

蛇含委陵菜化学成分研究

李胜华, 伍贤进*, 牛友芽, 曾军英

怀化学院 生命科学系, 民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室, 湖南 怀化 418008

摘要: 目的 研究蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana* 的化学成分。方法 经薄层色谱、硅胶柱色谱、凝胶柱色谱和制备高效液相色谱进行分离纯化, 通过理化数据测定、 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 等谱学技术进行结构鉴定。结果 从蛇含委陵菜活性有效部位中分离出 14 个化合物, 分别鉴定为 β -谷甾醇 (1)、胡萝卜苷 (2)、齐墩果酸 (3)、熊果醇 (4)、 $3\alpha, 19, 24$ -三羟基-12-烯-28-乌苏酸 (5)、委陵菜酸 (6)、 2α -羟基乌苏酸 (7)、 $2\alpha, 3\alpha, 19\alpha$ -三羟基-12-烯-28-乌苏酸 (8)、槲皮素-3- O - α -L-鼠李糖苷 (9)、槲皮素-3- O - β -D-葡萄糖苷 (10)、山柰酚-3- O - β -D-鼠李糖苷 (11)、 $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-齐墩果酸 (12)、 $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-乌苏酸 (13)、熊果酸 (14)。结论 化合物 4、12、13 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 蛇含委陵菜; 熊果醇; $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-齐墩果酸; $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-乌苏酸; 委陵菜酸
中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)11-2200-04

Chemical constituents in *Potentilla kleiniana*

LI Sheng-hua, WU Xian-jin, NIU You-ya, ZENG Jun-ying

Key Laboratory of Hunan Province for Study and Utilization of Ethnic Medicinal Plant Resources, Department of Life Sciences, Huaihua University, Huaihua 418008, China

Key words: *Potentilla kleiniana* Wight et Arn.; uvaol; $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -tetrahydroxy-12-ene-28-oleanolic acid; $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -tetrahydroxy-12-ene-28-ursolic acid; tormentic acid

蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana* Wight et Arn. 是蔷薇科委陵菜属植物, 别名蛇含、蛇衔、五匹风、五爪风、五叶蛇莓。多年生草本, 多生于田边、山坡草地及潮湿处^[1]。常以全草入药, 具有清热解毒之功效。用于治疗疟疾、咳嗽、喉痛、丹毒、癰疮、蛇虫咬伤^[2]。本实验以蛇含委陵菜全草 75%乙醇提取物为原料, 通过柱色谱等手段, 对其化学成分进行初步研究, 分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为 β -谷甾醇 (β -sitosterol, 1)、胡萝卜苷 (daucosterol, 2)、齐墩果酸 (oleanolic acid, 3)、熊果醇 (uvaol, 4)、 $3\alpha, 19, 24$ -三羟基-12-烯-28-乌苏酸 ($3\alpha, 19, 24$ -trihydroxy-12-ene-28-ursolic acid, 5)、委陵菜酸 (tormentic acid, 6)、 2α -羟基乌苏酸 (2α -hydroxy ursolic acid, 7)、 $2\alpha, 3\alpha, 19\alpha$ -三羟基-12-烯-28-乌苏酸 ($2\alpha, 3\alpha, 19\alpha$ -trihydroxy-12-ene-28-ursolic acid, 8)、槲皮素-3- O - α -L-鼠李糖苷 (quercetin-3- O - α -L-rhamnoside, 9)、槲皮素-3- O - β -D-葡萄糖苷

(quercetin-3- O - β -D-glucoside, 10)、山柰酚-3- O - β -D-鼠李糖苷 (kaempferol-3- O - β -D-rhamnoside, 11)、 $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-齐墩果酸 ($2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -tetrahydroxy-12-ene-28-oleanolic acid, 12)、 $2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -四羟基-12-烯-28-乌苏酸 ($2\alpha, 3\beta, 19\alpha, 23$ -tetrahydroxy-12-ene-28-ursolic acid, 13)、熊果酸 (ursolic acid, 14)。其中, 化合物 4、12、13 为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

柱色谱硅胶和薄层色谱硅胶 (青岛海洋化工厂); 超声波循环提取仪 (北京恒祥隆有限公司); Sephadex LH-20 (美国 Amersham Pharmacia Biotech 公司); XRC—1 型显微熔点仪, 核磁共振波谱仪 (Varian Inova 500 MHz); 质谱用 VG Auto Spec—3000 质谱仪测定。

蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana* Wight et Arn. 采集于湖南通道县, 经怀化学院生命科学系伍贤进教授

