

翻白草的化学成分研究

安海洋¹, 刘 顺², 单 洪³, 涂正伟³, 蒋建勤^{1*}, 侯文彬^{3*}

1. 中国药科大学中药学院, 江苏 南京 210009

2. 南京中医药大学附属医院, 江苏 南京 210029

3. 天津药物研究院, 天津 300193

摘 要: 目的 研究翻白草 *Potentilla discolor* 的化学成分。方法 采用 70%乙醇提取, 利用硅胶、反相 (ODS)、凝胶等柱色谱及制备液相色谱进行分离, 并根据理化性质和光谱数据鉴定化合物结构。结果 从翻白草中分离得到 10 个化合物, 分别鉴定为 β -谷甾醇 (1)、山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖苷 (2)、槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖苷 (3)、8-甲氧基草质素-3-*O*- β -D-槐糖苷 (4)、芦丁 (5)、山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (6)、异鼠李素-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (7)、槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (8)、槲皮素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷 (9)、短叶苏木酚酸 (10)。结论 化合物 4、7 为首次从该属植物中得到, 化合物 4、7、9、10 为首次从该种植物中得到。

关键词: 翻白草; 8-甲氧基草质素-3-*O*- β -D-槐糖苷; 异鼠李素-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷; 槲皮素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷; 短叶苏木酚酸
中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)07-1285-04

Study on chemical constituents of *Potentilla discolor*

AN Hai-yang¹, LIU Shun², SHAN Qi³, TU Zheng-wei³, JIANG Jian-qin¹, HOU Wen-bin³

1. School of Traditional Chinese Medicine, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China

2. The Affiliated Provincial Hospital of Nanjing Traditional Medical and Pharmacy University, Nanjing 210029, China

3. Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Key words: *Potentilla discolor* Bunge; 8-*O*-methylherbacetin-3-*O*- β -D-sophoroside; isorhamnetin-3-*O*- β -D-glucuronide; quercetin-7-*O*- β -D-glucopyranoside; brevifolin carboxylic acid

翻白草, 又名鸡腿儿、鸡腿根、鸡脚草、鸭脚参、白背叶、天青地白, 始载于《救荒本草》, 为蔷薇科 (Rosaceae) 委陵菜属植物翻白草 *Potentilla discolor* Bunge 的干燥全草, 是一种常见中药^[1]。翻白草为《中国药典》2010 年版中收载的中药品种, 性平、味甘、微苦、无毒, 归肝、胃、大肠经, 具有止血止痢、清热解毒、消肿之功效, 常用于赤痢腹痛、久痢不止、咳血、吐血、大便带血、崩漏、肺痈、痈肿及结核等^[2]。研究表明, 翻白草具有抗菌、止泻、免疫抑制、降血糖和抗肿瘤作用^[3-5]。已有文献报道其化学成分主要有黄酮类、三萜类、鞣质类等^[6-8]。本实验继续对翻白草化学成分进行研究, 从中分离鉴定了 10 个化合物, 分别鉴定为 β -谷甾醇 (β -sitosterol, 1)、山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖

苷 (kaempferol-3-*O*- β -D-glucopyranoside, 2)、槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖苷 (quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranoside, 3)、8-甲氧基草质素-3-*O*- β -D-槐糖苷 (8-*O*-methylherbacetin-3-*O*- β -D-sophoroside, 4)、芦丁 (rutin, 5)、山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (kaempferol-3-*O*- β -D-glucuronide, 6)、异鼠李素-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (isorhamnetin-3-*O*- β -D-glucuronide, 7)、槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖醛酸苷 (quercetin-3-*O*- β -D-glucuronide, 8)、槲皮素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷 (quercetin-7-*O*- β -D-glucopyranoside, 9)、短叶苏木酚酸 (brevifolin carboxylic acid, 10)。其中化合物 4、7 为首次从该属植物中得到, 化合物 4、7、9、10 为首次从该种植物中得到。

