

长柄紫珠化学成分研究

高 丽^{1,2}, 林朝展^{1,2}, 祝晨蓀^{1,2*}

1. 广州中医药大学中药学院, 广东 广州 510006

2. 广中尖峰天然产物研究共建实验室, 广东 广州 510006

摘 要: 目的 系统研究长柄紫珠 *Callicarpa longipes* 的化学成分, 为先导化合物的发现及质量评价提供基础。方法 采用反相硅胶、Sephadex LH-20、Toyopearl HW-40 等柱色谱技术, 结合重结晶进行分离纯化, 光谱及核磁共振技术结合化学反应鉴定结构。结果 分离并鉴定了 12 个化合物, 分别为熊竹山姜素 (1)、5, 4'-二羟基-3, 6, 7-三甲氧基黄酮 (2)、阿亚黄素 (3)、槲皮素-3, 3', 4'-三甲醚 (4)、5, 7, 3', 4'-四羟基-3-甲氧基黄酮 (5)、芹菜素 (6)、槲皮素-3, 3'-二甲醚 (7)、芹菜素-6, 8-二-C-β-D-葡萄糖苷 (8)、山柰酚-7-O-β-D-葡萄糖苷 (9)、白桦脂酸 (10)、熊果酸 (11)、β-谷甾醇 (12)。结论 12 个化合物均为首次从该植物中分离得到, 其中化合物 1~9 为黄酮类, 化合物 2~5、7~9 为首次从紫珠属中分离得到。

关键词: 长柄紫珠; 黄酮类; 熊竹山姜素; 芹菜素; 熊果酸

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2011)07-1289-04

Chemical constituents of *Callicarpa longipes*

GAO Li^{1,2}, LIN Chao-zhan^{1,2}, ZHU Chen-chen^{1,2}

1. School of Chinese Materia Medica, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

2. Guangzhong Jianfeng Research Laboratory for Natural Products, Guangzhou 510006, China

Key words: *Callicarpa longipes* Dunn; flavonoids; kumatakenin; apigenin; ursolic acid

长柄紫珠 *Callicarpa longipes* Dunn 为马鞭草科紫珠属植物, 主要分布于我国的安徽、江西、福建、广东等地区, 生于海拔 300~500 m 的山坡灌丛或疏林中^[1-4]。该植物在岭南地区为“紫珠”的药用品种之一, 干燥茎叶入药, 具有止血镇痛, 散瘀消痛等功效, 用来治疗咳血、鼻出血、创伤出血等。迄今为止, 尚未见有关长柄紫珠化学成分的报道。为阐明其药效成分, 本实验对其进行了化学成分研究, 共分得 12 个化合物, 分别鉴定为熊竹山姜素 (kumatakenin, 1)、5, 4'-二羟基-3, 6, 7-三甲氧基黄酮 (5, 4'-dihydroxy-3, 6, 7-trimethoxyflavone, 2)、阿亚黄素 (ayanin, 3)、槲皮素-3, 3', 4'-三甲醚 (quercetin-3, 3', 4'-trimethyl ether, 4)、5, 7, 3', 4'-四羟基-3-甲氧基黄酮 (5, 7, 3', 4'-tetrahydroxy-3-methoxyflavone, 5)、芹菜素 (apigenin, 6)、槲皮素-3, 3'-二甲醚 (quercetin-3, 3'-dimethyl ether, 7)、芹菜素-6, 8-二-C-β-D-葡萄糖苷 (apigenin-6, 8-di-C-β-D-glucopyranoside, 8)、山柰酚-7-O-β-D-葡萄

糖苷 (kaempferol-7-O-β-D-glucopyranoside, 9)、白桦脂酸 (betulinic acid, 10)、熊果酸 (ursolic acid, 11)、β-谷甾醇 (β-sitosterol, 12)。

1 仪器与材料

Bruker Avance DRX-500 MHz 型核磁共振仪, TMS 为内标; 柱色谱填充剂所用反相硅胶、Sephadex LH-20、Toyopearl HW-40 系日本三菱公司生产; 硅胶为青岛海洋化工集团生产; 其他所用化学试剂 (分析纯) 均为广州化学试剂厂产品。