收稿日期: 2011-02-23

基金项目: 湖南省科技创新平台项目 (09K105); 湖南省科技计划重点项目 (2009FJ2008); 湖南省教育厅一般项目 (09C754); 民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室开放基金项目 (HHUW2009-68)

作者简介: 李胜华 (1978—), 男, 硕士, 主要从事生物活性成分的检测与分离。Tel: (0745)2851037 E-mail: Lishenghua110@126.com

*通讯作者 伍贤进 Tel: (0745)2851037 E-mail: hhuxianjin@163.com

鉴定为正品。

2 提取与分离

干燥蛇含委陵菜全草 5.0 kg, 用 75%乙醇浸泡 24 h, 利用超声波循环提取仪循环提取 45 min, 将提取液滤过浓缩至干, 用 70 °C 热水溶解滤过后, 分别用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇依次萃取, 浓缩回收溶剂。得水溶性部分 435.5 g、石油醚部分 56.4 g、醋酸乙酯部分 323.2 g、正丁醇部分 123.5 g。石油醚部分经反复硅胶柱色谱(石油醚-醋酸乙酯)和薄层色谱检测得化合物 **1** (12 mg)、**2** (23.7 mg); 醋酸乙酯部分经反复硅胶柱色谱(氯仿-甲醇)和薄层色谱得到化合物 **3** (52.3 mg)、**4** (63.4 mg)、**5** (98.6 mg)、**6** (53.6 mg)、**7** (56.8 mg)、**8** (38.4 mg); 醋酸乙酯 Fr. 15~36 流份经凝胶柱色谱(甲醇-水)得化合物 **9** (23.5 mg)、**10** (18.6 mg); 正丁醇部分经反复硅胶柱色谱及薄层色谱得化合物 **11** (36.2 mg)、**12** (18.9 mg)、**13** (12.1 mg); 正丁醇 Fr. 45~52 流份再经制备高效液相色谱, 甲醇-水梯度洗脱, 得化合物 **14** (5.6 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色针晶(二氯甲烷-甲醇), mp 138~140 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 推测为甾体类物质, TLC 检测, 与 β -谷甾醇对照品有相同的 R_f 值, 且混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **1** 为 β -谷甾醇。

化合物 **2**: 白色无定形粉末(甲醇), 经 TLC 与胡萝卜苷对照品对照, 其 R_f 值完全一致, 混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **2** 为胡萝卜苷。

化合物 **3**: 白色针晶, mp 305~306 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性; 与齐墩果酸对照品混合熔点不下降; 且 IR 数据、TLC 的 R_f 值均一致^[3], 因此鉴定化合物 **3** 为齐墩果酸。

化合物 **4**: 白色晶体(丙酮), mp 229.5~231.8 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, ¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃) δ : 5.14 (1H, t, J = 3.6 Hz, H-12), 3.20 (1H, dd, J = 12.0, 5.0 Hz, H-3), 3.53 (q, J = 9.3 Hz, CH₂OH), 1.26 (3H, s, 29-CH₃), 1.10 (3H, s, 27-CH₃), 1.02 (3H, s, 23 β -CH₃), 1.01 (3H, s, 24 α -CH₃), 1.00 (3H, s, 30-CH₃), 0.95 (3H, s, 26-CH₃), 0.93 (3H, s, 25-CH₃); ¹³C-NMR (75 MHz, CDCl₃) δ : 38.88 (C-1), 27.2 (C-2), 79.04 (C-3), 38.64 (C-4), 55.26 (C-5), 18.38 (C-6), 32.8 (C-7), 39.45 (C-8), 47.79 (C-9), 46.54 (C-10), 23.39 (C-11), 125.10 (C-12), 138.80

(C-13), 42.12 (C-14), 26.08 (C-15), 23.43 (C-16), 36.95 (C-17), 54.11 (C-18), 39.42 (C-19), 39.47 (C-20), 35.21 (C-21), 30.67 (C-22), 28.13 (C-23), 15.61 (C-24), 15.70 (C-25), 16.82 (C-26), 23.42 (C-27), 69.93 (C-28, -CH₂OH), 17.34 (C-29), 21.29 (C-30)。以上数据与文献对照基本一致^[4], 鉴定化合物 **4** 为熊果醇。

