

$C_{21}H_{30}O_8$, ESIMS m/z : 433 $[M + Na]^+$; IR ν_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 284, 3 115, 1 771, 1 731, 1 242; ^{13}C -NMR (CD_3OD , 100 MHz) δ : 76. 6 (C-1), 24. 7 (C-2), 34. 3 (C-3), 68. 7 (C-4), 51. 4 (C-5), 71. 2 (C-6), 43. 1 (C-7), 74. 6 (C-8), 71. 8 (C-9), 41. 2 (C-10), 134. 1 (C-11), 170. 6 (C-12), 122. 8 (C-13), 22. 0 (C-14), 30. 0 (C-15), 6-ester (18. 9, 19. 0, 34. 4, 176. 2), 1-OAc (21. 4, 170. 7)。与参考文献数据对照一致^[10], 故鉴定为 1 β -acetoxy-4 α , 9 α -dihydroxy-6 β -isobutyroxy-prostatolide。

化合物 8: 白色粉末, mp 253 ~ 255 ; 分子式 $C_{20}H_{32}O_4$; ESIMS m/z : 359 $[M + Na]^+$, 318, 274, 218; IR ν_{max}^{KBr} (cm^{-1}): 3 428, 3 258, 2 944, 2 870, 1 697; 氢谱和碳谱数据与文献对照一致^[11], 鉴定为对映 16 β , 17-二羟基贝壳杉烷-19-羧酸。

化合物 9: 白色粉末, mp > 300 , 在多种溶剂中不易溶解, 10 %的硫酸-乙醇溶液显紫色, 与胡萝卜苷对照品共薄层展开, R_f 值一致, 混合熔点不下降, 故鉴定为胡萝卜苷。

化合物 10: 黄色簇状结晶, mp 160 ~ 162 , 氢谱和碳谱数据与文献对照一致^[12], 故鉴定为原儿茶醛。

化合物 11: 黄色粉末, mp 189 ~ 192 , 氢谱和碳谱数据与文献对照一致^[13], 故鉴定咖啡酸。

致谢: 暨南大学药学院叶文才老师和张晓琪老师给予了极大的帮助。

参考文献:

[1] Phytochemical composition of *Wedelia trilobata* (kaisnipata)

[D]. San Diego, CA, United States, 229th ACS National Meeting, 2005.

[2] 武美兰, 张德志. 入侵植物三裂蜚菊研究进展 [J]. 今日药学, 2008, 18(6): 21-23.

[3] Maria K, Anastasia K, Spyros S, et al. Sesquiterpene lactones from *Anthemis altissima* and their anti-helicobacterpylori activity [J]. *J Nat Prod*, 2003, 66: 699-702.

[4] Consolacion Y R, William G P. New eudesmanolids sesquiterpenes from a Philippines collection of *Wedelia prostrata* [J]. *J Nat Prod*, 1993, 56(30): 386-393.

[5] Raul G E, Julie B, Benjamin O, et al. Comparison of crystal and solution structures and 1H -NMR and ^{13}C -NMR chemical shifts for grandiflorenic acid, and monogoinic acid [J]. *Can J Chem*, 1997, 75: 342-347.

[6] Olha K, Victor C, Renato M, et al. Ent-kaurane glycosides and sesquiterpene lactones of the hirsutinolide type from *Vernonia triflosculosa* [J]. *Phytochemistry*, 2006, 67(1): 62-69.

[7] Hong Q D, Takaishi Y, Momota H, et al. Immunosuppressive diterpenoids from *Tripterygium wilfordii* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(11): 1522-1525.

[8] Maria D R C, Cesar A N C. Monoterpenes and lignans from *Mikania saltensis* [J]. *J Nat Prod*, 1991, 54(4): 1162-1164.

[9] Li X Q, Gao K, Jia Z J. Eremophilenolides and other constituents from the roots of *Ligularia sagitta* [J]. *Planta Med*, 2003, 69: 356-360.

