

中华补血草的化学成分研究

刘兴宽

江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室, 江苏盐城师范学院生命科学与技术学院, 江苏 盐城 224051

摘要: 目的 研究中华补血草 *Limonium sinense* 全草的化学成分。方法 利用萃取、制备薄层、反复硅胶、Sephadex LH-20、开放 ODS 柱色谱等方法进行分离纯化, 根据理化常数测定及波谱分析对分离得到的化合物进行结构鉴定。结果 分离得到 11 个化合物, 分别鉴定为异鼠李素 (1)、甘露醇 (2)、 β -谷甾醇 (3)、齐墩果酸 (4)、槲皮素 (5)、槲皮素 3-O- β -D-葡萄糖苷 (6)、没食子酸乙酯 (7)、山柰酚 (8)、山柰酚-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷 (9)、(+)-儿茶素 (10)、异鼠李素-3-芸香糖苷 (11)。结论 化合物 4、6、7、10、11 为首次从中华补血草中分离得到。

关键词: 中华补血草; 黄酮; 山柰酚-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷; 槲皮素 3-O- β -D-葡萄糖苷; 异鼠李素-3-芸香糖苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)02-0230-04

Chemical constituents of *Limonium sinense*

LIU Xing-kuan

Jiangsu Provincial Key Laboratory of Coastal Wetland Bioresources and Environmental Protection, College of Life Science and Technology, Yancheng Teachers University, Yancheng, 224051, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents of *Limonium sinense*. **Methods** Eleven compounds were isolated by extraction, preparation-TLC, repeat-silicagel column, Sephadex-LH20, and opened-ODS column chromatography, and identified on the basis of physicochemical constant and spectra analysis. **Results** Eleven compounds were isolated and their structures were identified as isorhamnetin (1), mannitol (2), β -sitosterol (3), oleanolic acid (4), quercetin (5), quercetin-3-O- β -D-glucoside (6), ethylgallate (7), kaempferol (8), kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside (9), (+)-catechin (10), and isorhamnetin-3-rutinoside (11). **Conclusion** Compounds 4, 6, 7, 10, and 11 are obtained from *L. sinense* for the first time.

Key words: *Limonium sinense* (Girard) Kuntze; flavone; kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside; quercetin-3-O- β -D-glucoside; isorhamnetin-3-rutinoside

中华补血草 *Limonium sinense* (Girard) Kuntze 为蓝雪科补血草属植物, 又名匙叶草、盐云草、海菠菜、海赤芍等, 为多年生泌盐草本植物, 喜生于盐渍化的低洼湿地上, 广泛分布于我国东北、华北等地区, 尤以江苏省沿海滩涂分布甚广, 在江苏主要分布于苏北沿海的连云港、灌云、射阳、东台、如东、南通等地区的滩涂及盐碱湿地上^[1-2]。植物蕴藏量大, 资源丰富, 但其开发利用相对薄弱。目前除用于观赏、脱盐外还可用于临床。据记载, 全草入药具有清热解毒、止血散瘀、祛风消炎、抗衰老和抗癌等功效; 主治功能子宫出血、尿血、痔疮出血、脱肛、痢疾、月经过多、白带、子宫内膜炎和

宫颈糜烂等。根可治体弱、食欲不振, 叶可治胃溃疡和胃癌; 花枝可治功能性子宫出血、宫颈癌及其他出血^[3]。该植物作为新资源有着良好的药用开发前景。为进一步阐明中华补血草药效的物质基础, 本实验对中华补血草的化学成分进行研究, 从 75% 乙醇提取物中分得 11 个化合物, 分别鉴定为异鼠李素 (1)、甘露醇 (2)、 β -谷甾醇 (3)、齐墩果酸 (4)、槲皮素 (5)、槲皮素 3-O- β -D-葡萄糖苷 (6)、没食子酸乙酯 (7)、山柰酚 (8)、山柰酚-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷 (9)、(+)-儿茶素 (10) 和异鼠李素-3-芸香糖苷 (11), 其中化合物 4、6、7、10、11 为首次从该植物中分离得到。

收稿日期: 2010-09-03

基金项目: 江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室资助项目 (JLCBE09025); 江苏省盐城师范学院引进人才科研启动基金项目 (YCTURS06017)

