

- 中药材, 2016, 39(1): 86-89.
- [10] 郑黎花, 郝小江, 苑春茂, 等. 羊耳菊化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(4): 672-678.
- [11] Lu W, Aachi I, Kano K, et al. Platelet aggregation potentiators from cho-rei [J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(11): 5083-5087.
- [12] 刘布鸣, 董晓敏, 黄艳, 等. 互叶白千层的化学成分研究[J]. 中草药, 2011, 42(7): 1282-1284.
- [13] Tadashi S, Ryouichi K. Optical resolution by preferential crystallization of (1*RS*, 3*RS*)-1, 2, 3, 4-tetrahydro-6, 7-dihydroxy-1-methyl-3-isoquinolinecarboxylic acid [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2005, 53(9): 1197-1199.
- [14] Laxminarain M, Hildebert W. Alkaloidal constituents of *Mucuna pruriens* seeds [J]. *Phytochemistry*, 2004, 65(18): 2565-2567.
- [15] 洪奎, 谢雪, 王雪晶, 等. 红花中含氮类化学成分研究[J]. 中草药, 2014, 45(21): 3071-3073.
- [16] 欧阳建光, 蒋林, 陈元生, 等. 猫豆各部位不同生长期左旋多巴含量的动态研究[J]. 中成药, 2008, 30(11): 1657-1661.
- [17] 黄增琼, 蒋伟哲, 黄兴振, 等. 猫豆荚的质量研究[J]. 中成药, 2010, 32(10): 1834-1836.

中华小苦苣化学成分的研究

梁爽^{1,2}, 卢森华³, 吴秀彩¹, 朱华^{1*}

(1. 广西中医药大学, 广西南宁 530022; 2. 广西民族大学, 广西南宁 530006; 3. 玉林市食品药品检验检测中心, 广西玉林 537000)

摘要: 目的 研究中华小苦苣 *Ixeridium chinense* 的化学成分。方法 中华小苦苣 95% 乙醇提取物采用硅胶、Sephadex LH-20 进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。结果 从中分离得到 13 个化合物, 分别鉴定为槲皮素 (1)、5, 7, 4'-三羟基-6, 8-二甲氧基黄酮 (2)、木犀草素 (3)、 β -谷甾醇 (4)、蒲公英萜醇 (5)、芹菜素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷 (6)、 β -胡萝卜苷 (7)、蒲公英甾醇 (8)、芹菜素 (9)、豆甾醇 (10)、蒲公英甾醇乙酸酯 (11)、木犀草苷 (12)、棕榈酸 (13)。结论 化合物 2、5、8、11~13 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 中华小苦苣; 化学成分; 分离鉴定

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2019)09-2126-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2019.09.022

Chemical constituents from *Ixeridium chinense*

LIANG Shuang^{1,2}, LU Sen-hua³, WU Xiu-cai¹, ZHU Hua^{1*}

(1. Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, NanNing 530022, China; 2. Guangxi University for Nationalities, Nanning 530006, China; 3. Yulin Institute for Food and Drug Control, Yulin 537000, China)

ABSTRACT: **AIM** To study the chemical constituents from *Ixeridium chinense* (Thunb.) Tzvel.. **METHODS** The 95% ethanol extract from *I. chinense* was isolated and purified by silica column and Sephadex LH-20, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. **RESULTS** Thirteen compounds were isolated and identified as quercetin (1), 5, 7, 4'-trihydroxy-6, 8-dimethoxyflavone (2), luteolin (3), β -sitosterol (4), taraxasterol (5), apigenin-7-*O*- β -D-glucopyranoside (6), β -daucosterol

收稿日期: 2018-09-14

基金项目: 广西重点学科(壮药学)项目(桂科教研[2013]16); 广西壮瑶药重点实验室项目(桂科基字[2014]32); 壮瑶药协同创新中心项目(桂科教研[2013]20); “中药创新理论与药效研究”八桂学者项目(桂科政字[2013]25); 广西壮族自治区中医药管理局瑶药质量标准项目(2018)