长柄紫珠于 2009 年 9 月采自广东省乳源天井山, 经广州中医药大学中药学院药用植物学教研室潘超美教授鉴定为紫珠属植物长柄紫珠 *Callicarpa longipes* Dunn, 凭证标本 (CL2009-09) 保存于广州中医药大学中药学院药物分析研究室。

2 提取与分离

取长柄紫珠的干燥茎叶粗粉 11.5 kg, 用甲醇 (160 L) 渗漉提取, 提取液减压浓缩。将浓缩液混悬于适量蒸馏水中, 依次用石油醚、醋酸乙酯、正

收稿日期: 2011-01-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81001613/H2803)

作者简介: 高 丽 (1985—), 女, 在读博士, 主要从事中药活性成分及质量评价研究。

*通讯作者 祝晨蓀 E-mail: zhuchenchen@vip.sina.com

丁醇进行萃取,将萃取液分别减压浓缩得石油醚部位、醋酸乙酯部位、正丁醇部位。醋酸乙酯部位用硅胶柱色谱法进行分离,用氯仿-甲醇梯度洗脱,TLC检测合并为8个流份。各流份再经重结晶、硅胶柱色谱、反相硅胶柱色谱、葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20 柱色谱等方法反复分离纯化,得到化合物 **1** (80 mg)、**2** (12 mg)、**3** (26 mg)、**4** (10 mg)、**5** (19 mg)、**6** (12 mg)、**7** (224 mg)、**8** (30 mg)、**9** (28 mg)、**10** (18 mg)、**11** (72 mg)、**12** (39 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 黄色针状结晶, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 12.70 (1H, s, 5-OH), 8.03 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 7.00 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.45 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.36 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 3.88 (3H, s, 7-OCH₃), 3.86 (3H, s, 3-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 178.5 (C-4), 165.1 (C-7), 161.7 (C-9), 159.2 (C-2), 156.5 (C-5), 156.1 (C-4'), 138.4 (C-3), 130.1 (C-2', 6'), 121.7 (C-1'), 115.5 (C-3', 5'), 105.8 (C-10), 97.5 (C-6), 91.9 (C-8), 59.8 (3-OCH₃), 55.5 (7-OCH₃)。与文献对照^[5],鉴定化合物 **1** 为熊竹山姜素。

化合物 **2**: 黄色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 12.60 (1H, s, 5-OH), 8.05 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.99 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.51 (1H, s, H-8), 3.97 (3H, s, 3-OCH₃), 3.93 (3H, s, 6-OCH₃), 3.89 (3H, s, 7-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 179.2 (C-4), 159.0 (C-4'), 158.4 (C-7), 156.2 (C-9), 153.0 (C-5), 152.6 (C-2), 138.9 (C-3), 132.5 (C-6), 130.6 (C-2', 6'), 122.1 (C-1'), 115.9 (C-3', 5'), 106.8 (C-10), 90.6 (C-8), 61.1 (3-OCH₃), 60.4 (6-OCH₃), 56.5 (7-OCH₃)。与文献对照^[6],鉴定化合物 **2** 为 5, 4'-二羟基-3, 6, 7-三甲氧基黄酮。

化合物 **3**: 黄色针晶, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 7.64 (1H, br s, H-2'), 7.61 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 6.95 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.69 (1H, br s, H-8), 6.30 (1H, br s, H-6), 3.85 (3H, s, 7-OCH₃), 3.84 (3H, s, 4'-OCH₃), 3.80 (3H, s, 3-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 177.7 (C-4), 165.0 (C-7), 161.3 (C-9), 156.4 (C-5), 155.8 (C-4'), 150.2 (C-2), 146.3 (C-3'), 137.7 (C-3), 122.6 (C-1'), 119.3

(C-6'), 115.4 (C-2'), 111.9 (C-5'), 105.3 (C-10), 97.8 (C-6), 92.0 (C-8), 59.6 (3-OCH₃), 56.0 (-OCH₃), 55.7 (-OCH₃)。与文献对照^[7],鉴定化合物 **3** 为阿亚黄素。