[10] 张玉虎, 刘梅芳, 凌铁军, 等. 三裂蜚菊中的倍半萜内酯成分及其化感作用 [J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(6): 533-537.

[11] 俞桂新, 王峥涛. 豨薟草化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2006, 41(24): 1854.

[12] 高广春, 漆淑华, 张 偲, 等. 山石榴的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(7): 1031-1033.

[13] 刘文慧, 成则丰, 乔文涛, 等. 山核桃外果皮化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(9): 1359-1361.

野雉尾金粉蕨化学成分研究

李明潺¹, 唐生安², 段宏泉^{2*}

(1. 天津医科大学总医院药剂科, 天津 300052; 2. 天津医科大学药学院 基础医学研究中心, 天津 300070)

摘要: 目的 研究野雉尾金粉蕨 *Onychium japonicum* 的化学成分。方法 以硅胶、凝胶等多种柱色谱分离, 制备高效液相色谱纯化, 有机波谱方法鉴定结构。结果 分离得到 11 个化合物, 分别鉴定为 4, 3', 4'-trihydroxy-2, 6-dimethoxychalcone (1)、金圣草酚 (chrysoeriol, 2)、木犀草素 (3)、紫柳素 (butin, 4)、原儿茶酸 (5)、3, 4-dihydroxy-acetophenone (6)、咖啡酸 (7)、香草酸 (8)、对羟基水杨醛 (9)、丁香酸 (10)、 β -谷甾醇 (11)。结论 化合物 1 为新的化合物, 命名为野鸡尾酮 D (japonicone D), 化合物 2 ~ 10 为首次从金粉蕨属植物中分离得到。

关键词: 野雉尾金粉蕨; 野鸡尾酮 D; 查耳酮; 黄酮; 酚酸

中图分类号: R284. 1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)05-00685-04

Chemical constituents from *Onychium japonicum*LI Ming-chan¹, TANG Sheng-an², DUAN Hong-quan²

(1. Office of Pharmacy, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China; 2. School of Pharmaceutical Sciences, Basic Medical Research Center of Tianjin, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China)

Abstract : Objective To study the chemical constituents from *Onychium japonicum*. **Methods** Chemical constituents were isolated by repeated column chromatography and preparative HPLC, and their structures were elucidated on the basis of spectroscopic method. **Results** Ten compounds were identified as: 4, 3', 4'-trihydroxy-2, 6-dimethoxychalcone (1), chrysoeriol (2), luteolin (3), butin (4), protocatechuic acid (5), 3, 4-dihydroxy-acetophenone (6), caffeic acid (7), vanillic acid (8), 2, 4-dihydroxybenzaldehyde (9), syringic acid (10), and β -sitosterol (11). **Conclusion** Compound 1 is a new product named japonicone D, compounds 2 - 10 are isolated from the plants of *Onychium* Kaulf for the first time.

Key words : *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze.; japonicone D; chalcone; flavones; phenol acid

野鸡尾为中国蕨科金粉蕨属野雉尾金粉蕨 *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze. 的全草, 又名大旋鸡尾。多分布于日本、韩国以及其他一些亚洲国家, 在中国以云南、四川为中心分布。其具有清热、利湿、解毒、止血的功效, 临床用于治疗风热感冒、急性胃肠炎、痢疾、黄疸、咳血^[1]等症。野雉尾金粉蕨的化学成分研究很少, 至今只报道了 4 个黄酮类和茛酮类化合物^[2~5]。本研究以天然药物化学研究手段, 对野雉尾金粉蕨进行了提取分离, 本实验从野雉尾金粉蕨的石油醚和醋酸乙酯提取部位分离得到 11 个化合物, 分别鉴定为 4, 3', 4'-trihydroxy-2, 6-dimethoxychalcone (1)、金圣草酚 (chrysoeriol, 2)、木犀草素 (3)、紫柳素 (butin, 4)、原儿茶酸 (5)、3, 4-dihydroxy-acetophenone (6)、咖啡酸 (7)、香草酸 (8)、对羟基水杨醛 (9)、丁香酸 (10)、 β -谷甾醇 (11)。化合物 1 为新的化合物, 命名为野鸡尾酮 D (japonicone D), 化合物 2 ~ 10 为首次从金粉蕨属植物中分离得到。

