

葎草化学成分研究

曹运记^{1,2}, 李天磊², 潘卫东^{2*}, 梁光义^{2,3}

1. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025

2. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵州 贵阳 550002

3. 贵阳中医学院, 贵州 贵阳 550002

摘要: 目的 研究葎草的化学成分。方法 利用硅胶柱色谱、薄层色谱、Sephadex LH-20 柱色谱等方法分离纯化化合物, 利用核磁共振波谱鉴定化合物结构。结果 从葎草干燥全草中分离并鉴定了 11 个化合物: (24*R*)-stigmast-7, 22(*E*)-dien-3 β -ol (1)、胡萝卜苷 (2)、豆甾烷-3, 6-二酮 (3)、epidioxyergosta-6, 22-diene-3 β -ol (4)、豆甾醇 (5)、大豆脑苷 II (6)、齐墩果酸 (7)、邻苯二甲酸-双-(2-乙基)-1-己酯 (8)、东莨菪内酯 (9)、白桦脂酸 (10)、大豆脑苷 I (11)。结论 化合物 1、3、4、6~11 为首次从该属植物中分离得到。

关键词: 葎草; 甾体; 豆甾烷-3, 6-二酮; 大豆脑苷 II; 大豆脑苷 I

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)09-1692-04

Chemical constituents of *Humulus scandens*

CAO Yun-ji^{1,2}, LI Tian-lei², PAN Wei-dong², LIANG Guang-yi^{2,3}

1. College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China

2. The Key Laboratory of Chemistry for Natural Products of Guizhou Province and Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China

3. Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents of *Humulus scandens*. **Methods** The compounds were isolated and repeatedly purified by silica gel, TLC, and Sephadex LH-20 column chromatography, and their structures were elucidated on the basis of physicochemical constants and spectral analysis. **Results** Eleven compounds were obtained and elucidated as (24*R*)-stigmast-7, 22(*E*)-dien-3 β -ol (1), daucesterol (2), stigmast-3, 6-dione (3), epidioxyergosta-6, 22-diene-3 β -ol (4), stigmasterol (5), soya-erebroside II (6), oleanolic acid (7), bis-(2-ethylhexyl) phthalate (8), scopoletin (9), betulimicaciol (10), and soya-erebroside I (11). **Conclusion** The compounds 1, 3, 4 and 6—11 are isolated from the plants of *Humulus* Linn. for the first time.

Key words: *Humulus scandens* (Lour.) Merr.; steroids; stigmast-3, 6-dione; soya-erebroside II; soya-erebroside I

葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr. 为桑科葎草属植物, 该植物为一年生或多年生草本, 广泛分布于我国大部分地区^[1]。具有清热解毒、利尿通淋的功效, 主治肺热咳嗽、肺痈、虚热烦渴、热淋、水肿、小便不利、湿热泻痢、热毒疮疡、皮肤瘙痒等^[2]。为了进一步研究葎草化学成分和药理活性的关系, 寻找葎草的活性成分, 本实验研究了葎草的化学成分, 分离得到了 5 个甾体类化合物及 6 个其他类化合物, 分别鉴定为 (24*R*)-stigmast-7, 22(*E*)-

dien-3 β -ol (1)、胡萝卜苷 (daucesterol, 2)、豆甾烷-3, 6-二酮 (stigmast-3, 6-dione, 3)、epidioxyergosta-6, 22-diene-3 β -ol (4)、豆甾醇 (stigmasterol, 5)、大豆脑苷 II (soya-erebroside II, 6)、齐墩果酸 (oleanolic acid, 7)、邻苯二甲酸-双-(2-乙基)-1-己酯 [bis-(2-ethylhexyl) phthalate, 8]、东莨菪内酯 (scopoletin, 9)、白桦脂酸 (betulimicaciol, 10)、大豆脑苷 I (soya-erebroside I, 11)。化合物 1、3、4、6~11 为首次从该属植物中分离得到。