作者简介: 刘兴宽 (1969—), 男, 江苏东海人, 硕士, 讲师, 现从事天然活性成分的分离及检测研究。

Tel: 15861949648 E-mail: xingkuanliu@sina.com

1 材料和仪器

药材于2008年8月采自江苏东台农村,经盐城师范学院生命科学与技术学院于延球教授鉴定为蓝雪科补血草属中华补血草 *Limonium sinense* (Girard) Kuntze。

X—4 显微熔点测定仪, NICOLET FT—IR50X 型红外光谱仪, VG ZAB—HS 型质谱仪, Varian INOVA 500 型超导脉冲傅里叶变换核磁共振波谱仪。

薄层色谱用硅胶 GF₂₅₄ (10~40 μm, 青岛海洋化工厂), 柱色谱用硅胶 (51~71 μm, 青岛海洋化工厂), 葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20(瑞典 Pharmacia 公司), 其他试剂 (分析纯, 市售)。

2 提取与分离

中华补血草全草 20 kg, 粉碎, 用体积分数 75% 乙醇溶液加热回流提取 3 次, 每次 2.5 h; 滤过, 合并滤液, 减压浓缩回收溶剂至无醇味后, 以石油醚去除浓缩物中的叶绿素。分别用与浓缩液等量的氯仿、醋酸乙酯、正丁醇各萃取浓缩物 3 次, 回收溶剂得各部分萃取物, 分别合并萃取物, 得氯仿部位、醋酸乙酯部位、正丁醇部位和水部位。利用各种色谱手段, 包括硅胶柱色谱、凝胶柱色谱、制备薄层色谱、开放 ODS 柱色谱、Sephadex LH-20 纯化等, 从中华补血草的氯仿萃取物中分离得到化合物 **1** (150 mg)、**2** (80 mg)、**3** (95 mg)、**4** (50 mg); 从醋酸乙酯部位分离得到化合物 **5** (450 mg)、**6** (40 mg)、**7** (75 mg)、**8** (170 mg)、**9** (190 mg)、**10** (55 mg)、**11** (100 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 黄色粉末, mp 306~308 °C (MeOH), 易溶于甲醇。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 3.84 (3H, s, OCH₃), 6.19 (1H, s, H-6), 6.47 (1H, s, H-8), 6.95 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 7.70 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-6'), 7.79 (1H, H-2'), 9.39 (1H, s, 3-OH), 9.70 (1H, s, 4'-OH), 10.75 (1H, s, 7-OH), 12.45 (1H, s, 5-OH); H-2'较 H-6'处于较低场, 表明 B 环的氧取代方式是 3'-OMe, 4'-OH。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 147.3 (C-2), 135.8 (C-3), 175.7 (C-4), 156.1 (C-5), 98.1 (C-6), 163.9 (C-7), 93.5 (C-8), 160.6 (C-9), 103.0 (C-10), 121.9 (C-1'), 115.5 (C-2'), 146.6 (C-3'), 148.8 (C-4'), 111.7 (C-5'), 121.6 (C-6'), 55.7 (OCH₃)。以上数据与文献报道的异鼠李素 (isorhamnetin) 基本一致^[4]。

化合物 **2**: 无色针晶 (甲醇), mp 165~167 °C, 易溶于水。IR ν_{max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 288 (-OH), 1 422, 1 281,

1 082, 1 019。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) 谱中, 给出 δ 3.46~4.44 (10H, m) 质子信号。¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) 谱中, 给出 δ 71.4 (C-3, 4), 69.8 (C-2, 5), 63.9 (C-1, 6) 碳信号。与甘露醇对照品点于同一硅胶 G 板上, 醋酸乙酯-吡啶-水 (7:2:1) 展开, 取出晾干后用 KMnO₄ 溶液显色, 样品与对照品 R_f 值完全一致, 共 TLC 为单一斑点。样品与对照品混合熔点不降低。以上数据与文献数据基本一致^[5], 故鉴定为甘露醇 (mannitol)。