1 仪器与材料

核磁共振仪: Bruker AVANCE 300 instrument, ¹H-NMR 300 MHz, ¹³C-NMR 75 MHz, TMS 内标。质谱仪: Alliance 2695 Quattro Micro TM ESI (Waters, 液质联用色谱仪)。紫外分光光度计: Hitachi U-3310 UV-VIS Spectrophotometer。红外光谱仪: NICOLET 380 FT-IR Spectrophotometer (Thermo Electron Corporation), KBr 压片。半制备高效液相色谱仪: JASCO 高效液相色谱系统 (PU-2089 plus, RF-2031 plus, UV-2075 plus)。色谱柱: YMC-Pack ODS-A SH-343-5, (250 mm × 20 mm, 5 μ m)。Toyopearl HW-40C (日本 Tosoh 公司)。硅胶 100 ~ 200, 300 ~ 400 目及薄层用硅胶板 GF₂₅₄ 均为

青岛海洋化工厂生产; 所用试剂均为分析纯。

野雉尾金粉蕨 *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze. 采自湖北鹤峰 (2004 年 12 月), 由中南民族大学生命科学院万定荣教授鉴定, 标本 (D20050118) 存放于天津医科大学药学院。

2 提取和分离

取自然干燥的野雉尾金粉蕨全草 9 kg, 粉碎后用 95% 的乙醇加热回流提取 3 次, 每次 6 h。提取液减压浓缩, 得浸膏 1 750 g, 将浸膏以水混悬, 依次用水饱和的石油醚、醋酸乙酯和正丁醇萃取, 得石油醚提取物 224 g、醋酸乙酯提取物 166 g、正丁醇提取物 1 150 g。取石油醚提取物 (224 g), 以硅胶柱色谱分离, 石油醚-醋酸乙酯-甲醇系统梯度洗脱, 再经 Toyopearl HW-40C 分离, 结晶法纯化得到化合物 11 (20.1 mg)。醋酸乙酯提取物 (166 g) 同样经硅胶柱色谱梯度洗脱, 再分别以快速色谱、凝胶渗透柱色谱 Toyopearl HW-40C 分离, 制备薄层色谱以及制备型高效液相色谱分离纯化, 得化合物 1 (27.5 mg)、2 (12.5 mg)、3 (29.7 mg)、4 (12.6 mg)、5 (25.2 mg)、6 (7.9 mg)、7 (16.3 mg)、8 (32.4 mg)、9 (26.3 mg) 和 10 (26.5 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 黄色无定形粉末, $[\alpha]_D^{25} + 0.012$ (c 0.49, MeOH), IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 369, 1 612, 1 544, 1 482, 1 439, 1 358, 1 322, 1 292, 1 212, 1 177, 1 117, 1 041, 979, 921, 821, 756, 636。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ nm (log ϵ): 326 (3.82)。由 HRES-MS m/z : 339.083 8 $[M + Na]^+$ (calcd 339.297 2) 推测该化合物的分子式为 C₁₇H₁₆O₆。化合物 1 的 ¹H-NMR 谱可观察到 5 个芳香质子的共振吸收峰 [δ 6.14 (2H, s), 7.44 (1H, d, J = 2.1 Hz), 6.86 (1H, d, J = 8.1 Hz),

7. 47(1H, dd, $J = 8.1, 2.1$ Hz), 还观察到一个反式双键 [δ 8. 20(1H, d, $J = 15.7$ Hz), 7. 86(1H, d, $J = 15.7$ Hz)] 和 2 个甲氧基 [δ 3. 89(6H, s)]。 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱图中共观察到 17 个碳的共振信号, 包括 2 个苯环 [δ 106. 5(s), 163. 6(s), 93. 1(d), 163. 5(s), 132. 6(s), 123. 1(d), 146. 5(s), 151. 8(s), 116. 0(d), 116. 5(d)], 一个共轭羰基 [δ 193. 2], 一个双键 [δ 137. 4(d), 121. 3(d)] 和两个甲氧基 [δ 56. 4(q, $\text{OCH}_3 \times 2$)]。以上波谱数据表明该化合物具有 2 个苯环, 一个反式双键及与其共轭的羰基的结构特征, 推测为查耳酮类化合物。