收稿日期: 2011-01-12

基金项目: “973” 计划前期研究专项课题 (2009CB526512); 贵州省社会发展攻关项目 (黔科合 SY[2010]3051 号); 贵州省中药民族药研制创新能力建设项目 (黔科合院所创能[2009]4010 号); 贵州省国际科技合作计划项目 (黔科合外 G 字[2011]7040 号)

作者简介: 曹运记 (1981—), 男, 湖南娄底人, 主要从事天然药物化学研究。E-mail: caoyunji19811015@163.com

*通讯作者 潘卫东 E-mail: wdpan@163.com

1 仪器与材料

Inova 400 MHz 型超导核磁共振仪 (Varian 公司); HP—5973 型质谱仪 (美国惠普); XT2 型显微熔点测定仪 (北京泰克仪器有限公司); 柱色谱硅胶 200~300、300~400 目、硅胶 H 和薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ (青岛海洋化工厂); Sephadex LH-20 (GE 公司); 所用色谱用溶剂石油醚、氯仿、醋酸乙酯、丙酮和甲醇为工业试剂经重蒸处理, 其他试剂均为分析纯。

药材为 2008 年 7 月采自贵州省贵阳市, 经贵阳中医学院陈德媛教授鉴定为葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr. 全草, 标本保存于贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室。

2 提取与分离

葎草干燥全草 38 kg, 粉碎, 70 %乙醇回流提取 3 次, 提取液减压浓缩得浸膏, 以水稀释分散, 依次用石油醚、氯仿、醋酸乙酯、正丁醇萃取。石油醚部分上硅胶柱, 以石油醚-醋酸乙酯 (100:0~0:100) 洗脱, 分别得到化合物 **1** (35 mg)、**2** (640 mg) 及 **8** (12 mg)。氯仿部分上硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮 (100:0~0:100)、氯仿-甲醇 (100:0~0:100) 梯度洗脱, 硅胶、Sephadex LH-20 凝胶反复柱色谱分别得到化合物 **3** (40 mg)、**4** (15 mg)、**10** (12 mg)、**11** (13 mg)。醋酸乙酯部分上硅胶柱, 以氯仿-甲醇 (100:0~0:100) 梯度洗脱, 合并相同流份, 反复分离纯化得到化合物 **5** (16 mg)、**6** (36 mg)、**7** (13 mg) 及 **9** (19 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色针晶 (氯仿-甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性。mp 150~152 °C; EI-MS m/z : 412 [M]⁺, 399 [M-CH₃]⁺, 394 [M-H₂O]⁺, 273, 271, 255, 253, 73; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 5.32 (1H, dd, J = 16.0, 7.0 Hz, H-22), 5.21 (1H, dd, J = 16.0, 7.0 Hz, H-23), 5.18 (1H, m, H-7), 3.35 (1H, m, J = 15.0 Hz, H-3), 1.03 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-21), 0.85 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-27), 0.81 (3H, t, J = 7.2 Hz, H-29), 0.78 (3H, d, J = 7.0 Hz, H-26), 0.54 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 139.6 (C-8), 138.0 (C-22), 129.6 (C-23), 117.2 (C-7), 74.0 (C-3), 55.8 (C-17), 55.6 (C-14), 51.3 (C-24), 49.0 (C-9), 43.1 (C-13), 40.4 (C-5), 40.2 (C-20), 39.6 (C-12), 37.0 (C-1), 34.4 (C-10), 33.9 (C-4), 31.8 (C-25), 31.6 (C-2), 29.4 (C-6), 28.4 (C-16), 25.5 (C-28), 23.1

(C-15), 21.5 (C-11), 21.4 (C-27), 21.0 (C-21), 19.2 (C-26), 12.6 (C-29), 12.5 (C-19), 12.0 (C-18)。以上数据与文献对照一致^[3], 故确定化合物 **1** 为 (24*R*)-stigmast-7, 22(*E*)-dien-3 β -ol。

