-3), 124.0 (C-4), 172.0 (C-5), 33.2 (C-6), 32.3 (C-7), 36.3 (C-8), 54.0 (C-9), 38.8 (C-10), 21.2 (C-11), 39.8 (C-12), 42.6 (C-13), 56.1 (C-14), 24.4 (C-15), 29.1 (C-16), 56.2 (C-17), 12.5 (C-18), 17.6 (C-19), 40.7 (C-20), 19.2 (C-21), 138.3 (C-22), 129.7 (C-23), 51.5 (C-24), 29.9 (C-25), 21.4 (C-26), 21.3 (C-27), 25.6 (C-28), 12.2 (C-29)。上述波谱数据与文献报道一致^[6-7], 故鉴定化合物 **4** 为 豆甾-4, 22-二烯-3-酮。

化合物 **5**: 黄色粉末; ESI-MS m/z : 169 $[M+H]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.84 (2H, s, H-3, 5), 3.81 (6H, s, 2, 6- OCH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 176.9 (C-1), 157.5 (C-2, 6), 107.6 (C-3, 5), 187.1 (C-4), 56.7 (2, 6- OCH_3)。上述波谱数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为 2, 6-二甲氧基对苯醌。

化合物 **6**: 白色粉末; EI-MS m/z : 430 $[M]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 5.76 (1H, brd, $J = 5.1$ Hz, H-7), 5.26 (1H, dd, $J = 15.3, 7.6$ Hz, H-23), 5.20 (1H, dd, $J = 15.3, 8.4$ Hz, H-22), 4.86 (1H, m, H-3), 4.35 (1H, brd, $J = 5.1$ Hz, H-6), 3.06 (1H, t, $J = 13.0$ Hz, H-4 β), 1.56 (3H, s, 19- CH_3), 1.08 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, 21- CH_3), 0.97 (3H, d, $J = 6.8$ Hz, 28- CH_3), 0.88 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, 27- CH_3), 0.87 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, 26- CH_3), 0.68 (3H, s, 18- CH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 34.2 (C-1), 33.0 (C-2), 67.9 (C-3), 42.3 (C-4), 76.5 (C-5), 74.6 (C-6), 120.8 (C-7), 141.9 (C-8), 44.1 (C-9), 38.4 (C-10), 22.8 (C-11), 40.3 (C-12), 44.1 (C-13), 55.6 (C-14), 23.8 (C-15), 28.8 (C-16), 56.5 (C-17), 12.9 (C-18), 19.2 (C-19), 41.2 (C-20), 21.8 (C-21), 136.5 (C-22), 132.5 (C-23), 43.4 (C-24), 33.7 (C-25), 20.2 (C-26), 20.5 (C-27), 18.2 (C-28)。上述波谱数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **6** 为 酵母甾醇。

化合物 **7**: 白色粉末; ESI-MS m/z : 147 $[M-H]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 7.53 (2H, m, H-2, 6), 7.38 (3H, m, H-3~5), 7.76 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7),

6.43 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8)。上述波谱数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **7** 为 肉桂酸。

化合物 **8**: 无色针状结晶 (二氯甲烷-甲醇 1 : 1); EI-MS m/z : 412 $[M]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.14 (1H, m, H-7), 5.15 (1H, dd, $J = 15.3, 8.4$ Hz, H-22/23), 5.02 (1H, dd, $J = 15.3, 8.4$ Hz, H-22/23), 3.59 (1H, m, H-3), 1.25 (3H, s, H-19), 1.02 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-21), 0.83 (3H, t, $J = 6.3$ Hz, H-29), 0.80 (6H, m, 26, H-27), 0.55 (3H, s, H-18)。上述波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **8** 为 菠菜甾醇。

化合物 **9**: 白色针晶 (二氯甲烷-甲醇 1 : 1); TLC 检测: 通过 3 种展开系统 (石油醚-醋酸乙酯 4 : 1、二氯甲烷-甲醇 30 : 1、环己烷-丙酮 4 : 1), 254 nm 无暗斑, 365 nm 无荧光, 浓硫酸-香兰素显紫红色。该化合物在上述 3 种展开系统下其 R_f 值与对照品 β -谷甾醇一致。故确定化合物 **9** 为 β -谷甾醇。