结合二维(COSY, HSQC, HMBC, NOESY) 波谱解析, 鉴定该化合物为 4, 3', 4'-trihydroxy-2, 6-dimethoxychalcone, 波谱数据归属如下: $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD) δ : 6. 14(2H, s, H-3', 5'), 7. 44(1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6'), 6. 86(1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 7. 47(1H, dd, $J = 8.1, 2.1$ Hz, H-2'), 7. 86(1H, d, $J = 15.7$ Hz, H- α), 8. 20(1H, d, $J = 15.7$ Hz, H- β), $-\text{OCH}_3$ 3. 89(6H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD) δ : 106. 5(s, C-1), 163. 6(s, C-2, 6), 93. 1(d, C-3, 5), 163. 5(s, C-4), 132. 6(s, C-1'), 116. 5(d, C-2'), 146. 5(s, C-3'), 151. 8(s, C-4'), 116. 0(d, C-5'), 123. 1(d, C-6'), 193. 2(s), 121. 3(d, C- α), 137. 4(d, C- β), 2 $\times \text{OCH}_3$ 56. 4(t)。化合物 1 的 HMBC 和 NOESY 相关见图 1。

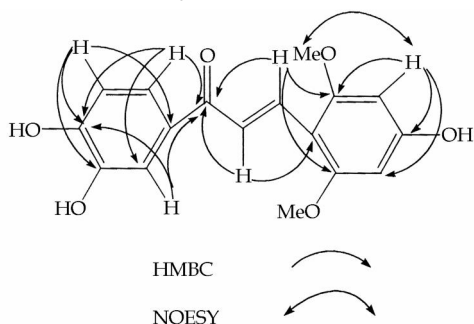


图 1 化合物 1 的 HMBC 和 NOESY 相关图

Fig 1 HMBC and NOESY of compound 1

综上所述, 化合物 1 鉴定为 4, 3', 4'-trihydroxy-2, 6-dimethoxychalcone, 结构如图 2 所示, 经文献检索, 未见该化合物的相关报道, 因此化合物 1 为新化合物。命名为野鸡尾酮 D(japonicone D)。

化合物 2: 黄色无定形粉末。ESI-MS m/z : 301 $[\text{M} + \text{H}]^+$ ($\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_6$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD) δ : 6. 16(1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-6), 6. 30(1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-8), 6. 59(1H, s, H-3), 6. 83(1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5'), 7. 20(1H, dd, $J = 2.0, 8.2$ Hz, H-6'), 7. 47

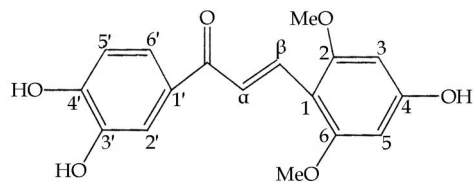


图 2 化合物 1 的结构图

Fig 2 Structure of compound 1

(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 3. 91(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD) δ : 182. 3(C-4), 170. 2(C-7), 170. 1(C-2), 113. 3(C-3), 95. 4(C-10), 161. 6(C-9), 149. 2(C-5), 95. 3(C-6), 92. 5(C-8), 147. 9(C-3'), 146. 8(C-4'), 126. 1(C-6'), 125. 8(C-1'), 118. 8(C-5'), 116. 7(C-2')。以上光谱数据与文献报道的 chrysoeriol 基本一致^[6], 鉴定为金圣草酚。