化合物 **2**: 白色粉末 (甲醇), 5%硫酸-乙醇显色显紫红色, 长时间放置变成灰绿色, Liebermann-Burchard 反应阳性, Molish 反应呈阳性, 推测该化合物为甾体萜类化合物。ESI-MS m/z : 576 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 5.32 (1H, d, J = 4.5 Hz, H-6), 4.22 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-1'), 3.64 (1H, m, H-3), 3.43 (1H, dd, J = 5.2, 10.8 Hz, H-6), 3.42 (2H, m, H-6'), 3.12 (1H, q, J = 4.7 Hz, H-4'), 3.05 (2H, q, J = 5.0 Hz, H-3', 2'), 2.90 (1H, m, H-5'); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 141.0 (C-5), 122.0 (C-6), 102.7 (C-1'), 78.6 (C-3), 78.0 (C-5'), 76.9 (C-3'), 73.4 (C-2'), 71.9 (C-4'), 62.1 (C-6'), 57.0 (C-14), 56.4 (C-17), 50.5 (C-9), 46.7 (C-24), 42.6 (C-13), 40.1 (C-12), 39.4 (C-4), 37.6 (C-1), 37.0 (C-10), 36.7 (C-20), 34.3 (C-7), 32.3 (C-2), 32.2 (C-8), 30.8 (C-22), 29.4 (C-25), 28.7 (C-16), 26.6 (C-23), 24.7 (C-15), 23.3 (C-28), 21.4 (C-11), 20.1 (C-27), 19.7 (C-21), 19.5 (C-19), 19.4 (C-26), 12.4 (C-29), 12.2 (C-18)。以上数据与文献一致^[4], 鉴定化合物 **2** 为胡萝卜苷。

化合物 **3**: 白色针晶 (氯仿-甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性。mp 199~201 °C; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 0.95 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d, H-21), 0.84 (3H, s, H-29), 0.83 (3H, d, J = 7.0 Hz, H-26), 0.82 (3H, d, J = 7.0 Hz, H-17), 0.69 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 211.3 (C-6), 209.2 (C-3), 57.5 (C-5), 56.6 (C-17), 56.0 (C-14), 53.5 (C-9), 46.6 (C-7), 45.7 (C-24), 43.1 (C-13), 41.3 (C-10), 39.3 (C-2), 38.0 (C-1), 38.0 (C-12), 37.4 (C-8), 37.0 (C-4), 36.0 (C-20), 33.8 (C-22), 29.2 (C-25), 28.1 (C-16), 26.0 (C-23), 24.0 (C-15), 23.1 (C-28), 21.8 (C-11), 19.8 (C-26), 19.1 (C-27), 18.7 (C-21), 12.7 (C-18), 12.0 (C-19), 12.0 (C-29)。以上数据与文献一致^[5], 故鉴定化合物 **3** 为豆甾-3, 6-二酮。

化合物 **4**: 白色针晶 (甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性。mp 171~174 °C; IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 521, 2 957, 2 872, 1 459, 1 377; EI-MS m/z : 428 [M]⁺, 414, 399, 371, 363, 331, 245; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 6.47 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-6), 6.21 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-7), 5.17 (1H, q, J = 7.2, 15.2 Hz,

H-22), 5.12 (1H, q, $J = 7.2, 15.2$ Hz, H-23), 3.94 (1H, m, H-3), 0.97 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, H-21), 0.89 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, H-28), 0.87 (3H, s, H-19), 0.84 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-18), 0.81 (3H, s, H-26), 0.80 (3H, d, $J = 6.7$ Hz, H-27); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 135.4 (C-6), 135.2 (C-22), 132.2 (C-23), 130.7 (C-7), 82.1 (C-5), 79.4 (C-8), 66.4 (C-3), 51.6 (C-14), 51.1 (C-17), 51.0 (C-9), 44.5 (C-13), 42.7 (C-24), 39.7 (C-20), 39.3 (C-4), 36.9 (C-10), 36.9 (C-12), 34.6 (C-2), 33.0 (C-25), 30.1 (C-1), 28.6 (C-16), 23.4 (C-15), 20.8 (C-11), 20.6 (C-21), 19.7 (C-27), 19.6 (C-26), 18.1 (C-19), 17.5 (C-28), 12.8 (C-18)。以上数据与文献一致^[6], 故鉴定化合物 **4** 为 epidioxergosta-6, 22-dien-3 β -ol。