1 仪器与材料

收稿日期: 2010-11-17

作者简介: 安海洋 (1986—), 男, 安徽太和人, 硕士在读, 主要从事天然药物化学的研究。Tel: (022)23006295 E-mail: anhaiyang1@163.com

*通讯作者 蒋建勤 Tel: 13913982651

侯文彬 Tel: (022)23006295

SHB-III A 循环水式多用真空泵(上海豫康科教仪器设备有限公司), Bruker AV400 型核磁共振仪(400 MHz), Micromass Quattro micro ES-CL 质谱仪, Agilent 1100 高效液相色谱系统(G1310A ISO Pump; G1313A ALS; G1314A VWD; G1322DEGASSER), 制备用 HPLC 色谱柱: HPLC-ODS 柱 C_{18} (250 mm $\times$ 10 mm, 5 μ m) (Agela 公司), 薄层硅胶及柱色谱硅胶均由青岛海洋化工厂生产, 所有试剂均为分析纯(天津市康科德科技有限公司)。

翻白草药材 2008 年购于河北安国药材市场, 经天津药物研究院中药现代研究部周福军副研究员鉴定为蔷薇科翻白草 *Potentilla discolor* Bunge 的干燥全草。

2 提取分离

取干燥翻白草 5 kg, 粉碎后用 70%乙醇回流提取 3 次, 时间分别为 3、2、2 h, 提取液浓缩至无醇味, 分别用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取, 萃取液浓缩, 得到石油醚浸膏 26.4 g、醋酸乙酯浸膏 134.6 g、正丁醇浸膏 332.8 g。

取正丁醇浸膏 230 g 经硅胶(200~300 目)柱色谱分离, 以二氯甲烷-甲醇-水(100:0:0~45:50:5)梯度洗脱, 共得到 10 个流份 Fr. 1~10。Fr. 1 部位在放置一段时间后析出白色结晶, 通过抽滤得结晶, 用石油醚反复洗, 得化合物 **1** (43 mg); Fr. 3 部位经硅胶柱色谱二氯甲烷-甲醇(20:1~5:1)洗脱, 反复 Sephadex LH-20(甲醇)柱色谱纯化得化合物 **2** (30 mg); Fr. 4 部位经反复 Sephadex LH-20(甲醇)柱色谱得化合物 **3** (18 mg); Fr. 5 部位经反相柱色谱(10%~80%甲醇)梯度洗脱得到 Fr. 5-1~5-4 共 4 个部位, 分别经制备 HPLC 分离纯化, 得化合物 **4** (25 mg)、**5** (19 mg)、**6** (43 mg)、**7** (29 mg); Fr. 6 部位经反相柱色谱(20%甲醇)等度洗脱, 反复 Sephadex LH-20(80%甲醇)柱色谱得化合物 **8** (120 mg); Fr. 7 部位经反相柱色谱(20%~80%甲醇)梯度洗脱, 制备 HPLC 分离纯化, 得化合物 **9** (7 mg)、**10** (46 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色细针晶(氯仿), Liebermann-Burchard 反应呈阳性, $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 0.63 (3H, s, CH_3 -18), 0.81 (3H, d, $J = 8$ Hz, CH_3 -27), 0.81 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, CH_3 -26), 0.86 (3H, t, $J = 7.2$ Hz, CH_3 -29), 0.94 (3H, br s, CH_3 -21), 1.08 (3H, s, CH_3 -19), 5.28 (1H, m, H-6), 3.40 (1H, m,