化合物 **5**: 无色针晶, mp 272~274 °C (氯仿), 分子式 C₃₀H₄₈O₅。 ¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) 中, 有一个烯质子 δ 5.61 (1H, s, H-12), 5 个甲基单峰 δ 1.65, 1.62, 1.42, 1.12, 0.99; 1 个甲基双峰 δ 1.10。与文献波谱数据比较^[5], ¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 均一致, 故鉴定化合物 **5** 为 3 α , 19, 24-三羟基-12-烯-28-乌苏酸。

化合物 **6**: 白色粒状结晶(氯仿-丙酮), mp 266~268 °C, 分子式为 C₃₀H₄₈O₅。 ¹H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 11.88 (1H, s, -COOH), 5.17 (1H, s, H-12), 3.40 (1H, br s, H-2), 2.74 (1H, m, H-3), 2.36 (1H, s, H-18), 1.28 (3H, s), 1.08 (3H, s), 0.92 (3H, s), 0.90 (3H, s), 0.84 (3H, d, J = 6.6 Hz, 30-CH₃), 0.70 (3H, s), 0.69 (3H, s); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 179.3 (C-28), 138.7 (C-13), 126.8 (C-12), 82.3 (C-3), 71.6 (C-19), 67.2 (C-2), 54.9 (C-5), 53.2 (C-18), 47.0 (C-17), 46.9 (C-1), 46.7 (C-9), 41.4 (C-20), 41.2 (C-14), 39.1 (C-8), 38.9 (C-4), 37.6 (C-10), 37.3 (C-22), 32.6 (C-7), 28.9 (C-23), 28.1 (C-15), 26.4 (C-21), 25.9 (C-29), 25.2 (C-16), 24.0 (C-27), 23.2 (C-11), 18.2 (C-6), 17.2 (C-26), 16.6 (C-30), 16.5 (C-25), 16.4 (C-24)。以上数据与文献报道一致^[6], 因此鉴定化合物 **6** 为委陵菜酸。

化合物 **7**: 白色粉末(甲醇), mp 252~254 °C。 Liebermann-Burchard 反应呈阳性。 ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 5.13 (1H, br s), 4.30 (1H, br s), 2.74 (1H, d, J = 10.4 Hz); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 47.05 (C-1), 67.12 (C-2), 82.25 (C-3), 39.09 (C-4), 54.72 (C-5), 18.00 (C-6), 32.61 (C-7), 39.10 (C-8), 46.97 (C-9), 37.54 (C-10), 22.91 (C-11), 124.41 (C-12), 138.27 (C-13), 41.68 (C-14), 27.48 (C-15), 23.80 (C-16), 45.50 (C-17), 52.38 (C-18), 37.55 (C-19), 37.63 (C-20), 30.18 (C-21), 36.30 (C-22), 28.80 (C-23), 16.40 (C-24), 16.94 (C-25), 16.98 (C-26), 23.24 (C-27), 178.30 (C-28), 17.14 (C-29), 21.05 (C-30)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **7** 为 2 α -羟基乌苏酸。

化合物**8**: 白色无定形粉末。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃-CD₃OD) δ : 0.68 (3H, CH₃), 0.79 (3H, CH₃), 0.88 (3H, CH₃), 0.94 (3H, CH₃), 1.14 (3H, CH₃), 1.20 (3H, CH₃), 5.29 (1H, br s, H-12), 3.90 (1H, br s, H-2), 3.30 (1H, H-3); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃-CD₃OD) δ : 41.0 (C-1), 66.1 (C-2), 78.6 (C-3), 37.4 (C-4), 47.8 (C-5), 18.0 (C-6), 32.4 (C-7), 39.9 (C-8), 46.7 (C-9), 38.1 (C-10), 24.4 (C-11), 128.8 (C-12), 138.0 (C-13), 41.2 (C-14), 28.0 (C-15), 26.4 (C-16), 48.3 (C-17), 54.6 (C-18), 72.7 (C-19), 42.4 (C-20), 26.9 (C-21), 38.5 (C-22), 29.4 (C-23), 22.3 (C-24), 16.6 (C-25), 17.3 (C-26), 24.7 (C-27), 180.1 (C-28), 27.1 (C-29), 16.8 (C-30)。上述数据与文献报道一致^[8], 故推断化合物**8**为2 α , 3 α , 19 α -三羟基-12-烯-28-乌苏酸。