化合物 **5**: 无色针晶 (甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性。mp 152~154 °C; EI-MS m/z : 412 $[\text{M}]^+$, 397 $[\text{M}-\text{CH}_3]^+$, 379, 369 $[\text{M}-\text{C}_3\text{H}_7]^+$, 273, 271, 255, 231, 213; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.31 (1H, br d, $J = 4.5$ Hz, H-6), 5.12 (1H, dd, $J = 8.3, 15.3$ Hz, H-22), 4.99 (1H, dd, $J = 8.3, 15.3$ Hz, H-23), 3.48 (1H, m, H-3), 1.00 (3H, d, $J = 7.4$ Hz, H-21), 0.79 (3H, t, $J = 5.3$ Hz, H-29), 0.77 (3H, s, H-19), 0.82 (3H, d, $J = 5.8$ Hz, H-26), 0.77 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, H-27), 0.67 (3H, s, H-18); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 140.7 (C-5), 138.3 (C-22), 129.2 (C-23), 121.7 (C-6), 71.8 (C-3), 56.8 (C-17), 56.0 (C-14), 51.2 (C-24), 50.0 (C-9), 42.2 (C-13), 40.5 (C-20), 39.7 (C-4), 39.6 (C-12), 36.5 (C-10), 31.9 (C-25), 31.9 (C-7), 31.9 (C-8), 31.9 (C-2), 31.6 (C-1), 29.0 (C-16), 25.4 (C-28), 24.3 (C-15), 21.2 (C-27), 21.1 (C-21), 21.1 (C-11), 19.4 (C-19), 18.9 (C-26), 12.3 (C-29), 12.0 (C-18)。以上数据与文献一致^[7], 故鉴定化合物 **5** 为豆甾醇。

化合物 **6**: 白色无定形粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 712 $[\text{M}-\text{H}]^-$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 7.45 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, NH), 5.70 (1H, br d, $J = 15.2$ Hz, H-5), 5.49 (1H, dd, $J = 7.2, 15.2$ Hz, H-4), 5.30 (2H, m, $J = 10.4$ Hz, H-8, 9), 4.60 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-1''), 3.87 (1H, dd, $J = 9.6$ Hz, H-2'), 2.95~3.13 (4H, m, H-2''~5''), 2.06 (2H, br s, H-6, 7), 2.04 (1H, m, H-10), 1.54 (1H, m, H-3'), 1.24~1.40 (m, H-11~17, 4'~15'), 0.89 (6H, t, $J = 6.8$ Hz, H-16', 18); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 175.9 (C-1'), 133.8 (C-5),

131.4 (C-9), 130.9 (C-4), 130.0 (C-8), 102.8 (C-1''), 76.1 (C-5''), 75.9 (C-3''), 73.2 (C-2'), 72.0 (C-3), 72.0 (C-2''), 69.4 (C-1), 69.4 (C-4''), 61.1 (C-6''), 52.1 (C-2), 34.3 (C-3'), 31.8 (C-6), 29.1~29.8 (C-11~16, 5'~14'), 29.0 (C-7), 27.2 (C-10), 25.1 (C-4'), 22.6 (C-17, 15'), 14.0 (C-18, 16')。以上数据与文献一致^[8], 故鉴定化合物 **6** 为大豆脑苷 II。