化合物 **3**: 无色针晶 (CHCl₃-MeOH), mp 132~134 °C, [α]_D²⁰ +35.2° (CHCl₃)。IR ν_{max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 430 (OH), 1 640 (C=C)。FAB-MS *m/z*: 414 [M]⁺, 396, 330, 329, 273, 255, 138, 120, 107, 105, 95, 69, 55 (基峰)。¹H-NMR (CDCl₃, 500 MHz) δ: 5.35 (1H, br d, *J* = 5.0 Hz, H-6), 3.53 (1H, m, H-3), 1.01 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-21), 0.86 (3H, t, *J* = 7.6 Hz, H-29), 0.84 (3H, d, *J* = 6.8 Hz, H-26), 0.82 (3H, d, *J* = 6.8 Hz, H-27), 0.68 (3H, s, H-18)。¹³C-NMR (CDCl₃, 125 MHz) δ: 140.75 (C-5), 121.70 (C-6), 71.80 (C-3), 56.76 (C-14), 56.05 (C-7), 50.13 (C-9), 45.83 (C-24), 42.30 (C-13), 40.47 (C-4), 39.77 (C-12), 37.25 (C-1), 36.50 (C-20), 36.13 (C-10), 33.94 (C-22), 31.89 (C-7), 31.65 (C-2), 29.14 (C-8), 28.90 (C-25), 28.23 (C-16), 26.07 (C-23), 24.29 (C-15), 23.06 (C-28), 21.20 (C-11), 19.81 (C-27), 19.03 (C-19), 18.97 (C-16), 18.77 (C-21), 11.97 (C-18), 11.85 (C-29)。Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 提示为不饱和甾醇类化合物, MS 为典型的甾醇类裂解方式。其 ¹H-NMR、¹³C-NMR 与文献报道的 β-谷甾醇基本一致^[6]。经与对照品 (购自 Sigama 公司) 共熔点、共 TLC, 证明为同一化合物, 因此化合物 **3** 鉴定为 β-谷甾醇 (β-sitosterol)。

化合物 **4**: 白色针晶, mp 309~310 °C, [α]_D²⁰ +80° (CH₃OH), 易溶于氯仿、丙酮和甲醇。IR ν_{max}^{KBr} (cm⁻¹): 3 427, 3 074, 2 942, 2 869, 1 687, 1 640, 1 452, 1 382, 1 377, 1 320, 1 274, 1 237, 1 190, 1 132, 1 107, 1 045, 1 040, 984, 883。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.28 (1H, s, H-12), 3.23 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-3), 2.83 (1H, dd, *J* = 11.8 Hz, H-18), 2.95 (1H, m, H-19), 2.22 (1H, m, H-13), 2.13 (2H, s, H-22), 1.64 (3H, s, H-26), 0.93 (3H, s, H-25), 0.86 (6H, s, H-23, H-24), 0.76 (3H, s, H-30), 0.64 (3H, s, H-27)。¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 183.06 (C-28), 30.72

(C-20), 32.51 (C-29), 79.11 (C-3), 46.59 (C-17), 55.43 (C-5), 47.82 (C-9), 41.19 (C-18), 46.02 (C-19), 41.74 (C-14), 39.42 (C-8), 38.83 (C-4), 32.79 (C-22), 143.58 (C-13), 38.63 (C-1), 23.14 (C-16), 33.08 (C-7), 33.89 (C-21), 27.34 (C-2), 23.49 (C-30), 27.77 (C-15), 122.74 (C-12), 23.62 (C-11), 17.18 (C-26), 18.43 (C-6), 25.88 (C-27), 15.52 (C-24), 28.18 (C-23), 15.33 (C-25)。EI-MS m/z : 456 (M^+ , 5.56%), 395, 316, 302, 287, 273, 259, 248, 234, 220, 203, 189, 175, 161, 147, 133, 119, 107。有关波谱数据与文献值基本相符^[7], 断定该化合物是齐墩果酸 (oleanolic acid)。

化合物 5: 黄色针晶 (MeOH), 盐酸-镁粉反应阳性, mp 316~318 °C, 易溶于甲醇。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 379, 3 287, 1 672, 1 616, 1 516, 1 456, 1 430, 1 357, 1 315, 1 246, 1 211, 1 163, 1 098, 1 003, 934, 882, 822, 788。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 6.18 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.39 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.89 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 7.64 (1H, dd, $J = 1.8, 8.5$ Hz, H-6'), 7.73 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 148.1 (C-2), 136.5 (C-3), 177.1 (C-4), 158.6 (C-5), 99.6 (C-6), 165.9 (C-7), 94.7 (C-8), 162.8 (C-9), 104.0 (C-10), 124.5 (C-1'), 116.3 (C-2'), 146.5 (C-3'), 149.1 (C-4'), 116.5 (C-5'), 121.9 (C-6')。以上数据与文献报道的槲皮素 (quercetin) 基本一致^[8]。