作者简介: 梁爽(1986—), 女, 博士生, 助理研究员, 从事中药、民族药活性成分研究。Tel: 18169648727, E-mail: 1160666186@qq.com

* **通信作者:** 朱华(1957—), 男(壮族), 博士, 教授, 博士生导师, 从事中药品种、质量及资源开发研究。Tel: 18977165885, E-mail: zhuhuagx@163.com

(7), pseudotaraxasterol (8), apigenin (9), stigmaterol (10), taraxasteryl acetate (11), luteoloside (12), palmitic acid (13). **CONCLUSION** Compounds 2, 5, 8, 11-13 are isolated from this plant for the first time. **KEY WORDS:** *Ixeridium chinese* (Thunb.) Tzvel.; chemical constituents; isolation and identification

中华小苦荬为菊科小苦荬属中华小苦荬 *Ixeridium chinese* (Thunb.) Tzvel. 的全草。具有清热解毒、凉血消肿等功效, 用于治疗肺癆、乳癆、痢疾肠炎及无名肿痛等多种疾病^[1], 是1种重要的民间药物, 现代药理学研究表明中华小苦荬具有抗炎保肝、抗氧化、抗菌等生物活性^[2], 植物化学研究显示其主要含有二萜、黄酮、木脂素、鞣质和有机酸类^[3-12]。为进一步研究其化学成分, 寻找新的具有较好活性的抗炎、抗氧化、抗肿瘤先导化合物以及为定量测定研究提供物质基础, 本实验对中华小苦荬的化学成分进行了系统研究, 从中分离13个化合物, 其中化合物2、5、8、11~13为首次从该植物中分离得到。

1 材料

Waters Autospec Premier 776 质谱仪 (瑞士 Waters 公司); Bruker Avance III 800 MHz、Drx-600 MHz、Drx-500 MHz、AV-400 MHz 核磁共振仪 (德国 Bruke 公司); TD 电子分析天平 (德国赛多利斯公司); XT4-100A 显微熔点测定仪 (北京科仪电光仪器厂); Agilent 1100 高效液相色谱仪 (美国 Agilent 公司)。葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20 (美国 GE 公司); 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄、柱层析硅胶 (青岛海洋化工厂)。试剂 (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 豆甾醇对照品 (批号 83-48-7)、 β -谷甾醇 (批号 83-46-5)、 β -胡萝卜素 (批号 474-58-8) 均购自上海广锐生物科技有限公司。

中华小苦荬购自广西玉林药材市场, 经广西中医药大学韦松基教授鉴定为菊科植物中华小苦荬 *Ixeridium chinese* (Thunb.) Tzvel. 的干燥全草, 标本 (SKM20161009) 存于广西中医药大学壮瑶药协同创新中心。

2 提取与分离

中华小苦荬药材粗粉 13.8 kg, 加 10 倍量 95% 乙醇渗漉提取 3 周, 合并提取液, 减压回收溶剂得醇提物, 依次用石油醚、乙酸乙酯、氯仿萃取, 得相应部位浸膏分别为 105.7、102.3、78.5 g。氯仿部位 70 g 经硅胶柱分离, 以氯仿-丙酮梯度洗脱 (100 : 0、80 : 1、60 : 1、50 : 1、30 : 1、15 : 1、10 : 1、8 : 1、5 : 1、1 : 1、0 : 1), 得 15 个组分 A~O。组分 B 经硅胶柱, 氯仿-丙酮梯度洗脱,