化合物 **4**: 黄色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 12.62 (1H, s, 5-OH), 7.73 (1H, dd, $J = 8.5, 2.0$ Hz, H-6'), 7.66 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.17 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.78 (1H, br s, H-8), 6.37 (1H, br s, H-6), 3.86 (3H, s, -OCH₃), 3.86 (3H, s, -OCH₃), 3.82 (3H, s, -OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 178.2 (C-4), 165.2 (C-7), 161.3 (C-5), 156.4 (C-2), 156.4 (C-9), 151.3 (C-3'), 148.5 (C-4'), 138.3 (C-3), 122.1 (C-1'), 122.1 (C-6'), 111.6 (C-2'), 111.2 (C-5'), 105.3 (C-10), 97.9 (C-6), 92.5 (C-8), 59.8 (3-OCH₃), 56.1, 55.7 (3', 4'-OCH₃)。与文献数据一致^[8-9],鉴定化合物 **4** 为槲皮素-3, 3', 4'-三甲醚。

化合物 **5**: 黄色针状结晶, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 12.71, 10.76, 9.61, 9.44 (各 1H, s, -OH $\times 4$), 7.56 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-2'), 7.46 (1H, dd, $J = 8.5, 2.5$ Hz, H-6'), 6.92 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.42 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 3.78 (3H, s, 3-OCH₃); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 177.8 (C-4), 164.1 (C-7), 161.2 (C-5), 156.3 (C-9), 155.5 (C-2), 148.7 (C-4'), 145.2 (C-3'), 137.6 (C-3), 120.7 (C-1'), 120.5 (C-6'), 115.7 (C-2'), 115.3 (C-5'), 104.1 (C-10), 98.5 (C-6), 93.5 (C-8), 59.6 (3-OCH₃)。与文献对照^[10],鉴定化合物 **5** 为 5, 7, 3', 4'-四羟基-3-甲氧基黄酮。

化合物 **6**: 黄色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 10.85 (1H, s, 4'-OH), 10.38 (1H, s, 7-OH), 7.94 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.94 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.79 (1H, s, H-3), 6.49 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 181.8 (C-4), 164.2 (C-2), 163.8 (C-7), 161.5 (C-5), 161.2 (C-4'), 157.4 (C-9), 128.5 (2C, C-2', 6'), 121.2 (C-1'), 116.0 (2C, C-3', 5'), 103.7 (C-10), 102.9 (C-3), 98.9 (C-6), 94.0 (C-8)。与文献对照^[11],鉴定化合物 **6** 为芹菜素。

化合物 **7**: 黄色粉末, $\text{FeCl}_3\text{-K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应呈阳性,提示含有酚羟基。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz,

DMSO- d_6) δ : 12.67 (1H, s, 5-OH), 7.63 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 7.57 (1H, dd, J = 8.5, 2.0 Hz, H-6'), 6.96 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.45 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 3.85 (3H, s, 3-OCH₃), 3.79 (3H, s, 3'-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 178.3 (C-4), 165.0 (C-7), 161.7 (C-5), 156.8 (C-2), 155.9 (C-9), 150.2 (C-3'), 147.9 (C-4'), 138.2 (C-3), 122.6 (C-1'), 121.2 (C-6'), 116.1 (C-5'), 112.4 (C-2'), 104.5 (C-10), 99.1 (C-6), 94.3 (C-8), 60.2 (3-OCH₃), 56.2 (3'-OCH₃)。与文献对照^[9], 鉴定化合物 **7** 为槲皮素-3, 3'-二甲醚。

化合物 **8**: 淡黄色颗粒状结晶, FeCl₃-K₃[Fe(CN)₆] 反应呈阳性, 提示含有酚羟基。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 8.25 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-2', 6'), 7.27 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-3', 5'), 6.98 (1H, s, H-3), 5.86 (1H, d, J = 10.0 Hz, anomeric-H), 5.74 (1H, d, J = 7.0 Hz, anomeric-H), 4.92~3.60 (12H, m, Glu-H); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 184.0 (C-4), 166.2 (C-2), 162.7 (C-7), 157.7 (C-4'), 160.2 (C-5), 156.3 (C-9), 129.5 (C-2', 6'), 123.8 (C-1'), 116.8 (C-3', 5'), 108.4 (C-6), 105.0 (C-8), 104.2 (C-10), 103.3 (C-3)。另外, δ : 83.3, 80.8, 76.5, 74.2, 72.3, 63.1 和 82.7, 79.7, 74.3, 72.9, 70.6, 61.1 两组峰为葡萄糖上碳信号峰。与文献对照^[12], 鉴定化合物 **8** 为芹菜素-6, 8-二-C- β -D-葡萄糖苷。