化合物 3: 黄色无定形粉末。ESI-MS m/z : 287 $[\text{M} + \text{H}]^+$ ($\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD) δ : 6. 20(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6. 44(1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6. 54(1H, s, H-3), 6. 89(1H, d, $J = 8.9$ Hz, H-5'), 7. 37 ~ 7. 40(2H, m, H-2', 6')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD) δ : 184. 0(C-4), 166. 5(C-7), 166. 2(C-2), 163. 3(C-9), 159. 5(C-5), 105. 4(C-10), 104. 0(C-3), 100. 3(C-6), 95. 1(C-8), 151. 1(C-4'), 147. 1(C-3'), 123. 8(C-6'), 120. 4(C-1'), 116. 9(C-5'), 114. 3(C-2')。以上光谱数据与文献报道的木犀草素基本一致^[7], 鉴定为木犀草素。

化合物 4: 淡黄色针晶。ESI-MS m/z : 273 $[\text{M} + \text{H}]^+$ ($\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_5$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD) δ : 7. 73(1H, d, $J = 8.7$ Hz, H-5), 6. 50(1H, dd, $J = 2.3, 8.7$ Hz, H-6), 6. 36(1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 5. 32(1H, dd, $J = 3.0, 12.8$ Hz, H-2), 3. 02(1H, dd, $J = 12.8, 17.0$ Hz, H-3a), 2. 69(1H, dd, $J = 3.1, 17.0$ Hz, H-3b), 6. 93(1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-2'), 6. 79 ~ 6. 93(2H, brs, H-5', 6')。 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据 (CD_3OD) δ : 193. 6(C-4), 166. 9(C-7), 165. 6(C-2), 146. 9(C-4'), 146. 6(C-3'), 132. 1(C-1'), 130. 0(C-5), 119. 3(C-6'), 116. 3(C-5'), 115. 1(C-10), 114. 4(C-2'), 111. 8(C-6), 103. 9(C-8), 81. 7(C-2), 45. 1(C-3)。以上光谱数据与化合物 butin 基本一致^[8], 鉴定为紫柳素。

化合物 5: 白色针晶。ESI-MS m/z : 273 $[\text{M} + \text{H}]^+$ ($\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_5$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD) δ : 6. 81(1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 7. 43(1H, dd, $J = 8.1, 1.9$ Hz, H-6), 7. 45(1H, brs, H-2)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD) δ : 170. 4(COOH), 151. 6(C-4), 146. 0(C-3), 124. 0(C-

6), 123.1 (C-1), 117.8 (C-2), 115.8 (C-5)。以上光谱数据与化合物原儿茶酸基本一致^[9], 鉴定为原儿茶酸。

化合物 6: 白色针晶。ESI-MS m/z : 153 [M + H]⁺ (C₈H₈O₃)。¹H-NMR (CD₃OD) δ : 2.50 (3H, s), 6.74 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2), 6.83 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5), 7.44 (1H, dd, J = 8.2, 2.0 Hz, H-6)。¹³C-NMR (CD₃OD) δ : 199.8 (C = O), 152.4 (C-4), 146.5 (C-3), 130.8 (C-1), 123.6 (C-6), 116.2 (C-2), 115.9 (C-5), 26.3 (-OCH₃)。以上光谱数据与化合物 3, 4-dihydroxyacetophenone 基本一致^[10], 鉴定为 3, 4-dihydroxyacetophenone。

化合物 7: 白色结晶。ESI-MS m/z : 181 [M + H]⁺ (C₉H₈O₄)。¹H-NMR (CD₃OD) δ : 6.22 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-8), 7.53 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-7), 6.79 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5), 6.93 (1H, dd, J = 8.2, 2.0 Hz, H-6), 7.03 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2)。¹³C-NMR (CD₃OD) δ : 171.2 (C-9), 149.5 (C-3), 147.1 (C-7), 146.9 (C-4), 127.9 (C-1), 122.9 (C-8), 116.6 (C-6), 115.7 (C-5), 115.2 (C-2)。以上光谱数据与化合物咖啡酸基本一致^[11], 鉴定为咖啡酸。