化合物 **7**: 无色针晶 (氯仿-甲醇), Liebermann-Burchard 反应为阳性。mp 300~302 °C; EI-MS m/z : 456 $[\text{M}]^+$, 438 $[\text{M}-\text{H}_2\text{O}]^+$, 423 $[\text{M}-\text{H}_2\text{O}-\text{CH}_3]^+$, 248, 208, 203, 189, 133, 119, 105; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.26 (1H, t, $J = 3.6$ Hz, H-12), 3.23 (1H, dd, $J = 3.6, 10.8$ Hz, H-3), 2.84 (1H, m, H-18), 1.09 (3H, s, H-27), 0.98 (3H, s, H-25), 0.92 (3H, s, H-30), 0.87 (3H, s, H-29), 0.86 (3H, s, H-24), 0.77 (3H, s, H-23), 0.73 (3H, s, H-26); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 183.4 (C-28), 143.5 (C-13), 122.6 (C-12), 79.0 (C-3), 55.1 (C-5), 47.5 (C-9), 46.0 (C-17), 45.8 (C-19), 41.5 (C-14), 40.9 (C-18), 39.2 (C-8), 38.1 (C-1), 38.7 (C-4), 37.0 (C-10), 33.7 (C-21), 33.0 (C-29), 32.5 (C-7), 32.4 (C-22), 30.6 (C-20), 28.0 (C-23), 27.6 (C-15), 27.1 (C-2), 25.9 (C-27), 22.9 (C-11), 23.5 (C-30), 23.3 (C-16), 18.2 (C-6), 17.1 (C-26), 15.5 (C-24), 15.3 (C-25)。以上数据与文献一致^[9], 故鉴定化合物 **7** 为齐墩果酸。

化合物 **8**: 淡黄色液体, 紫外灯 365 nm 下检示有强烈的蓝色荧光, EI-MS m/z : 390 $[\text{M}]^+$, 365, 351, 334, 279, 261, 222, 167, 149, 135, 95, 79, 57, 43, 29。质谱图谱与标准图谱进行对照发现基本一致, 故确定该化合物为邻苯二甲酸-双-(2-乙基)-1-己酯。

化合物 **9**: 白色针晶 (甲醇), mp 149~151 °C; 三氯化铁反应呈阳性, 显示有酚羟基; 紫外灯 365 nm 下检示有强烈的蓝色荧光。EI-MS m/z : 197 $[\text{M}]^+$, 177 $[\text{M}-\text{CH}_3]^+$, 164 $[\text{M}-\text{C}_2\text{H}_2]^+$, 149 $[\text{M}-\text{C}_3\text{H}_5]^+$, 135, 121, 107, 79, 69, 51, 39; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.84 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4), 7.08 (1H, s, H-5), 6.75 (1H, s, H-8), 6.18 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3), 3.89 (3H, s, OCH_3 -6); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 162.9 (C-2), 151.3 (C-7), 150.3 (C-9), 145.7 (C-6), 144.5 (C-4), 112.2 (C-3), 111.4 (C-10), 108.5 (C-5), 103.4 (C-8), 56.4 (6- OCH_3)。以上数据与文献一致^[10], 故鉴定化合物 **9** 为东莨菪内酯。

化合物 **10**: 无色针晶 (氯仿-甲醇), Liebermann-

Buchard 反应阳性。mp 285~287 °C; EI-MS m/z : 456 $[M]^+$, 248, 220, 207, 189, 175; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 4.58 (1H, s, H-29), 3.15 (1H, m, H-3), 1.69 (3H, s, H-30), 0.76 (3H, s, H-23), 0.63 (3H, s, H-24), 0.86 (3H, s, H-25), 0.87 (3H, s, H-26), 0.93 (3H, s, H-27); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 179.2 (C-28), 151.3 (C-20), 109.9 (C-29), 79.0 (C-3), 55.9 (C-17), 55.4 (C-5), 50.9 (C-9), 49.3 (C-18), 40.9 (C-4), 46.9 (C-19), 42.9 (C-14), 40.7 (C-8), 39.0 (C-1), 38.5 (C-13), 37.7 (C-22), 37.3 (C-10), 34.5 (C-7), 32.2 (C-16), 29.9 (C-21), 29.7 (C-15), 28.1 (C-2), 28.0 (C-23), 25.7 (C-12), 21.1 (C-11), 19.5 (C-30), 18.5 (C-6), 16.5 (C-26), 15.8 (C-24), 15.8 (C-25), 14.9 (C-27)。以上数据与文献一致^[11], 故鉴定化合物 **10** 为白桦脂酸。

