

鸭儿芹的化学成分研究

李胜华*, 牛友芽

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 研究鸭儿芹 *Cryptotaenia japonica* 全草的化学成分。方法 运用多种色谱方法进行分离纯化, 根据理化性质和波谱数据鉴定化合物的结构。结果 从鸭儿芹全草中分离出 13 个化合物, 分别鉴定为木栓酮(1)、豆甾醇-7, 22-二烯-3 β , 5 α , 6 β -三醇(2)、豆甾醇(3)、香叶木素(4)、芹菜素(5)、芹菜素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖醛酸乙酯(6)、芹菜素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(7)、绿原酸(8)、香草酸(9)、木犀草素(10)、洋川芎内酯 I(11)、咖啡酸(12)、香叶木素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(13)。结论 所有化合物均为首次从该植物中得到。

关键词: 鸭儿芹; 木栓酮; 香叶木素; 芹菜素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖醛酸乙酯; 洋川芎内酯 I

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2012)12-2365-04

Study on chemical constituents in *Cryptotaenia japonica*

LI Sheng-hua, NIU You-ya

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: *Cryptotaenia japonica* Hassk.; friedelin; diosmetin; apigenin-7-*O*- β -D-pyranglycuronide; senkyunolide I

鸭儿芹 *Cryptotaenia japonica* Hassk. 为伞形科植物, 又名三叶芹、鸭脚板、野芹菜等, 在中国、日本、朝鲜半岛等均有野生分布^[1]。鸭儿芹全草可入药, 具有消炎、解毒、活血消肿的功效, 主治肺炎、肺脓肿、淋病、感冒咳嗽、跌打损伤, 外用治皮肤瘙痒等症^[2]。鸭儿芹的根、茎、叶中的挥发油以及果实中的脂肪油的化学成分曾有过研究^[3], 但未见其他化学成分的报道。本研究对鸭儿芹全草的化学成分进行了研究, 用超声波辅助提取鸭儿芹的活性成分, 采用现代色谱和波谱技术从鸭儿芹的乙醇提取物中分离得到 13 个化合物, 分别鉴定为木栓酮(friedelin, 1)、豆甾醇-7, 22-二烯-3 β , 5 α , 6 β -三醇(stigma-7, 22-dien-3 β , 5 α , 6 β -triol, 2)、豆甾醇(stigmasterol, 3)、香叶木素(diosmetin, 4)、芹菜素(apigenin, 5)、芹菜素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖醛酸乙酯(apigenin-7-*O*- β -D-pyranglycuronide, 6)、芹菜素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(apigenin-7-*O*- β -D-glucopyranoside, 7)、绿原酸(chlorogenic acid, 8)、香草酸(vanillic acid, 9)、木犀草素(luteolin, 10)、

洋川芎内酯 I(senkyunolide I, 11)、咖啡酸(caffeic acid, 12)、香叶木素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(diosmetin-7-*O*- β -D-glucopyranoside, 13)。所有化合物均为首次从该植物中得到。

1 仪器与材料

超声波循环提取仪(北京恒祥隆有限公司); XRC—1 型显微熔点仪(北京泰克仪器公司), 核磁共振波谱仪(Varian Inova 500 MHz)(美国瓦里安); VG Auto Spec—3000 质谱仪(英国 Micromass 公司); 柱色谱硅胶和薄层色谱硅胶(青岛海洋化工厂); Sephadex LH-20(美国 Amersham Pharmacia Biotech 公司); 聚酰胺薄膜为浙江黄岩四青生化材料厂产品, 柱色谱聚酰胺为中国人民解放军 83305 部队 701 厂产品; 其他化学试剂均为分析纯。

鸭儿芹采于湖南省洪江市, 经吉首大学陈功锡教授鉴定为鸭儿芹 *Cryptotaenia japonica* Hassk. 的全草。

2 提取与分离

干燥鸭儿芹全草 20 kg, 粉碎过 100 目筛, 用

收稿日期: 2012-07-28

基金项目: 湖南省科技计划重点项目(2009FJ2008); 湖南省重点建设学科经费资助(2011-42)

作者简介: 李胜华(1978—), 男, 硕士, 讲师, 主要从事生物活性成分的检测与分离。Tel: (0745)2851037 E-mail: lishenghua110@126.com