化合物 **9**: 淡黄色粉末, FeCl₃-K₃[Fe(CN)₆] 反应呈阳性, 提示含有酚羟基。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 7.83 (2H, d, J = 9.0 Hz, H-2', 6'), 7.16 (2H, d, J = 9.0 Hz, H-3', 5'), 7.41 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.82 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 5.94 (1H, d, J = 7.5 Hz, Glu-H-1), 4.32~3.60 (6H, m, Glu-H); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 183.2 (C-4), 164.7 (C-7), 162.5 (C-9), 152.7 (C-5), 152.7 (C-4'), 148.2 (C-2), 132.7 (C-3), 128.8 (C-2', 6'), 122.4 (C-1'), 116.7 (C-3', 5'), 106.9 (C-10), 103.2 (C-1'), 102.1 (C-6), 95.1 (C-8), 79.2 (C-3''), 78.3 (C-5''), 74.7 (C-2''), 71.0 (C-4''), 62.2 (C-6'')。与文献对照^[13-14], 鉴定化合物 **9** 为山柰酚-7-O- β -D-葡萄糖苷。

化合物 **10**: 白色粉末, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 提示该化合物可能为三萜类化合物。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 4.69, 4.56 (各 1H, br s, H-29), 1.64, 0.93, 0.87, 0.86, 0.76, 0.65 (各 3H, s, 23, 24, 25, 26, 27, 30-CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 177.2 (C-28), 150.3 (C-20), 109.6

(C-29), 76.7 (C-3), 55.4 (C-17), 54.9 (C-5), 49.9 (C-9), 48.5 (C-18), 46.6 (C-19), 42.0 (C-14), 40.2 (C-8), 38.5 (C-4), 38.2 (C-1), 37.6 (C-13), 36.7 (C-10), 36.3 (C-22), 33.9 (C-7), 31.7 (C-16), 30.1 (C-15), 29.2 (C-21), 28.1 (C-23), 27.1 (C-2), 25.0 (C-12), 20.4 (C-11), 18.9 (C-30), 17.9 (C-6), 15.9 (C-25), 15.8 (C-26), 15.7 (C-24), 14.3 (C-27)。与文献对照^[15-16], 鉴定化合物 **10** 为白桦脂酸。

化合物 **11**: 白色粉末, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 提示该化合物可能为三萜类化合物。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 5.12 (1H, br s, H-12), 3.00 (1H, m, H-3), 1.03, 0.91, 0.89, 0.88, 0.81, 0.75, 0.67 (各 3H, s, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30-CH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 179.3 (C-28), 139.1 (C-13), 125.4 (C-12), 77.7 (C-3), 55.7 (C-5), 53.3 (C-18), 47.9 (C-9), 47.7 (C-17), 42.5 (C-14), 40.0 (C-8), 39.9 (C-19), 39.4 (C-20), 39.3 (C-4), 39.1 (C-1), 37.5 (C-22), 37.4 (C-10), 33.6 (C-7), 31.1 (C-21), 29.1 (C-23), 28.5 (C-15), 27.9 (C-2), 24.7 (C-11), 24.2 (C-27), 23.7 (C-16), 21.0 (C-30), 18.9 (C-6), 17.9 (C-26), 17.8 (C-29), 17.0 (C-25), 16.1 (C-24)。与文献对照^[17], 鉴定化合物 **11** 为熊果酸。

化合物 **12**: 白色针晶, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 10%硫酸-乙醇溶液显紫红色。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.34 (1H, br d, J = 4.0 Hz, H-6), 3.51 (1H, m, H-3), 1.00 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-21), 0.84 (3H, br s, H-29), 0.82 (3H, br s, H-26), 0.80 (3H, br s, H-27), 0.67 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 140.7 (C-5), 121.7 (C-6), 71.7 (C-3), 56.7 (C-14), 56.0 (C-7), 50.1 (C-9), 45.8 (C-24), 42.3 (C-13), 40.7 (C-4), 39.8 (C-12), 37.2 (C-1), 36.5 (C-20), 36.1 (C-10), 33.9 (C-22), 31.9 (C-7), 31.9 (C-2), 29.7 (C-8), 29.1 (C-25), 28.2 (C-16), 26.0 (C-23), 24.3 (C-15), 23.0 (C-28), 21.1 (C-11), 19.8 (C-27), 19.4 (C-19), 19.0 (C-26), 18.8 (C-21), 12.0 (C-18), 11.8 (C-29)。与 β -谷甾醇对照品共薄层, R_f 值一致, 且混合熔点不下降, 结合文献报道^[18], 鉴定该化合物为 β -谷甾醇。