Sephadex LH-20 柱色谱纯化, 重结晶, 得化合物 1 (17 mg)、3 (14.4 mg)、4 (9.2 mg)、5 (16.3 mg)。组分 G 经硅胶柱, 氯仿-丙酮梯度洗脱, Sephadex LH-20 柱色谱纯化, 甲醇重结晶得化合物 7 (6.7 mg)、9 (7.1 mg)。组分 H 经硅胶柱, 氯仿-丙酮洗脱, Sephadex LH-20 柱色谱纯化, 甲醇反复重结晶得化合物 10 (16.6 mg)、11 (9.6 mg)。乙酸乙酯部位 100 g 经硅胶柱分离, 氯仿-甲醇梯度洗脱 (100 : 0、80 : 1、60 : 1、50 : 1、30 : 1、15 : 1、10 : 1、8 : 1、5 : 1、1 : 1、0 : 1), 得 8 个组分 A~H。组分 C 经硅胶柱, 甲醇-水梯度洗脱, 得化合物 2 (6.5 mg)、8 (10.3 mg)、13 (12.9 mg)。组分 G 经硅胶柱, 甲醇-水梯度洗脱, 得化合物 6 (9.7 mg)、12 (11.8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 黄色针状结晶 (甲醇), ESI-MS m/z : 303.26 $[M+H]^+$, mp 315~316 °C。与三氯化铝反应生成黄色产物, 紫外光下观察为黄绿色荧光, 推测所得的物质为黄酮类。¹H-NMR (DMSO- d_6 , 400 MHz) δ : 12.48 (1H, s, 5-OH), 7.66 (1H, d, $J = 11.8$ Hz, H-2'), 7.53 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-6'), 6.88 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-5'), 6.41 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 6.17 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 谱中 δ : 8.08 (1H, s), 8.44 (1H, s), 8.67 (1H, s), 9.91 (1H, s), 12.18 (1H, s) 分别为 3'-OH、3-OH、4'-OH、7-OH、5-OH 的信号;¹³C-NMR (100 Hz, DMSO- d_6) δ : 145.5 (C-2), 136.1 (C-3), 176.2 (C-4), 158.2 (C-5), 98.5 (C-6), 164.3 (C-7), 93.6 (C-8), 159.8 (C-9) 103.4 (C-10) 122.3 (C-1'), 115.7 (C-2'), 146.9 (C-3'), 148.1 (C-4'), 115.3 (C-5'), 120.4 (C-6')。以上数据与文献 [13] 基本一致, 故鉴定为槲皮素。

化合物 2: 黄色针晶 (丙酮), mp 262~264 °C, 盐酸-镁粉反应呈阳性。ESI-MS m/z : 331.42 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (DMSO- d_6 , 500 MHz) δ : 12.79 (1H, s) 归属于 5 位上羟基信号; 10.41 (2 H, brs, 7, 4'-OH); 7.88 (2H, d, $J = 8.9$ Hz), 6.83 (2H, d, $J = 8.9$ Hz) 2 个双重峰分别归属 2'、6' 和 3'、5' 的质子信号; 6.76 (1H, s) 为 3

位质子信号; 3.82 (3H, s, -OCH₃), 3.76 (3H, s, -OCH₃) 为 2 个-OCH₃ 的质子信号;¹³C-NMR (DMSO-*d*₆, 125 MHz) δ: 163.2 (C-2), 109.4 (C-3), 182.7 (C-4), 156.2 (C-5), 96.5 (C-6), 159.0 (C-7), 128.9 (C-8), 149.6 (C-9), 104.4 (C-10), 125.9 (C-1'), 146.8 (C-2'), 116.9 (C-3'), 124.5 (C-4'), 122.9 (C-5'), 61.8 (6-OCH₃), 57.0 (8-OCH₃)。以上数据与文献 [14] 基本一致, 故鉴定为 5, 7, 4'-三羟基-6, 8-二甲氧基黄酮。