70%乙醇浸泡 24 h, 利用超声波循环提取仪辅助提取 45 min 后减压浓缩得浸膏 2 kg, 混悬于热水中, 依次用氯仿、醋酸乙酯、正丁醇进行萃取, 回收溶剂得到氯仿部分浸膏 86 g、醋酸乙酯部分浸膏 1 130 g、正丁醇部分浸膏 104 g。氯仿部分经反复硅胶柱色谱(石油醚-醋酸乙酯梯度洗脱)并结合 Sephadex LH-20 柱色谱纯化得到化合物 **1** (16.5 mg)、**2** (24 mg)、**3** (32 mg)、**4** (23 mg)、**5** (16 mg), 醋酸乙酯部分经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇(5:1、4:1、3:1、2:1、1:1)洗脱, 其中氯仿-甲醇(4:1)和(3:1)部分经反复反相柱色谱分离及凝胶柱色谱纯化得到化合物 **6** (70 mg)、**7** (120 mg)、**8** (68 mg)、**9** (73 mg)、**10** (54 mg)。正丁醇部分经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇(5:1、4:1、3:1、2:1、1:1)洗脱, 其中氯仿-甲醇(2:1)部分经反复反相柱色谱分离及凝胶柱色谱纯化得到化合物 **11** (20 mg)、**12** (15 mg)、**13** (9 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色针晶, mp 265~267 °C。ESI-MS m/z : 425 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ : 0.90 (3H, s, 23- CH_3), 0.70 (3H, s, 24- CH_3), 0.86 (3H, s, 25- CH_3), 0.98 (3H, s, 26- CH_3), 1.04 (3H, s, 27- CH_3), 1.20 (3H, s, 28- CH_3), 0.97 (3H, s, 29- CH_3), 0.92 (3H, s, 30- CH_3); ^{13}C -NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ : 22.2 (C-1), 41.9 (C-2), 213.5 (C-3), 58.1 (C-4), 42.3 (C-5), 41.2 (C-6), 18.2 (C-7), 53.1 (C-8), 37.4 (C-9), 59.5 (C-10), 35.5 (C-11), 30.6 (C-12), 39.7 (C-13), 38.3 (C-14), 32.3 (C-15), 35.8 (C-16), 30.0 (C-17), 42.8 (C-18), 35.3 (C-19), 28.0 (C-20), 32.7 (C-21), 39.2 (C-22), 6.9 (C-23), 14.6 (C-24), 18.0 (C-25), 20.3 (C-26), 18.7 (C-27), 31.8 (C-28), 32.1 (C-29), 35.0 (C-30)。以上数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **1** 为木栓酮。

化合物 **2**: 白色粉末, mp 150~152 °C。ESI-MS m/z : 429 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.74 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-7), 5.25 (1H, m, H-22), 5.13 (1H, m, H-23), 4.82 (1H, m, H-3), 4.30 (1H, brs, H-6), 1.08 (3H, s, 19- CH_3), 1.06 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, 21- CH_3), 1.03 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, 28- CH_3), 0.96 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, 26- CH_3), 0.90 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, 27- CH_3), 0.68 (3H, s, 18- CH_3); ^{13}C -NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ : 32.5 (C-1), 33.7 (C-2), 67.5 (C-3), 4 0.2 (C-4), 76.2 (C-5), 74.1 (C-6), 120.6 (C-7), 141.6

(C-8), 43.7 (C-9), 38.0 (C-10), 23.4 (C-11), 40.7 (C-12), 43.8 (C-13), 55.3 (C-14), 22.2 (C-15), 28.6 (C-16), 56.2 (C-17), 12.3 (C-18), 18.6 (C-19), 41.9 (C-20), 21.3 (C-21), 136.5 (C-22), 132.3 (C-23), 43.6 (C-24), 33.4 (C-25), 20.1 (C-26), 19.7 (C-27), 18.1 (C-28)。以上数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定化合物 **2** 为豆甾醇-7, 22-二烯-3 β , 5 α , 6 β -三醇。