化合物**9**: 黄色针晶 (H₂O-MeOH), mp 184~187 °C。在紫外灯下显黄色荧光, 盐酸-镁粉反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, 提示该化合物为黄酮苷类化合物, 经薄层酸水解与鼠李糖对照品对照, Rf 值相同, 说明所连的糖为鼠李糖。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.66 (1H, s, 5-OH), 10.87 (1H, s, 7-OH), 9.70 (1H, s, 4'-OH), 9.34 (1H, s, 3'-OH), 7.29 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2'), 7.24 (1H, dd, *J* = 8.4, 2.1 Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 6.39 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-8), 6.20 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-6), 5.26 (1H, s, Rha-H-1''), 0.81 (3H, d, *J* = 6.0 Hz, H-6''); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 177.8 (C-4), 164.3 (C-7), 161.4 (C-5), 157.4 (C-9), 156.5 (C-2), 148.5 (C-4'), 145.3 (C-3'), 134.3 (C-3), 121.2 (C-1'), 120.8 (C-6'), 115.7 (C-5'), 115.5 (C-2'), 104.2 (C-10), 98.8 (C-6), 93.7 (C-8), 101.9 (Rha-C-1''), 71.3 (C-4''), 70.7 (C-3''), 70.4 (C-2''), 70.1 (C-5''), 17.6 (C-6''), 与文献报道基本一致^[9], 故推断化合物**9**为槲皮素-3-*O*- α -L-鼠李糖苷。

化合物**10**: 黄色粉末 (MeOH), mp 176~178 °C。在紫外灯下显黄色荧光, 盐酸-镁粉反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, 提示该化合物为黄酮苷类化合物。经高效薄层酸水解与葡萄糖对照品对照 Rf 值相同, 说明所连的糖为葡萄糖。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 600 MHz) δ : 12.60 (1H, br s, 5-OH), 7.59 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-2'), 7.55 (1H, dd, *J* = 8.4, 2.4 Hz, H-6'), 6.83 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 6.36 (1H, s, H-8), 6.14 (1H, d, *J* = 1.2 Hz, H-6), 5.43 (1H, d, *J* = 7.2 Hz, Glc H-1''); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 177.2

(C-4), 166.1 (C-7), 161.2 (C-5), 156.5 (C-9), 155.9 (C-2), 149.0 (C-4'), 145.1 (C-3'), 133.2 (C-3), 121.5 (C-6'), 121.0 (C-1'), 116.3 (C-2'), 115.4 (C-5'), 103.3 (C-10), 99.2 (C-6), 93.8 (C-8), 101.1 (Glc-C-1''), 77.6 (C-5''), 76.6 (C-3''), 74.2 (C-2''), 70.0 (C-4''), 61.0 (C-6'')。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献报道一致^[10], 故推断化合物**10**为槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖苷。

化合物**11**: 黄色针晶 (甲醇), mp 174~176 °C。在紫外灯下显黄色荧光, 盐酸-镁粉反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, 提示该化合物为黄酮苷类化合物。经薄层酸水解与葡萄糖对照品对照 Rf 值相同, 说明所连的糖为葡萄糖。¹H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.63 (1H, s, 5-OH), 10.88 (1H, s, 7-OH), 10.19 (1H, s, 4'-OH), 8.04 (2H, d, *J* = 9.0 Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, d, *J* = 9.0 Hz, H-3', 5'), 6.43 (1H, s, H-8), 6.21 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-6), 5.46 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, Glc-H-1''); ¹³C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 177.6 (C-4), 164.2 (C-7), 161.3 (C-5), 160.0 (C-4'), 156.4 (C-2), 156.3 (C-9), 133.3 (C-3), 130.9 (C-2'), 130.9 (C-6'), 120.9 (C-1'), 115.2 (C-3'), 115.2 (C-5'), 104.1 (C-10), 98.8 (C-6), 93.7 (C-8), 100.9 (Glc-C-1''), 77.6 (C-5''), 76.5 (C-3''), 74.3 (C-2''), 70.0 (C-4''), 60.9 (C-6'')。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据与文献报道一致^[11], 故推断化合物**11**为山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖苷。

化合物**12**: 白色粉末 (甲醇), mp 293~295 °C, ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 5.40 (1H, br s, H-12), 3.55 (1H, d, *J* = 6.0 Hz, H-19), 3.53 (1H, br s, H-18), 1.55 (3H, s, -CH₃), 1.21 (3H, s, -CH₃), 1.14 (6H, s, CH₃), 1.09 (3H, s, -CH₃), 0.98 (3H, s, -CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 47.4 (C-1), 68.8 (C-2), 78.2 (C-3), 43.6 (C-4), 48.5 (C-5), 19.2 (C-6), 33.7 (C-7), 40.0 (C-8), 48.0 (C-9), 38.3 (C-10), 24.1 (C-11), 123.5 (C-12), 144.9 (C-13), 42.1 (C-14), 29.1 (C-15), 28.4 (C-16), 46.0 (C-17), 44.8 (C-18), 81.2 (C-19), 35.7 (C-20), 28.8 (C-21), 32.9 (C-22), 66.5 (C-23), 14.2 (C-24), 17.6 (C-25), 17.2 (C-26), 24.7 (C-27), 180.7 (C-28), 29.9 (C-29), 24.6 (C-30)。以上光谱数据与文献报道一致^[12], 故推断化合物**12**为2 α , 3 β , 19 α , 23-四羟基-12-烯-28-齐墩果酸。