H-3)。以上光谱数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **1** 为 β -谷甾醇。

化合物 **2**: 淡黄色无定形粉末(甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 266.0, 348.5, ESI-MS m/z : 447 $[\text{M}-\text{H}]^-$, 285 $[\text{M}-\text{H}-\text{Glc}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.6 (1H, s, 5-OH), 10.8 (1H, s, 7-OH), 10.1 (1H, s, 4'-OH), 8.04 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.40 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.45 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 3.06~3.82 (m) 为糖质子信号; $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.9 (C-2), 133.8 (C-3), 178.1 (C-4), 161.8 (C-5), 99.3 (C-6), 164.7 (C-7), 94.3 (C-8), 157.0 (C-9), 104.6 (C-10), 121.5 (C-1'), 131.5 (C-2', 6'), 115.7 (C-3', 5'), 160.5 (C-4'), 101.5 (C-1''), 74.8 (C-2''), 78.1 (C-3''), 70.5 (C-4''), 77.0 (C-5''), 61.5 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **2** 为山柰酚-3- O - β -D-葡萄糖苷。

化合物 **3**: 黄色无定形粉末(甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 257.5, 358.5, ESI-MS m/z : 463 $[\text{M}-\text{H}]^-$, 301 $[\text{M}-\text{H}-\text{Glc}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.5 (1H, s, 5-OH), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.40 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 7.57 (2H, dd, $J = 2.0, 6.4$ Hz, H-2', 6'), 6.83 (1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-5'), 5.45 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 3.16~3.82 (m) 为糖质子信号; $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.8 (C-2), 133.9 (C-3), 178.0 (C-4), 161.8 (C-5), 99.3 (C-6), 164.7 (C-7), 94.1 (C-8), 156.9 (C-9), 104.6 (C-10), 121.8 (C-1'), 115.8 (C-2'), 145.4 (C-3'), 149.0 (C-4'), 116.8 (C-5'), 122.2 (C-6'), 101.5 (C-1''), 74.7 (C-2''), 77.1 (C-3''), 70.6 (C-4''), 78.1 (C-5''), 61.6 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **3** 为槲皮素-3- O - β -D-葡萄糖苷。

化合物 **4**: 黄色无定形粉末(甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 273.5, 325.5, ESI-MS m/z : 639 $[\text{M}-\text{H}]^-$, 315 $[\text{M}-\text{H}-2\text{Glc}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 6.28 (1H, s, H-6), 8.05 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 5.66 (1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1''), 4.61 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1'''), 12.3 (1H, s, 5-OH), 3.80 (3H, s, 8-OMe); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.6 (C-2), 133.3 (C-3), 178.0 (C-4), 155.8 (C-5),

98.8 (C-6), 159.4 (C-7), 128.3 (C-8), 149.1 (C-9), 104.7 (C-10), 121.5 (C-1'), 131.3 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 160.8 (C-4'), 100.0 (C-1''), 83.0 (C-2''), 77.1 (C-3''), 70.3 (C-4''), 78.0 (C-5''), 61.3 (C-6''), 103.4 (C-1'''), 75.0 (C-2'''), 77.2 (C-3'''), 70.1 (C-4'''), 77.6 (C-5'''), 61.4 (C-6'''), 61.1 (8-OMe)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **4** 为 8-甲氧基草质素-3-*O*-β-*D*-槐糖苷。

化合物 **5**: 黄色无定形粉末 (甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 257.5, 359.0, ESI-MS m/z : 609 [M-H]⁻, 463 [M-H-Rha]⁻, 301 [M-H-Rha-Glc]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.6 (1H, s, 5-OH), 6.19 (1H, br s, H-6), 6.39 (1H, br s, H-8), 7.53 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 6.84 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-5'), 7.55 (1H, dd, $J = 2.4, 9.5$ Hz, H-6'), 5.33 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-1''), 3.70 (1H, d, $J = 10.8$ Hz, H-1'''), 0.97 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, H-6'''); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 156.7 (C-2), 133.9 (C-3), 177.94 (C-4), 161.8 (C-5), 99.4 (C-6), 165.1 (C-7), 94.3 (C-8), 156.9 (C-9), 104.4 (C-10), 122.2 (C-1'), 116.9 (C-2'), 145.5 (C-3'), 149.24 (C-4'), 115.9 (C-5'), 121.7 (C-6'), 101.5 (C-1''), 76.5 (C-2''), 78.2 (C-3''), 71.2 (C-4''), 77.1 (C-5''), 68.8 (C-6''), 100.3 (C-1'''), 72.5 (C-2'''), 70.6 (C-3'''), 74.7 (C-4'''), 70.6 (C-5'''), 18.3 (C-6''')。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **5** 为芦丁。