化合物 **11**: 白色圆粒状结晶 (甲醇), mp 192~197 °C; $[\alpha]_D^{20} + 9.2^\circ$ (c 0.6, EtOH); ESI-MS m/z : 712 $[M - H]^-$, 737 $[M + Na]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 7.45 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, NH), 5.70 (1H, br d, $J = 15.4$ Hz, H-5), 5.47 (1H, dd, $J = 8.0, 15.6$ Hz, H-4), 5.42 (2H, m, $J = 16.8$ Hz, H-8, 9), 4.60 (1H, d, $J = 8.6$ Hz, H-1"), 3.87 (1H, dd, $J = 10.0$ Hz, H-2'), 2.95~3.13 (4H, m, H-2"~5"), 2.00 (2H, br s, H-6, 7), 1.98 (1H, m, H-10), 1.54 (1H, m, H-3'), 1.24~1.40 (m, H-11~17, 4'~15'), 0.89 (6H, t, $J = 6.8$ Hz, H-16', 18); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 175.9 (C-1'), 133.8 (C-5), 133.6 (C-9), 131.0 (C-4), 130.9 (C-8), 102.8 (C-1"), 76.1 (C-5"), 75.9 (C-3"), 72.0 (C-2"), 73.2 (C-2'), 72.0 (C-3), 69.4 (C-4"), 69.4 (C-1), 61.1 (C-6"), 52.1 (C-2), 34.3 (C-3'), 32.5 (C-6), 32.3 (C-7), 31.2 (C-10), 29.1~29.8 (C-11~16, 5'~14'), 25.1 (C-4'), 22.6 (C-17, 15'), 14.0 (C-18, 16')。以上数据与文献一致^[12], 故鉴定化合物 **11** 为大豆脑苷 I。

致谢: 核磁和质谱数据分别由贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室张建新研究员和王道平测定。

参考文献

- [1] 何顺志, 徐文芬. 贵州中草药资源研究 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2007.
- [2] 尹海波, 王 颖, 郑太坤, 等. 中国蕈草属植物的研究进展 [J]. 辽宁中医学院学报, 2001, 3(1): 60-61.
- [3] Nusrat J, Wasim A, Abdul M. New steroidal glycosides from *Mzmusops elengz* [J]. *J Nat Prod*, 1995, 58(8): 1244-1247.
- [4] 陈国庆, 刘艳丽, 谢 茜, 等. 苎麻根化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(5): 683-686.
- [5] 吴久鸿, 廖时萱, 毛士龙, 等. 毛叶假鹰爪根化学成分的研究 [J]. 药学学报, 1999, 34(9): 682-685.
- [6] Yue J M, Chen S N, Zhong L W, et al. Sterols from the fungus *Lactarium volrmus* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 56: 801-806.
- [7] 王灵杰, 高晓忠. 嵊州刺果毛茛的化学成分研究 [J]. 中国现代应用药学杂志, 2009, 26(6): 460-462.
- [8] Masanori I, Yasuo H, Koji Y, et al. Isolation and structure determination of cerebrosides from Garlic, the bulbs of *Allium sativum* L. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1998, 46(7): 1153-1156.
- [9] 舒任庚, 刘玉凤, 陈 杰, 等. 青钱柳植物中三萜成分的研究 [J]. 中药材, 2005, 28(7): 558-559.
- [10] 卢 川, 吴兆华, 高慧媛, 等. 板栗种皮化学成分分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2009, 26(5): 357-360.
- [11] 孙佳明, 杨峻山. 破骨风化学成分的研究 [J]. 中国药理学杂志, 2007, 42(7): 489-491.
- [12] Makoto O, Go Y, Youji S. Novel ceramide 1-sulfates, Potent DNA topoisomerase I inhibitors isolated from the Bryozoa *Watersipora cucullata* [J]. *Tetrahedron Lett*, 1997, 38(24): 4235-4238.