化合物**13**: 白色粉末 (甲醇), mp 283~285 °C, ¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 1.06 (3H, s, -CH₃), 1.08 (3H, s, -CH₃), 1.10 (3H, d, *J* = 4.5 Hz, -CH₃), 1.12 (3H, s, -CH₃), 1.40 (3H, s, -CH₃), 1.64 (3H, s,

-CH₃), 3.03 (1H, s, H-8), 3.71 (1H, d, $J = 10.0$ Hz, H-3), 5.57 (1H, br s, H-12); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 47.8 (C-1), 68.9 (C-2), 78.3 (C-3), 43.6 (C-4), 48.5 (C-5), 18.7 (C-6), 33.2 (C-7), 40.5 (C-8), 48.0 (C-9), 38.4 (C-10), 24.7 (C-11), 127.9 (C-12), 140.0 (C-13), 42.2 (C-14), 29.3 (C-15), 26.9 (C-16), 48.3 (C-17), 54.6 (C-18), 72.7 (C-19), 42.4 (C-20), 26.4 (C-21), 38.5 (C-22), 66.6 (C-23), 14.4 (C-24), 17.4 (C-25), 17.3 (C-26), 24.2 (C-27), 180.7 (C-28), 27.1 (C-29), 16.7 (C-30)。以上光谱数据与文献报道一致^[13], 故推断化合物 **13** 为 2 α , 3 β , 19 α , 23-四羟基-12-烯-28-乌苏酸。

化合物 **14**: 白色针晶, mp 277~278 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 溴甲酚绿反应呈阳性。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) 和 ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) 数据与文献报道一致^[14], 与熊果酸对照品共薄层, R_f 值相同, 故鉴定化合物 **14** 为熊果酸。

参考文献

- [1] 张 勇, 李 鹏, 李彩霞, 等. 委陵菜属药用植物 [J]. 中兽医医药杂志, 2005(2): 60-63.
- [2] 任燕利, 曲玮梁, 敬 钰. 委陵菜属植物研究进展 [J]. 海峡药业, 2010, 22(5): 1-6.
- [3] 齐一萍, 黎晨光, 李小梅, 等. 木棉根化学成分的研究 (III) [J]. 中草药, 2005, 36(10): 1466-1467.
- [4] 徐秀芝, 田 暄. 提宗龙胆化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2000, 25(4): 225-226.
- [5] Delle M F, Menichini F, Suarez L E C. *Petiveria alliacea*: 2 Further flavonoids and triterpenes [J]. *Gaz Chim Ital*, 1996, 126(5): 275-278.
- [6] 褚 良, 王立波, 张 哲, 等. 藏药藏麻的化学成分研究 [J]. 中国现代中药, 2008, 10(3): 10-12.
- [7] 李延芳, 李明慧. 黄花败酱的化学成分研究 [J]. 中国药科大学学报, 2002, 33(2): 101-103.
- [8] Cheng D L, Cao X P. Pomolic acid derivatives from the root of *Sanguisorba officinalis* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(4): 1317-1320.
- [9] 郭洪祝, 袁久荣. 中华补血草化学成分的研究 [J]. 中草药, 1994, 25(8): 398-400.
- [10] 刘志军, 戚 进. 头花蓼化学成分及抗氧化活性研究 [J]. 中药材, 2008, 31(7): 995-998.
- [11] 郭 澄, 韩公羽, 苏中武. 南方菟丝子化学成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 1997, 32(1): 8-10.
- [12] Ashoke K N, Gurudas P, Niranjana P S, *et al.* Triterpenoids and their glucosides from *Terminalia bellerica* [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(10): 2769-2772.
- [13] Shinji S, Isao K, Nobusuke K. Triterpenoids and glycosides from *Geum japonicum* [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(1): 115-118.
- [14] 任爱梅. 异叶青兰化学成分及抑菌活性研究 [J]. 中草药, 2011, 42(4): 664-667.