化合物 6: 黄色粉末, mp 227~229 °C, 盐酸-镁粉反应阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD , 400 MHz) δ : 7.70 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.18 (1H, s, H-6), 6.38 (1H, s, H-8), 6.89 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.95 (1H, dd, $J = 2.0, 8.4$ Hz, H-6'), 5.25 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, Glc H-1), 3.02~3.06 (4H, m, Glc H-2, 3, 4, 5), 3.72 (1H, dd, $J = 2.4, 18.0$ Hz, Glc H-6 α), 3.57 (1H, $J = 5.4, 18.0$ Hz, Glc H-6 β)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 100 MHz) δ : 147.3 (C-2), 134.2 (C-3), 177.3 (C-4), 157.6 (C-5), 98.7 (C-6), 164.4 (C-7), 93.6 (C-8), 161.2 (C-9), 103.9 (C-10), 122.1 (C-1'), 115.0 (C-2'), 144.6 (C-3'), 148.5 (C-4'), 116.5 (C-5'), 121.4 (C-6'); glucose δ : 103.2 (C-1''), 74.3 (C-2''), 76.8 (C-3''), 70.6 (C-4''), 76.8 (C-5''), 62.2 (C-6'')。以上光谱数据与文献报道的槲皮素 3-O- β -D-葡萄糖苷 (quercetin-3-O- β -D-glucoside) 数据一致^[8]。

化合物 7: 白色针晶 (氯仿-甲醇), mp 157~158 °C。 FeCl_3 显蓝黑色, 易溶于丙酮和甲醇, 微溶于氯

仿和水。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 450, 3 299 (OH), 1 706 (C=O), 1 619, 1 535, 1 400, 1 384, 1 315, 1 255, 1 041, 763。FAB-MS m/z : 198 [M]⁺。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.10 (2H, s, H-2, 6), 4.28 (2-H, q, $J = 7.0$ Hz, O- CH_2CH_3), 1.36 (3H, t, $J = 7.0$ Hz, O- CH_2CH_3)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 167.3 (C=O), 144.4 (C-3, 5), 137 (C-4), 120.5 (C-1), 108.9 (C-2, 6), 60.5 (O- CH_2), 13.8 (CH_3)。与文献报道的没食子酸乙酯 (ethylgallate) 数据一致^[9]。

化合物 8: 黄色粉末, mp 274~276 °C, 易溶于甲醇。盐酸-镁粉反应呈阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 6.18 (1H, s, H-6), 6.39 (1H, s, H-8), 8.08 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2', 6'), 6.90 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-3', 5')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 146.8 (C-2), 135.6 (C-3), 175.8 (C-4), 156.1 (C-5), 98.1 (C-6), 163.8 (C-7), 93.4 (C-8), 160.7 (C-9), 103.0 (C-10), 121.6 (C-1'), 129.3 (C-2', 6'), 115.5 (C-3', 5'), 159.1 (C-4')。以上光谱数据与文献报道的山柰酚 (kaempferol) 数据一致^[10]。

化合物 9: 黄色颗粒状结晶 (MeOH), mp 246~248 °C, 易溶于甲醇。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 0.81 (3H, d, $J = 5.6$ Hz, CH_3), 3.37 (1H, m, H-5''), 4.60 (1H, s, H-4''), 4.70 (1H, s, H-3''), 4.94 (1H, s, H-2''), 5.30 (1H, br s, H-1''), 6.21 (1H, d, $J = 1.7$ Hz, H-6), 6.41 (1H, d, $J = 1.7$ Hz, H-8), 6.92 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3', 5'), 7.76 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2', 6'), 10.21 (1H, s, 4'-OH), 10.80 (1H, s, 7-OH), 12.62 (1H, s, 5-OH)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.5 (C-2), 134.2 (C-3), 177.7 (C-4), 161.3 (C-5), 98.7 (C-6), 164.2 (C-7), 93.7 (C-8), 157.2 (C-9), 104.1 (C-10), 120.5 (C-1'), 130.6 (C-2', 6'), 115.4 (C-3', 5'), 159.9 (C-4'), 101.8 (C-1'), 70.3 (C-2'), 70.5 (C-3'), 71.1 (C-4'), 70.0 (C-5'), 17.4 (C-6')。以上数据与文献报道的山柰酚 3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷 (kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranoside) 基本一致^[11]。