化合物 **3**: 白色针晶, mp 151~153 °C。ESI-MS m/z : 411 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (500 MHz, $CDCl_3$) δ : 0.68 (3H, s, 18- CH_3), 0.77 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, 27- CH_3), 0.83 (3H, d, $J = 5.6$ Hz, 26- CH_3), 0.78 (3H, s, 19- CH_3), 0.81 (3H, m, 29- CH_3), 1.01 (3H, d, $J = 7.4$ Hz, H-21), 3.50 (1H, m, H-3 α), 4.98 (1H, dd, $J = 8.5$, 15.2 Hz, H-23), 5.13 (1H, m, H-22), 5.30 (1H, d, $J = 4.5$ Hz, H-6); ^{13}C -NMR (125 MHz, $CDCl_3$) δ : 37.2 (C-1), 31.8 (C-2), 71.8 (C-3), 41.3 (C-4), 140.7 (C-5), 121.6 (C-6), 31.8 (C-7), 31.9 (C-8), 50.2 (C-9), 36.6 (C-10), 21.2 (C-11), 39.5 (C-12), 42.3 (C-13), 56.4 (C-14), 24.3 (C-15), 28.9 (C-16), 56.4 (C-17), 12.1 (C-18), 19.5 (C-19), 40.6 (C-20), 21.2 (C-21), 138.3 (C-22), 129.3 (C-23), 51.3 (C-24), 31.8 (C-25), 19.0 (C-26), 21.3 (C-27), 25.5 (C-28), 12.2 (C-29)。以上数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **3** 为豆甾醇。

化合物 **4**: 黄色粉末, mp 256~257 °C (甲醇)。FeCl₃、HCl-Mg 反应阳性, 提示该化合物为黄酮类化合物。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 3.87 (3H, s, 4'-OCH₃), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.47 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.75 (1H, s, H-3), 7.09 (1H, d, $J = 8.6$ Hz, H-5'), 7.43 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 7.53 (1H, dd, $J = 2.3$, 8.5 Hz, H-6'), 9.42 (1H, s, 3'-OH), 10.8 (1H, s, 7-OH), 12.9 (1H, s, 5-OH); ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 55.7 (4'-OCH₃), 93.8 (C-8), 98.8 (C-6), 103.5 (C-10), 103.7 (C-3), 112.1 (C-5'), 112.9 (C-2'), 118.6 (C-1'), 123.0 (C-6'), 146.7 (C-3'), 151.1 (C-4'), 157.3 (C-5), 161.4 (C-9), 163.5 (C-2), 164.1 (C-7), 181.6 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **4** 为香叶木素。

化合物 **5**: 黄色粉末, mp 341~342 °C, HCl-Mg 反应阳性。EI-MS m/z : 270 $[M]^+(100)$, 242(25), 152 (18), 118(15)。 1H -NMR (400MHz, DMSO- d_6) δ : 6.79 (1H, s, H-3), 6.19 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.49 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 7.93 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 12.96 (1H, s, 5-OH),

10.82 (1H, s, 7-OH), 10.35 (1H, s, 4'-OH); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 164.1 (C-2), 102.8 (C-3), 181.8 (C-4), 161.4 (C-5), 98.8 (C-6), 163.7 (C-7), 93.9 (C-8), 157.2 (C-9), 103.7 (C-10), 121.1 (C-1'), 128.5 (C-2', 6'), 115.9 (C-3', 5'), 161.4 (C-4')。与对照品共薄层, R_f 值一致, 且以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为芹菜素。

化合物 **6**: 淡黄色粉末, mp 225~227 °C。FAB-MS m/z : 475.2 [M+H]⁺。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.85 (1H, s, H-3), 6.46 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-6), 6.84 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-8), 7.94 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.94 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 12.95 (1H, s, 5-OH), 10.40 (1H, s, 4'-OH), 5.29 (1H, d, $J = 7.0$ Hz, H-1''), 3.30~3.42 (4H, m, sugar-H), 4.13 (2H, q, $J = 6.0$ Hz, -OCH₂-), 1.19 (3H, t, $J = 6.0$ Hz, 2'''-CH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 164.5 (C-2), 103.3 (C-3), 182.1 (C-4), 161.5 (C-5), 99.3 (C-6), 162.6 (C-7), 94.9 (C-8), 157.1 (C-9), 105.6 (C-10), 121.1 (C-1'), 128.6 (C-2', 6'), 116.2 (C-3', 5'), 161.3 (C-4'), 99.5 (C-1''), 72.9 (C-2''), 75.5 (C-3''), 71.4 (C-4''), 75.3 (C-5''), 168.8 (C-6''), 60.9 (1'''-CH₂), 14.1 (3'''-CH₃)。参照文献报道^[9], 鉴定化合物 **6** 为芹菜素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖醛酸乙酯。