4 讨论

20 世纪六七十年代, 日本及印度学者对紫珠属多种植物进行了化学成分研究^[19], 该属植物的主要化学成分为 3 类: 二萜、三萜和黄酮。就该属植物中已分离鉴定的黄酮类成分来看, 主要为黄酮和黄

酮醇类,大多数化合物为苷元,以及为数不多的苷,且苷类化合物中的糖基的数目较少,为1~2个。到目前为止,尚未有异黄酮、二氢黄酮等化合物的报道。

本实验研究的长柄紫珠在岭南地区作为止血药“紫珠”的药用品种之一,但有效成分尚不明确。为探明其药效物质基础,本课题组对其地上部分的化学成分进行了研究,从醋酸乙酯部位分离得到了12个化合物,其中**1**~**9**为黄酮类,**10**和**11**为三萜类。这些化合物均为首次从该植物中分离得到,其中7个为首次从该属中分离得到,丰富了该属植物的化学成分分类群,同时也为先导化合物的发现及质量评价研究提供了一定的基础。

参考文献

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 周凌云. 紫珠地上部分的化学成分 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 454-457.
- [3] 王艳晶, 杨义芳, 高 岱. 紫珠属植物的化学成分及生物活性研究进展 [J]. 中草药, 2008, 39(1): 133-138.
- [4] Dan Y, Qian Z Z, Liu Y Z, *et al.* New collection of crude drugs in *Chinese Pharmacopoeia 2010* I. *Callicarpa* Linn. and related items [J]. *Chin Herb Med*, 2010, 2(4): 272-288.
- [5] 陈艳华, 冯 锋, 任冬春, 等. 广东紫珠地上部分的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2008, 6(2): 120-122.
- [6] 陈鸿雁, 程伟贤, 冯 宇, 等. 单叶蔓荆子黄酮类化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20: 582-584.
- [7] Hisashi M, Toshio M, Iwao T, *et al.* Structural requirements of flavonoids and related compounds for aldose reductase inhibitory activity [J]. *Chem Pharm Bull*, 2002, 50(6): 788-795.
- [8] 于德泉, 杨峻山. 分析化学手册: 核磁共振波谱分析 [M]. 第6分册. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [9] 梁晶晶, 孙连娜, 陶朝阳, 等. 水烛香蒲叶的化学成分研究 [J]. 药学实践杂志, 2007, 25(3): 150-151.
- [10] 傅 芑, 李廷钊, 柳润辉, 等. 田基黄黄酮类化学成分的研究 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(5): 283-284.
- [11] 姚佳琪, 孟 娜, 宋少江, 等. 马齿苋的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(12): 751-753.
- [12] 郑晓珂, 史社坡, 毕跃峰, 等. 卷柏中黄酮类成分研究 [J]. 中草药, 2004, 35(7): 742-743.
- [13] Torm O, Kekio H, Yukio H, *et al.* The constituents of *Osmunda* spp. II 1) A new flavonol glycoside of *Osmunda asiatica* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1978, 26(10): 3071-3074.
- [14] Nariyuki I, Shunzo H. Kaempferol glycosides in the seed-coat of *Ophiopogon jaburan* [J]. *Agric Biol Chem*, 1979, 43(9): 1923-1926.
- [15] 刘 毅, 海力茜, 赵玉英, 等. 天山岩黄芩化学成分研究 [J]. 中国药事, 2008, 22(7): 568-569.
- [16] 潘 萍, 孙启时. 大叶紫珠的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(9): 565-567.
- [17] 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.
- [18] 赵 军, 闫 明, 黄 毅, 等. 紫花列当化学成分的研究 [J]. 中药材, 2007, 30(10): 1255-1257.
- [19] 仲 浩, 薛晓霞, 姚庆强. 紫珠属植物的化学成分与药理作用 [J]. 国外医药: 植物药分册, 2007, 22(1): 18-21.