化合物 8: 无色结晶。ESI-MS m/z : 169 [M + H]⁺ (C₈H₈O₄)。¹H-NMR (CD₃OD) δ : 3.89 (3H, s, OCH₃), 6.84 (1H, d, J = 8.7 Hz, H-5), 7.54 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2), 7.56 (1H, dd, J = 2.0, 8.1 Hz, H-6)。¹³C-NMR (CD₃OD) δ : 170.2 (COOH), 152.7 (C-4), 148.7 (C-3), 125.4 (C-6), 123.2 (C-1), 115.9 (C-2), 113.9 (C-5), 56.5 (-OCH₃)。以上光谱数据与化合物香草酸基本一致^[11], 鉴定为香草酸。

化合物 9: 白色无定形粉末。ESI-MS m/z : 139 [M + H]⁺ (C₇H₆O₃)。¹H-NMR (DMSO-*d*₆) δ : 9.72 (1H, s, -CHO), 6.93 (1H, d, J = 7.9 Hz, H-6), 7.27 (1H, d, J = 2.5 Hz, H-3), 7.30 (1H, dd, J = 2.5, 9.0 Hz, H-5)。¹³C-NMR (DMSO-*d*₆) δ : 191.1 (CHO), 152.2 (C-4), 146.0 (C-2), 128.9 (C-1),

124.6 (C-6), 115.6 (C-5), 114.4 (C-3)。以上光谱数据与化合物对羟基水杨醛基本一致^[12], 鉴定为对羟基水杨醛。

化合物 10: 白色结晶状粉末。ESI-MS m/z : 199 [M + H]⁺ (C₉H₁₀O₅)。¹H-NMR (CD₃OD) δ : 3.87 (6H, s, 2 × OCH₃), 7.32 (2H, s)。¹³C-NMR (CD₃OD) δ : 170.0 (C-1), 148.9 (C-4, 6), 141.8 (C-5), 122.0 (C-2), 108.4 (C-3, 7), 56.8 (2 × OCH₃)。以上光谱数据与化合物丁香酸基本一致^[11], 鉴定为丁香酸。

化合物 11: 无色针晶。¹H-NMR^[13]及薄层色谱 R_f 值与 β -谷甾醇对照品一致, 鉴定为 β -谷甾醇。

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, 2001.
- [2] 许云龙. 高山金粉蕨的黄酮类成分 [J]. 云南植物研究, 1999, 21(3): 386-392.
- [3] 许云龙. 栗柄金粉蕨的黄酮类成分 [J]. 云南植物研究, 1999, 21(4): 497-504.
- [4] Xu YL, Isao KB, Ma YB. A cytotoxic flavanone glycoside from *Onychium japonicum* structure of onychin [J]. *Phytochemistry*, 1993, 33(2): 510-511.
- [5] Hasegawa M, Akabori Y, Akabori S. New indanone compounds from *Onychium japonicum* [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13(11): 509-511.
- [6] 杨彦松, 潘浪胜. 洋甘菊中黄酮类成分的分离与结构确定 [J]. 应用化学, 2008, 37(6): 697-698.
- [7] 刘莹, 李喜凤, 刘艾林, 等. 细皱香薷叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(9): 1356-1359.
- [8] Tian GL, Zhang U, Zhang T Y, et al. Separation of flavonoids from the seeds of *Vernonia anthelmintica* Willd by high-speed counter-current chromatography [J]. *J Chromatogr A*, 2004(1049): 219-222.
- [9] 唐丽, 李国玉, 杨炳友, 等. 广枣化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40(4): 541-543.
- [10] Grasselli J G, William N R. *Atlas of Spectral Data and Physical Constants for Organic Compounds* [M]. Cleveland: CRC Press, 1972.
- [11] 郑晓珂, 李军, 冯卫生, 等. 石胆草化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2002, 27(12): 926-928.
- [12] 佑久间圣. 五加皮生药的研究 [J]. 药学杂志, 1969, 89: 979.
- [13] 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.