化合物 3: 淡黄色粉末, mp 328~329 °C。盐酸-镁粉反应阳性, Molish 反应阴性, ESI-MS *m/z*: 287.36 [M+H]⁺。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 500 MHz) δ: 6.58 (1H, s, 3-H), 12.94 (1H, s, 5-OH), 6.10 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.36 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-8), 可以肯定 H 中有 2 个为邻位, 而 δ 6.10 和 δ 6.36 可知为 6 位和 8 位的; 6.85 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-5'), 7.36 (1H, dd, *J*=8.9, 2.2 Hz, H-6'), 7.38 (1H, d, *J*=2.2 Hz, H-2') 表示 B 环为 ABX 自旋系统, 存在 3', 4'-二羟基;¹³C-NMR (DMSO-*d*₆) δ: 164.1 (C-2), 102.8 (C-3), 181.7 (C-4), 116.9 (C-5), 99.9 (C-6), 167.0 (C-7), 94.7 (C-8), 157.9 (C-9), 103.2 (C-10), 121.2 (C-1'), 113.2 (C-2'), 146.2 (C-3'), 151.3 (C-4'), 116.4 (C-5'), 119.4 (C-6')。以上数据与文献 [15] 基本一致, 故鉴定为木犀草素。

化合物 4: 白色粉末 (氯仿), Liebermann-Burchard 反应阳性, Molish 反应呈阴性。与 β-谷甾醇对照品薄层色谱鉴定, 用 3 种不同极性的溶剂系统展开, 结果二者 R_f 值及显色行为一致^[16], 并且与对照品混合后熔点不降低, 故鉴定为 β-谷甾醇。

化合物 5: 无色针晶 (石油醚-氯仿-甲醇), mp 224~225 °C。EI-MS *m/z*: 426.35 [M]⁺, 408 [M-H₂O]⁺。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ: 5.59 (1H, dd, *J*=8.0, 3.0 Hz, H-15), 3.28 (1H, dd, *J*=11.0, 4.0 Hz, H-3), 2.09 (1H, dt, *J*=13.0, 3.5 Hz, H-16b), 1.95 (1H, dd, *J*=15.0, 3.0 Hz, H-16a), 其中 1.11 (3H, s, H-26), 0.99 (3H, s, H-23), 0.97 (3H, s, H-28), 0.93 (3H, s, H-25), 0.92 (3H, s, H-27), 0.91 (3H, s, H-30), 0.95 (3H, s, H-28), 0.85 (3H, s, H-24) 为 8 个 CH₃ 中 H 的信号, 且结构中有 1 个羟基和 1 个双键;¹³C-NMR

(100 MHz, CDCl₃) δ: 38.2 (C-1), 28.3 (C-2), 80.1 (C-3), 37.9 (C-4), 55.8 (C-5), 18.5 (C-6), 41.1 (C-7), 40.0 (C-8), 48.7 (C-9), 38.2 (C-10), 17.7 (C-11), 32.9 (C-12), 35.4 (C-13), 157.8 (C-14), 117.4 (C-15), 37.2 (C-16), 35.5 (C-17), 48.1 (C-18), 36.6 (C-19), 29.1 (C-20), 33.5 (C-21), 35.3 (C-22), 28.3 (C-23), 15.6 (C-24), 15.5 (C-25), 26.2 (C-26), 21.6 (C-27), 30.2 (C-28), 33.5 (C-29), 30.2 (C-30)。以上数据与文献 [16] 基本一致, 故鉴定为蒲公英萜醇。

化合物 6: 黄色粉末 (甲醇)。盐酸-镁粉反应为阳性, Molish 反应为阳性, 提示该化合物为黄酮苷类, EI-MS *m/z*: 432.38 [M]⁺。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 500 MHz) δ: 6.81 (1H, s, H-3), 6.43 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-6), 6.84 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-8); 7.92 (2H, d, *J*=8.0 Hz), 6.91 (2H, d, *J*=8.7 Hz) 2 个双重峰分别归属为 2', 6' 和 3', 5' 位的质子信号; 12.5 (1H, s, 5-OH), 10.42 (1H, s, 4'-OH), 5.08 (1H, d, *J*=6.1 Hz, Glc-H-1''), 3.75~3.31 (6H, m, 糖基质子);¹³C-NMR (DMSO-*d*₆, 100 MHz) δ: 161.2 (C-2), 102.8 (C-3), 181.9 (C-4), 163.3 (C-5), 100.2 (C-6), 159.5 (C-7), 91.9 (C-8), 160.8 (C-9), 105.1 (C-10), 121.4 (C-1'), 129.3 (C-2'), 115.8 (C-3'), 156.9 (C-4'), 117.1 (C-5'), 129.1 (C-6')。糖区碳信号 δ: 99.8 (C-1''), 72.9 (C-2''), 77.1 (C-3''), 69.4 (C-4''), 76.7 (C-5''), 61.2 (C-6'') 提示该糖是葡萄糖, 以上数据与文献 [17] 基本一致, 故鉴定为芹菜素-7-*O*-β-*D*-葡萄糖苷。