化合物 **6**: 黄色无定形粉末 (甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 267.0, 352.0, ESI-MS m/z : 461 [M-H]⁻, 285 [M-H-glucuronide]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.6 (1H, s, 5-OH), 6.17 (1H, br s, H-6), 6.38 (1H, br s, H-8), 8.02 (2H, d, br s, H-2', 6'), 6.87 (2H, br s, H-3', 5'), 5.44 (1H, d, $J = 7.1$ Hz, H-1''), 可知此化合物为山柰酚母核; ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 156.4 (C-2), 133.3 (C-3), 177.4 (C-4), 161.1 (C-5), 98.9 (C-6), 164.6 (C-7), 93.8 (C-8), 156.6 (C-9), 103.8 (C-10), 120.7 (C-1'), 131.0 (C-2', C-6'), 115.2 (C-3', C-5'), 160.2 (C-4'), 101.4 (C-1''), 75.4 (C-2''), 76.1 (C-3''), 71.7 (C-4''), 73.9 (C-5''), 171.3 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **6** 为山柰酚-3-*O*-β-*D*-葡萄糖醛酸苷。

化合物 **7**: 黄色无定形粉末 (甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 255.0,

357.5, ESI-MS m/z : 491 [M-H]⁻, 315 [M-H-glucuronide]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.6 (1H, s, 5-OH), 8.01 (1H, d, br s, H-2'), 6.89 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-6'), 7.43 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.04 (1H, br s, H-6), 6.23 (1H, br s, H-8), 5.53 (1H, d, $J = 6.4$ Hz, H-1''), 3.80 (3H, s, 3'-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 156.9 (C-2), 133.4 (C-3), 177.9 (C-4), 161.6 (C-5), 99.2 (C-6), 165.2 (C-7), 94.3 (C-8), 157.0 (C-9), 104.2 (C-10), 121.6 (C-1'), 114.5 (C-2'), 149.9 (C-3'), 147.4 (C-4'), 115.6 (C-5'), 122.5 (C-6'), 101.6 (C-1''), 75.2 (C-2''), 76.7 (C-3''), 72.7 (C-4''), 74.7 (C-5''), 172.6 (C-6''), 56.3 (3'-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **7** 为异鼠李素-3-*O*-β-*D*-葡萄糖醛酸苷。

化合物 **8**: 黄色无定形粉末 (甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 257.0, 360.0, ESI-MS m/z : 477 [M-H]⁻, 301 [M-H-glucuronide]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.5 (1H, s, 5-OH), 6.20 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 6.40 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 7.60 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 6.84 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.45 (1H, dd, $J = 2.2, 8.4$ Hz, H-6'), 5.46 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 可知此化合物为槲皮素母核; ¹³C-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 156.9 (C-2), 133.8 (C-3), 177.8 (C-4), 161.7 (C-5), 99.4 (C-6), 164.9 (C-7), 94.2 (C-8), 157.0 (C-9), 104.4 (C-10), 121.4 (C-1'), 115.9 (C-2'), 145.5 (C-3'), 149.2 (C-4'), 116.9 (C-5'), 122.2 (C-6'), 101.9 (C-1''), 76.3 (C-2''), 76.6 (C-3''), 72.0 (C-4''), 74.4 (C-5''), 170.9 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **8** 为槲皮素-3-*O*-β-*D*-葡萄糖醛酸苷。