化合物 **10**: 白色粉末; EI-MS m/z : 478 $[M]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 0.88 (3H, t, $J = 6.6$ Hz, CH_3), 1.25 (58H, m, CH_2), 2.13 (3H, s, COCH_3), 2.41 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, COCH_2)。上述波谱数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为 2-三十三烷酮。

化合物 **11**: 白色无定形粉末; EI-MS m/z : 572 $[M]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 7.08 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.76 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 4.24 (2H, t, $J = 7.1$ Hz, H-8'), 2.86 (2H, t, $J = 7.1$ Hz, H-7'), 2.28 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-2), 1.56 (2H, m, H-3), 1.25 (52H, brs, H-4~29), 0.88 (3H, t, $J = 6.6$ Hz, CH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 130.3 (C-1', 2', 6'), 115.5 (C-3', 5'), 154.4 (C-4'), 34.6 (C-7'), 65.1 (C-8'), 174.1 (C-1), 34.5 (C-2), 25.2 (C-3), 32.2 (C-28), 22.9 (C-29), 14.3 (C-30)。上述波谱数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **11** 为 2-(4-hydroxyphenyl)-ethyl 1-dodecyloctadecanoate。

化合物 **12**: 浅黄色粉末; ESI-MS m/z : 271 $[M+H]^+$, 269 $[M-H]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.95 (1H, s, 5-OH), 10.84 (1H, s, 7-OH), 10.36 (1H, s, 4'-OH), 7.91 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2', 6'), 6.91 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3', 5'), 6.77 (1H, s, H-3), 6.46 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.17 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6)。上述波谱数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **12** 为 芹菜素。

化合物 **13**: 黄色粉末; ESI-MS m/z : 301 $[M+H]^+$

$\text{H}]^+$, 299 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 10.82 (1H, s, 7-OH), 9.96 (1H, s, 4'-OH), 7.57 (1H, dd, $J=2.0, 9.0$ Hz, H-6'), 7.56 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2'), 6.93 (1H, d, $J=9.0$ Hz, H-5'), 6.51 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-6), 3.89 (3H, s, 3'-OCH₃); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 163.6 (C-2), 103.2 (C-3), 181.8 (C-4), 161.4 (C-5), 98.8 (C-6), 164.1 (C-7), 94.0 (C-8), 157.3 (C-9), 103.7 (C-10), 121.5 (C-1'), 110.2 (C-2'), 148.0 (C-3'), 150.7 (C-4'), 115.8 (C-5'), 120.3 (C-6'), 56.0 (3'-OCH₃)。上述波谱数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **13** 为金圣草黄素。

化合物 **14**: 淡黄色油状物; ESI-MS m/z : 411 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 387 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 6.89 (2H, m, H-2'', 6''), 6.82 (1H, dd, $J=8.2, 1.8$ Hz, H-5''), 6.58 (2H, s, H-2', 6'), 5.61 (1H, s, 4'/4''-OH), 5.51 (1H, s, 4'/4''-OH), 4.75 (1H, d, $J=4.1$ Hz, H-2), 4.72 (1H, d, $J=4.6$ Hz, H-6), 4.26 (2H, m, H-4a, 8a), 3.90 (9H, s, 3', 5', 5''-OCH₃), 3.88 (2H, m, H-4b, 8b), 3.10 (2H, m, H-1, 5); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 147.3 (C-3', 5'), 146.9 (C-3''), 145.4 (C-4''), 134.4 (C-4'), 133.1 (C-1''), 132.3 (C-1'), 119.1 (C-6''), 114.5 (C-5''), 108.8 (C-2''), 102.9 (C-2', 6'), 86.4 (C-2), 86.0 (C-6), 72.1 (C-8), 71.8 (C-4), 56.6 (3', 5'-OCH₃), 56.2 (3''-OCH₃), 54.6 (C-1), 54.3 (C-5)。上述波谱数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **14** 为杜仲树脂酚。