化合物 7: 白色粉末, mp 290~292 °C。Liebermann-Burchard 反应阳性, Molish 反应呈阳性, 经酸水解, 用 PC 检出含有葡萄糖, 表明该化合物为甾体苷类。硅胶薄层色谱检识, 3 种不同极性的溶剂系统展开, 结果二者 R_f 值及显色行为一致^[18], 并且与对照品混合后熔点不降低, 故鉴定为 β-胡萝卜苷。

化合物 8: 无色粉末, 硫酸香草醛显红色, mp 190~193 °C, ESI-MS *m/z*: 426.32 [M]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃) δ: 4.69 (1H, brs, H-30a), 4.56 (1H, brs, H-30b) 显示 1 个双键质子信号, 表明该化合物具有不饱和基团。3.18 (1H, dd, *J*=11 Hz, 5.4 Hz, H-3), 其中 1.68

(3H, s, H-30), 1.01 (3H, s, H-26), 0.95 (3H, s, H-27), 0.91 (3H, s, H-23), 0.88 (3H, s, H-25), 0.78 (3H, s, H-28), 0.76 (3H, s, H-24) 为7个角甲基信号,符合三萜类氢谱高场区的信号特征;¹³C-NMR (75 MHz, CDCl₃) δ: 37.8 (C-1), 28.5 (C-2), 76.9 (C-3), 39.2 (C-4), 55.6 (C-5), 17.8 (C-6), 35.8 (C-7), 41.2 (C-8), 51.4 (C-9), 36.7 (C-10), 21.7 (C-11), 25.6 (C-12), 38.7 (C-13), 42.5 (C-14), 28.3 (C-15), 38.2 (C-16), 35.6 (C-17), 47.8 (C-18), 39.7 (C-19), 154.2 (C-20), 26.5 (C-21), 41.8 (C-22), 28.2 (C-23), 15.8 (C-24), 16.6 (C-25), 16.9 (C-26), 16.2 (C-27), 21.2 (C-28), 109.4 (C-29), 26.8 (C-30)。以上数据与文献 [19] 基本一致,故鉴定为蒲公英甾醇。

化合物 9: 浅黄色粉末 (丙酮), 盐酸-镁粉反应呈阳性, ESI-MS m/z : 270.24 [M]⁺。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ: 12.99 (1H, s, 5-OH), 10.81 (1H, brs, 7-OH), 10.46 (1H, brs, 4'-OH), 7.93 (2H, d, $J=8.7$ Hz), 6.95 (2H, d, $J=8.7$ Hz) 分别为 2'、6'和 3'、5'位的质子信号; 6.8 (1H, s, H-3), 6.51 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 可以看出 B 环上单羟基取代;¹³C-NMR (DMSO-*d*₆, 100 MHz) δ: 165.4 (C-2), 104.9 (C-3), 182.9 (C-4), 162.6 (C-5), 99.87 (C-6), 164.10 (C-7), 96.1 (C-8), 157.8 (C-9), 104.8 (C-10), 121.76 (C-1'), 128.4 (C-2', 6'), 117.9 (C-3', 5'), 163.5 (C-4')。以上数据与文献 [18] 基本一致,故鉴定为芹菜素。

化合物 10: 无色针状结晶, 熔点 145~146 °C。醋酐-浓硫酸反应阳性, 香草醛-浓硫酸反应显色为紫红色, 提示该化合物可能为甾体。与豆甾醇对照品共薄层色谱鉴定, 用 3 种不同极性的溶剂系统展开, 结果二者 R_f 值及显色行为一致^[20], 并且与对照品混合后熔点不降低, 故鉴定为豆甾醇。