化合物 **7**: 黄色针晶 (MeOH), mp 176~178 °C。HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, 进行薄层酸水解, 与标准糖对照, 表明含有葡萄糖。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.95 (1H, s, 5-OH), 10.39 (1H, s, 4'-OH), 7.95 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.43 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-6), 6.86 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-8), 6.82 (1H, s, H-3), 5.05 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 164.5 (C-2), 103.1 (C-3), 181.8 (C-4), 161.1 (C-5), 99.5 (C-6), 162.9 (C-7), 94.7 (C-8), 156.9 (C-9), 105.3 (C-10), 119.1 (C-1'), 128.6 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 161.1 (C-4'), 99.9 (C-1''), 73.1 (C-2''), 76.4 (C-3''), 69.5 (C-4''), 77.2 (C-5''), 60.6 (C-6'')。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **7** 为芹菜素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷。

化合物 **8**: 淡黄绿色粉末。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD₃OD) δ : 1.9~2.3 (4H, m, H-2, 6), 3.72 (1H, dd, $J = 3.2, 8.4$ Hz, H-4), 4.16 (1H, m, H-5), 5.33 (1H, dd, $J = 4.8, 8.8$ Hz, H-3), 6.25 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-2'), 6.77 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-8'), 6.94 (1H, dd, $J = 2.0,$

8.4 Hz, H-9'), 7.04 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-5'), 7.55 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-3'); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD₃OD) δ : 76.2 (C-1), 38.2 (C-2), 73.5 (C-3), 72.0 (C-4), 71.3 (C-5), 38.8 (C-6), 177.1 (C-7), 168.6 (C-1'), 115.3 (C-2'), 147.1 (C-3'), 127.8 (C-4'), 115.2 (C-5'), 149.5 (C-6'), 146.8 (C-7'), 116.5 (C-8'), 123.0 (C-9')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **8** 为绿原酸。

化合物 **9**: 白色无定形粉末。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.55 (1H, $J = 1.6$ Hz, H-2), 6.80 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 7.53 (1H, dd, $J = 8.0, 1.6$ Hz, H-6), 3.88 (3H, s, 4-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD₃OD) δ : 115.6 (C-2), 148.5 (C-3), 151.9 (C-4), 113.9 (C-5), 125.0 (C-6), 56.4 (4-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **9** 为香草酸。

化合物 **10**: 黄色针晶 (甲醇), HCl-Mg 反应呈阳性, TLC 喷 5% AlCl₃-乙醇溶液紫外灯下显黄色荧光, Molish 反应呈阴性, 提示该化合物可能为黄酮苷类化合物。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.97 (1H, brs, 5-OH), 10.79 (1H, brs, 7-OH), 9.93 (1H, s, 4'-OH), 9.43 (1H, s, 3'-OH), 7.41 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 7.38 (1H, s, H-2'), 6.98 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.66 (1H, s, H-3), 6.44 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-8), 6.18 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 181.7 (C-4), 164.1 (C-2), 163.9 (C-7), 161.5 (C-5), 157.3 (C-9), 149.7 (C-4'), 145.6 (C-3'), 121.5 (C-1'), 119.6 (C-6'), 116.0 (C-5'), 113.2 (C-2'), 103.6 (C-10), 102.7 (C-3), 98.9 (C-6), 93.9 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **10** 为木犀草素。

化合物 **11**: 淡黄色油状物, 10%硫酸乙醇试剂显黄色。 $^1\text{H-NMR}$ (600 MHz, CDCl₃) δ : 5.27 (1H, t, $J = 7.8$ Hz, H-8), 4.46 (1H, brs, H-7), 3.96 (1H, brs, H-6), 2.54 (2H, m, H-4), 2.32 (2H, q, $J = 7.2$ Hz, H-9), 2.05 (1H, m, H-5a), 1.88 (1H, m, H-5b), 1.46 (2H, m, H-10), 0.93 (3H, $J = 7.8$ Hz, H-11); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl₃) δ : 169.2 (C-1), 153.4 (C-3), 147.9 (C-3a), 125.6 (C-7a), 114.0 (C-8), 71.2 (C-6), 66.8 (C-7), 27.9 (C-9), 26.1 (C-5), 22.1 (C-10), 18.7 (C-4), 13.6 (C-11)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **11** 为洋川芎内酯 I。