化合物 **15**: 白色无定形粉末; ESI-MS m/z : 417 $[\text{M}-\text{H}]^-$, 441 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 6.57 (4H, s, H-2', 6', 2'', 6''), 5.51 (2H, s, 4', 4''-OH), 4.73 (2H, d, $J=4.4$ Hz, H-2, 6), 4.27 (2H, m, H-4a, 8a), 3.89 (12H, s, C-3', 5', 3'', 5''-OCH₃), 3.09 (2H, m, H-1, 5); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 147.3 (C-3', 5', 3'', 5''), 134.4 (C-1', 1''), 132.2 (C-4', 4''), 102.8 (C-2', 6', 2'', 6''), 86.3 (C-2, 6), 72.0 (C-4, 8), 56.6 (3', 5', 3'', 5''-OCH₃), 54.3 (C-1, 5)。上述波谱数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **15** 为丁香脂素。

参考文献

[1] 宇妥·元丹贡布著, 马世林, 罗达尚, 毛继祖等译注. 四部医典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.

- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草·藏药卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002.
- [3] 郭夫江, 林 绥, 李援朝. 鹅掌藤中三萜类化合物的分离与鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2005, 15(5): 294-296.
- [4] 崔保松, 李 帅. 青钱柳叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(11): 2132-2136.
- [5] Seca A M L, Silva A M S, Silvestre A J D, *et al.* Chemical composition of the light petroleum extract of *Hibiscus cannabinus* bark and core [J]. *Phytochem Anal*, 2000, 11(6): 345-350.
- [6] Gavagnin M, Ungur N, Mollo E, *et al.* Structure and synthesis of a progesterone homologue from the skin of the dorid nudibranch *Aldisa smaragdina* [J]. *Eur J Org Chem*, 2002, 9: 1500-1504.
- [7] Shu Y, Jones S R, Kinney W A, *et al.* The synthesis of spermine analogs of the shark aminosterol squalamine [J]. *Steroids*, 2002, 67: 291-304.
- [8] Li J J, Yang J, Lu F, *et al.* Chemical constituents from the stems of *Celastrus orbiculatus* [J]. *Chin J Nat Med*, 2012, 10(4): 279-283.
- [9] 王 飞, 张 凌, 董泽军, 等. 绿盖粉孢牛肝菌中一个新的甾体糖苷 [J]. 云南植物研究, 2006, 28(3): 315-318.
- [10] DellaGreca M, Previtera L, Purcaro R, *et al.* Phytotoxic aromatic constituents of *Oxalis pes-caprae* [J]. *Chem Biodivers*, 2009, 6(4): 459-465.
- [11] Villaseñor I M, Domingo A P. Anticarcinogenicity potential of spinasterol isolated from squash flowers [J]. *Teratog Carcinog Mutagen*, 2000, 20(3): 99-105.
- [12] 丁智慧, 和韵苹, 丁靖坤. 小果香草的化学成分 [J]. 云南植物研究, 1993, 15(2): 201-204.
- [13] Ali R M, Houghton P J. A new phenolic fatty acid ester with lipooxygenase inhibitory activity from *Jacaranda filicifolia* [J]. *Planta Med*, 1999, 65(6): 455-457.
- [14] Imbenzi P S, He Y Z, Yan Z X, *et al.* Chemical constituents in extracts from leaves of *Lantana trifolia* and their *in vitro* anti-oxidative activity [J]. *Chin Herb Med*, 2014, 6(3): 242-246.
- [15] Park Y, Moon B H, Yang H J, *et al.* Complete assignments of NMR data of 13 hydroxymethoxy flavones [J]. *Magn Reson Chem*, 2007, 45(12): 1072-1075.
- [16] Nakasone Y, Takara K, Wada K J, *et al.* Antioxidative compounds isolated from Kokuto, non-centrifugal cane sugar [J]. *Biosci Biotech Biochem*, 1996, 60(10): 1714-1716.