化合物 **9**: 黄色无定形粉末 (甲醇), Mg-HCl 反应阳性, Molish 反应阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 255.5, 371.0, ESI-MS m/z : 463 [M-H]⁻, 301 [M-H-Glc]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.5 (1H, s, 5-OH), 6.41 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.73 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 与化合物 **3** 相比 H-6, 8 明显向低场移动, 说明 7 位连糖, 7.70 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.55 (1H, dd, $J = 2.2, 8.4$ Hz, H-6'), 5.21 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 3.16~3.82 (m) 为糖质子信号; ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 147.5 (C-2), 136.1 (C-3), 176.0 (C-4), 160.8 (C-5), 99.0 (C-6), 162.7 (C-7), 94.1 (C-8), 156.1 (C-9), 104.6 (C-10), 120.2 (C-1'), 115.8 (C-2'), 147.9

(C-3'), 145.1 (C-4'), 115.7 (C-5'), 121.0 (C-6'), 101.5 (C-1''), 73.7 (C-2''), 76.4 (C-3''), 70.6 (C-4''), 77.8 (C-5''), 61.4 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为槲皮素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷。

化合物 **10**: 黄色无定形粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 291 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.27 (1H, s, H-7), 4.35 (1H, dd, $J = 2.1, 7.0$ Hz, H-9), 2.99 (1H, dd, $J = 7.6, 18.8$ Hz, H-10a), 2.43 (1H, dd, $J = 2.0, 18.8$ Hz, H-10b); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 193.41 (C-11), 173.50 (C=O), 160.30 (C-8), 149.54 (C-6), 145.58 (C-2), 144.08 (C-4), 140.34 (C-5), 139.17 (C-3b), 115.21 (C-7a), 113.09 (C-3a), 108.04 (C-7b), 41.03 (C-9), 37.48 (C-10)。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **10** 为短叶苏木酚酸。

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] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [3] 刘艳南, 苏世文, 朱延儒. 翻白草抗菌活性成分的研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 1984, 15(7): 45.
- [4] 马 瑛, 温少珍. 翻白草治疗 II 型糖尿病 50 例疗效观察 [J]. 中草药, 2002, 33(7): 644.
- [5] 刘 顺, 单 淇, 周渭渭, 等. 翻白草糖尿病防治物质基础研究近况与展望 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2010, 12(2): 166-169.
- [6] 王 琦, 徐德然, 石心红, 等. 翻白草中黄酮类成分 [J]. 中国天然药物, 2009, 7(5): 361-364.
- [7] 薛培凤, 尹 婷, 梁 鸿, 等. 翻白草化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(14): 1052.
- [8] 孟令云, 杨 玲, 王佳祥, 等. 翻白草中黄酮类化合物的液相色谱分析 [J]. 中草药, 2005, 36(3): 445-446.
- [9] He Z W, Lu Z P, Wu W S, et al. Lipophilic chemical constituents from *Cirsium souliei* [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2007, 27(9): 1886-1887.
- [10] 马俊利, 李春钢, 张博男, 等. 甜荞麦花叶化学成分研究 [J]. 中国实验方剂学, 2010, 16(13): 94-96.
- [11] 赵海誉, 范妙璇, 石晋丽, 等. 北葶苈子化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(1): 15-18.
- [12] Izabela R, Jan G. Flavonoid compounds from *Pyrus communis* L. flowers [J]. *Acta Pol Pharm*, 2002, 59(1): 53-56.
- [13] 邓银华, 徐康平, 章 为, 等. 山豆根化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(2): 172-174.
- [14] 程卫强, 隋长惠, 袁久志, 等. 羽叶千里光黄酮类成分的研究 [J]. 中草药, 1999, 30(10): 727-729.
- [15] 张 琳, 李宝国, 付红伟, 等. 乌饭树叶黄酮苷类成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2009, 44(23): 1773-1774.
- [16] 田 瑛, 孙立敏, 刘细桥, 等. 中药地锦草酚性成分 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(5): 613-615.