化合物 **12**: 淡黄色粉末, mp 207~209 °C, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CD₃OD) δ : 7.02 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.75 (1H, d,

$J = 8.1$ Hz, H-5), 6.94 (1H, dd, $J = 8.1, 2.0$ Hz, H-6), 7.50 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-7), 6.18 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 125.9 (C-1), 114.8 (C-2), 145.7 (C-3), 148.3 (C-4), 115.9 (C-5), 121.2 (C-6), 144.6 (C-7), 115.4 (C-8), 168.1 (C-9)。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **12** 为咖啡酸。

化合物 **13**: 淡黄色粉末, mp 252~254 °C, HCl-Mg 反应和 Molish 反应均呈阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.9 (1H, s, 5-OH), 9.41 (1H, s, OH-3'), 7.56 (1H, dd, $J = 8.4, 2.0$ Hz, H-6'), 7.44 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.10 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.81 (1H, s, H-3), 6.80 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.44 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.07 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1, 1''), 3.86 (3H, s, -OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 181.5 (C-4), 163.7 (C-2), 162.6 (C-7), 160.7 (C-5), 156.5 (C-9), 150.9 (C-3'), 146.4 (C-4'), 122.5 (C-1'), 118.4 (C-6'), 112.7 (C-5'), 111.7 (C-2'), 105.0 (C-10), 103.4 (C-3), 99.2 (C-6), 94.4 (C-8), 55.4 (OCH₃), 99.5 (C-1''), 72.7 (C-2''), 76.0 (C-3''), 69.1 (C-4''), 76.7 (C-5''), 60.2 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **13** 为香叶木素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977.
- [2] 黄泰康, 丁志遵. 现代本草纲目 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2000.
- [3] 李娟, 蒋小华, 谢运昌, 等. 鸭儿芹根、茎、叶挥发性油的化学成分 [J]. 广西植物, 2011, 31(6): 853-856.
- [4] 何轶, 赵明, 宗玉英, 等. 伞花木化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(1): 36-39.
- [5] 苏国琛, 张 偲, 漆淑华. 黑角珊瑚的化学成分研究 [J]. 中草药, 2008, 39(11): 1606-1609.
- [6] 许明峰, 沈莲清, 王奎武. 雷丸化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(2): 251-254.
- [7] 张 健, 钱大玮, 李友宾, 等. 菊花的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18(1): 71-73.
- [8] 邹忠杰, 杨峻山, 鞠建华. 泥胡菜化学成分的研究 [J]. 中草药, 2006, 37(9): 1303-1305.
- [9] Pieher M T, Seoane E, Tortajada A. Flavones, sesquiterpene lactones and glycosides isolated from *Centaurea apera* var. *stenophylla* [J]. *Phytochemistry*, 1984, 23(9): 1995-1998.
- [10] 任玉琳, 杨峻山. 西藏雪莲花化学成分的研究 II [J]. 中国药理学杂志, 2001(9): 590-593.
- [11] 滕荣伟, 周志宏, 王德祖. 白花刺参中的咖啡酰基奎宁酸类成分 [J]. 波谱学杂志, 2002, 19(2): 167-174.
- [12] 高慧媛, 隋安丽, 陈艺虹, 等. 中药黄独的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2003, 20(3): 178-180.
- [13] 尹 锋, 成 亮, 楼凤昌, 等. 佛手化学成分的研究 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(3): 149-151.
- [14] 郝淑娟, 张振学, 田 洋. 川芎化学成分研究 [J]. 中国现代中药, 2010, 12(3): 22-25.
- [15] 才 谦, 王灵芝, 刘玉强, 等. 齿叶白鹃梅叶化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(4): 673-675.
- [16] 徐润生, 袁 珂, 殷明文, 等. 羽芒菊化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(7): 1015-1018.