化合物 10: 无色针晶 (甲醇), mp 254~256 °C。TLC 展开, 紫外灯 (254 nm) 下显紫黑色, FeCl_3 显色为深蓝色, 提示结构中有酚羟基; 盐酸-镁粉反应呈阴性。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, MeOD) δ : 2.52 (1H, dd, H-4'''), 2.88 (1H, dd, H-4''), 4.00 (1H, m, H-3), 4.58 (1H, d, H-2), 5.88 (1H, d, H-6), 5.95 (1H, d, H-8), 6.73 (1H, dd, H-6'), 6.78 (1H, d, H-5'), 6.86 (1H, d, H-2')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (500 MHz, MeOD) δ : 28.95

(C-4), 68.6 (C-3), 82.6 (C-2), 95.3 (C-6), 96.1 (C-8), 100.6 (C-4'), 115.0 (C-2'), 115.9 (C-5'), 119.8 (C-6'), 131.9 (C-1'), 145.9 (C-3'), 156.6 (C-7), 157.3 (C-5), 157.5 (C-8')。其数据与文献报道一致^[12], 鉴定该化合物为 (+)-儿茶素 [(+)-catechin]。

化合物 11: 黄色粉末(甲醇), mp 167~169 °C, TLC 紫外灯(254 nm)下显黄色, 硫酸-乙醇显淡黄色, 显示为黄酮类化合物。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 435 (OH), 1 651, 1 607, 1 507, 1 456 (苯环), 1 355, 1 205, 1 128, 1 063。 ¹H-NMR (DMSO-*d*₆) δ : 6.2 (1H, t, *J* = 2.0 Hz, H-6), 6.40 (1H, s, H-8), 7.92 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2'), 6.90 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 7.60 (1H, dd, *J* = 1.6, 8.4 Hz, H-6'), 3.92 (3H, s, OCH₃), 5.23 (1H, d, *J* = 7.2 Hz, H-1''), 4.52 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-1'''), 1.09 (3H, d, *J* = 6.0 Hz, H-6'')。 ¹³C-NMR (DMSO-*d*₆) δ : 158.6 (C-2), 104.4, 135.4 (C-3), 180.0 (C-4), 163.1 (C-5), 99.5 (C-6), 164.1 (C-7), 95.0 (C-8), 158.7 (C-9), 105.3 (C-10), 123.1 (C-1'), 114.4 (C-2'), 148.2 (C-3'), 150.0 (C-4'), 116.2 (C-5'), 124.4 (C-6'), 56.3 (OCH₃), 102.5 (C-1''), 75.9 (C-2''), 78.2 (C-3''), 71.6 (C-4''), 77.4 (C-5''), 68.5 (C-6''), 104.4 (C-1), 72.1 (C-2), 78.2 (C-3), 73.8 (C-4), 69.8 (C-5), 17.9 (C-6)。以上数据与文献对照一致^[13], 故确定该化合物为异鼠李素-3-芸香糖苷 (isorhamnetin-3-rutinoside)。

参考文献

- [1] 江苏省植物研究所. 江苏植物志 [M]. 下册. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982.
- [2] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴 [M]. 第三册. 北京: 科学出版社, 1974.
- [3] 董必慧. 江苏沿海滩涂中华补血草的保护性研究 [J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(6): 28-30.
- [4] 赵超, 陈华国, 龚小见, 等. 杠板归的化学成分研究 (II) [J]. 中草药, 2010, 41(3): 365-367.
- [5] 刘韶, 秦勇, 杜方麓. 苦丁茶化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2003, 28(9): 834-836.
- [6] 陶华明, 王隶书, 崔占臣, 等. 麻黄根的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(4): 533-535.
- [7] 崔益冷, 穆青, 胡昌奇. 红花锦鸡儿化学成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2004, 39(3): 173-175.
- [8] 付小丽, 张立伟, 林文翰, 等. 满山红化学成分的研究 [J]. 中草药, 2010, 41(5): 704-707.
- [9] 王文祥, 蒋小岗, 顾明. 芍药的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2000, 12(6): 37-38.
- [10] 李丽, 孙洁, 孙敬勇, 等. 马尾松花粉化学成分的研究 [J]. 中草药, 2010, 41(4): 530-532.
- [11] 沈进, 梁健, 彭树林, 等. 星状凤毛菊的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(5): 391-394.
- [12] 姜薇薇, 张晓琦, 李茜, 等. 竹叶榕根的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19(4): 588-590.
- [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.