化合物 11: 无色粉末, mp 213~215 °C, 硫酸香草醛显红色; ESI-MS m/z : 468.35 [M]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃) δ: 4.69 (1H, brs, H-29a), 4.52 (1H, brs, H-29b), 4.45 (1H, dd, $J=5.5$ Hz, 11 Hz, H-3), 2.12 (3H, s, -CH₃CO), 其中 1.11 (3H, s, H-30), 1.05 (3H, s, H-26), 0.94 (3H, s, H-27), 0.86 (3H, s,

H-23), 0.83 (3H, s, H-25), 0.82 (3H, s, H-28), 0.81 (3H, s, H-24) 为 7 个角甲基信号; δ 2.12 为乙酰基上的甲基氢信号;¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 39.3 (C-1), 27.9 (C-2), 80.1 (C-3), 37.5 (C-4), 54.6 (C-5), 19.1 (C-6), 33.2 (C-7), 40.9 (C-8), 50.1 (C-9), 38.2 (C-10), 21.6 (C-11), 24.8 (C-12), 39.1 (C-13), 41.1 (C-14), 27.3 (C-15), 38.7 (C-16), 37.1 (C-17), 50.2 (C-18), 40.1 (C-19), 152.3 (C-20), 25.8 (C-21), 38.3 (C-22), 28.2 (C-23), 17.3 (C-24), 16.1 (C-25), 16.4 (C-26), 14.9 (C-27), 20.1 (C-28), 107.7 (C-29), 25.1 (C-30), 171.2 (COCH₃), 21.4 (COCH₃)。以上数据与文献 [21] 基本一致, 故鉴定为蒲公英甾醇乙酸酯。

化合物 12: 黄绿色粉末 (甲醇), mp 236~238 °C, ESI-MS m/z : 448.38 [M]⁺, 分子式 C₁₂H₂₀O₁₁, 盐酸-镁粉反应显红色提示为黄酮类。锆盐-枸橼酸反应, 加酸后黄色减退, 提示结构中有 5-OH 但无 3-OH。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.88 (1H, s, 5-OH), 7.39 (1H, dd, $J=8.4$, 2.2 Hz), 7.42 (2H, d, $J=2.2$ Hz), 7.10 (1H, d, $J=8.4$ Hz) 分别分 6'、2'、5'位的质子信号, 6.82 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 6.75 (1H, s, H-3), 6.51 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-6), 5.09 (1H, d, $J=7.5$ Hz, Glc-H-1'');¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 164.6 (C-2), 103.9 (C-3), 179.8 (C-4), 157.1 (C-5), 100.3 (C-6), 163.5 (C-7), 96.7 (C-8), 161.2 (C-9), 105.3 (C-10), 120.4 (C-1'), 113.5 (C-2'), 149.7 (C-3'), 146.5 (C-4'), 116.8 (C-5'), 121.2 (C-6'), 99.8 (Glc-C-1''), 73.1 (Glc-C-2''), 76.3 (Glc-C-3''), 70.2 (Glc-C-4''), 77.1 (Glc-C-5''), 61.6 (Glc-C-6'')。以上数据与文献 [22] 基本一致, 故鉴定为木犀草苷。

化合物 13: 白色针晶 (石油醚-丙酮)。ESI-MS m/z : 279 [M+Na]⁺, 相对分子质量 256。¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃) δ: 2.37 (2H, t, $J=7.7$ Hz, H-2), 1.63 (2H, m, H-3) 推测为-CH₂CH₂COO-结构片段; 1.18~1.29 (24H, m, H-4~H-15), 提示为 12 个-CH₂-信号; 0.94 (3H, t, $J=6.4$ Hz, H-16) 为 1 个甲基信号;¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃) δ: 180.2 (C-1), 33.2 (C-2), 31.4 (C-3), 29.2~30.1 (C-4~C-13), 32.4

(C-14), 22.5 (C-15), 14.3 (C-16), 13.8 (C-18)。以上数据与文献 [22] 基本一致, 故鉴定为棕榈酸。

参考文献:

[1] 霍碧珊, 秦民坚. 苦苣菜属植物化学成分与药理作用[J]. 国外医药 (植物药分册), 2008, 23(5): 203-208.

[2] 江苏新医学院. 中药大辞典 (上册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986: 1286.

[3] 贺礼东, 邓启刚, 张树军, 等. 中华苦苣菜根部化学成分研究 [C] //第六届中国药学会学术年会论文集. 北京: 中国药学会, 2006: 2195-2197.

[4] 王金兰, 吕丹, 梁晓艳, 等. 白花中华苦苣菜化学成分研究[J]. 中药材, 2011, 34(11): 1706-1708.

[5] Chen C M, Lee S W, Chen Z T. A new sesquiterpene lactone glucoside of *Ixeris chinensis* [J]. *Heterocycles*, 1994, 38(8): 1933.

[6] Zhang S J, Wang J L, Xue H Y, et al. Three new guaianolides from *siyekucai* (*Ixeris chinensis*) [J]. *J Nat Prod*, 2002, 65(12): 1927-1929.

[7] Khalil A T, Shen Y C, Guh J H, et al. Two new sesquiterpene lactones from *Ixeris chinensis*. [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2005, 53(1): 15-17.

[8] 张树军, 梁晓艳, 杨雪梅, 等. 黄花中华苦苣菜化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2012, 47(1): 26-29.

[9] Kenji S, Hideki S, Nobuyuki K, et al. Composite constituents: thirty-nine triterpenoids including two novel compounds from *Ixeris chinensis*. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1996, 44(3): 509-514.

[10] Zhang S J, Wang J L, Deng Q G, et al. New triterpenes from *siyekucai* (*Ixeris chinensis*) [J]. *Chin Chem Lett*, 2006, 17(2): 195-197.

[11] Shiojima K, Suzuki H, Kodera N, et al. Composite constituent: novel triterpenoid, 17-epilupenyl acetate, from aerial parts of *Ixeris chinensis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(10): 2193-2195.

[12] 周宏雷, 袁久荣. 中华苦苣菜化学成分的研究[J]. 中草药, 1996, 27(5): 267-268.

[13] 陶鑫, 潘多, 许榭, 等. 酸模叶蓼化学成分的研究[J]. 中成药, 2018, 40(4): 866-870.

[14] 周法兴, 傅林莉, 姜平川, 等. 吊石苣苔属植物化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 1992, 17(7): 418-420.

[15] 黄慧彬, 江林, 刘杰, 等. 活血丹的化学成分研究[J]. 中药材, 2017, 40(4): 844-847.

[16] 舒佳为, 石宽, 杨光忠. 飞扬草化学成分的研究[J]. 华中师范大学学报 (自然科学版), 2018, 52(1): 48-52.

[17] 吴七十三, 王青虎, 那音台. 蒙药光叶山苦苣化学成分研究[J]. 中药材, 2012, 35(12): 1945-1949.

[18] 林婧, 纪明妹, 黄泽豪, 等. 三叶青的化学成分及其体外抗肿瘤活性研究[J]. 中国药学杂志, 2015, 50(8): 658-663.

[19] 杨锦强, 杨念云, 吴啟南. 佩兰的化学成分[J]. 中国药业, 2017, 26(21): 4-6.

[20] 聂映, 姚卫峰. 女贞子的化学成分研究[J]. 南京中医药大学学报, 2014, 30(5): 475-477.

[21] 栗娜, 张文治, 等. 苍耳化学成分研究[J]. 齐齐哈尔大学学报 (自然科学版), 2016, 32(4): 51-53.

[22] 李慧, 杨宝, 黄芬, 等. 半边旗化学成分研究[J]. 中草药, 2018, 49(1): 95-99.