

野八角茎叶化学成分研究

柳继锋^{1,3}, 张雪梅¹, 施瑶², 张泉¹, 马云保¹, 陈纪军^{1*}

1. 中国科学院昆明植物研究所 植物化学与西部植物资源国家重点实验室, 云南 昆明 650204

2. 好来化工(中山)有限公司, 广东 中山 528411

3. 郑州大学药学院, 河南 郑州 450001

摘要: 目的 对野八角 *Illicium simonsii* 茎和叶的化学成分进行研究。方法 野八角的干燥茎叶用 95%乙醇提取, 依次用石油醚、氯仿、正丁醇萃取, 对氯仿部分采用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱进行分离纯化, 通过波谱数据 (MS、¹H-NMR、¹³C-NMR) 分析进行结构鉴定。结果 氯仿部分分离鉴定了 11 个化合物, 其中包括 7 个倍半萜类化合物, 分别鉴定为 veranisatins D (1)、莽草毒素 (2)、merrillianolide (3)、bullatantriol (4)、(-)-clovane-2, 9-diol (5)、caryolane-1, 9 β -diol (6)、oplodiol (7)、4-ally-2, 6-dimethoxyphenol (8)、(-)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol (9)、槲皮素-3-O- α -L-吡喃鼠李糖基 (1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷 (10)、异鼠李素-3-O-芸香糖苷 (11)。结论 化合物 4~7 为首次从八角属植物中分离得到。

关键词: 八角属; 野八角; 倍半萜; bullatantriol; (-)-clovane-2, 9-diol

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2012)01-0051-04

Chemical constituents in stems and leaves of *Illicium simonsii*

LIU Ji-feng^{1,3}, ZHANG Xue-mei¹, SHI Yao², ZHANG Quan¹, MA Yun-bao¹, CHEN Ji-jun¹

1. State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China

2. Hawley & Hazel Chemical (ZS) Co., Ltd., Zhongshan 528411, China

3. School of Pharmaceutical Sciences, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Key words: *Illicium* L.; *Illicium simonsii* Maxim.; sesquiterpene; bullatantriol; (-)-clovane-2, 9-diol

野八角 *Illicium simonsii* Maxim. 为八角科八角属灌木或小乔木, 产于我国云南、四川、贵州及印度和缅甸等地。其化学成分主要包括黄酮、倍半萜内酯、二苯基新木脂素、三苯基新木脂素、挥发油等^[1-3]。野八角的根、叶、果实均可入药, 煮水可杀虫、灭蚤虱、治胃寒作吐、膀胱疝气及胸前胀痛、疥疮等, 果实在产地多作为食用香料, 富含挥发油, 有止咳、祛痰、镇痛和抑菌的功效^[4-5]。本研究从干燥野八角茎和叶的 95% 乙醇提取物中分离得到 11 个化合物, 其中有 7 个倍半萜类化合物, 分别鉴定为 veranisatins D (1)、莽草毒素 (2)、merrillianolide (3)、bullatantriol (4)、(-)-clovane-2, 9-diol (5)、caryolane-1, 9 β -diol (6)、oplodiol (7)、4-ally-2, 6-dimethoxyphenol (8)、(-)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol (9)、槲皮素-3-O- α -L-吡喃鼠李糖基

(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷 (quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranosyl, 10)、异鼠李素-3-O-芸香糖苷 (isorhamnetin-3-O-rutinoside, 11)。其中化合物 4~7 为首次从八角属植物中分离得到。

1 仪器与材料

VG Auto Spec—3000 型质谱仪, EI-MS 用 70 eV 电子轰击源, FAB-MS 采用负离子电离源; Bruker AM—400 (400 MHz) 和 DRX—500 (500 MHz) 核磁共振光谱仪, 以 TMS 为内标测定; X—4 型显微熔点仪 (北京泰克仪器有限公司); 柱色谱硅胶 (200~300 目) 和硅胶 H 及薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ 均为青岛美高化工厂生产; Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品。

野八角采自云南省昆明市, 由中国科学院昆明

收稿日期: 2011-03-15

作者简介: 柳继锋 (1975—), 男, 博士, 郑州大学讲师, 从事天然药物化学研究。Tel: (0371)67781553 E-mail: liujf2009y@126.com

*通讯作者 陈纪军 Tel: (0871)5223265 E-mail: chenjj@mail.kib.ac

植物研究所雷立公副研究员鉴定为野八角 *Illicium simonsii* Maxim., 标本(标本号 2006-07-02)保存于中国科学院昆明植物研究所抗病毒与天然药物化学研究组。

2 提取与分离

野八角的干燥茎和叶 7.5 kg, 粉碎后用 95%乙醇回流提取 3 次, 每次 2 h, 滤液浓缩至浸膏。所得浸膏加水混悬, 依次用石油醚、氯仿、正丁醇萃取, 回收溶剂后得到石油醚部分(300 g)、氯仿部分(134 g)、正丁醇部分(300 g)。其中氯仿部分经硅胶柱色谱, 以氯仿-甲醇(100:0→0:100)梯度洗脱。合并相同流分, 得 9 个流分(A~I)。流分 B(20 g)经硅胶柱色谱, 以氯仿-丙酮(100:0→80:20)梯度洗脱得到 6 个亚流分(B1~B6), 亚流分 B2(1.0 g)进一步经硅胶柱色谱反复纯化, 得到化合物 **5**(10 mg)、**8**(15 mg)。流分 C(8 g)经硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(98:2→50:50)梯度洗脱, 所得流分经进一步纯化得到化合物 **4**(6 mg)、**6**(11 mg)、**7**(7 mg)。流分 D(15 g)经硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(90:10→50:50)梯度洗脱得到 4 个亚流分, 所得亚流分经进一步分离并经凝胶 Sephadex LH-20 纯化后得到化合物 **1**(30 mg)、**2**(5 mg)、**3**(10 mg)、**9**(40 mg)、**10**(15 mg)、**11**(60 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色无定形粉末, $[\alpha]_D^{23.9} -21.76$ (c 0.30, MeOH)。FAB-MS(+) 显示准分子离子峰 m/z : 359 $[M+H]^+$, EI-MS 给出碎片离子峰 m/z : 340 $[M-H_2O]^+$ 。IR 光谱中观察到羟基(3 424, 3 373 cm^{-1})和羰基(1 830, 1 748 cm^{-1})信号。高分辨质谱 HR-ESI-MS 有 $[M+Na]^+$ 峰 m/z : 381.115 5 ($\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_9\text{Na}$, 计算值为 381.116 1), 提示其分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_9$, 不饱和度为 6。其光谱数据与 veranisation C 对比^[6], 发现化合物 **1** 的 ^{13}C -NMR 低场部分缺少一个羰基信号, 而在 δ_{C} 74.4 多出亚甲基信号。 ^1H -NMR 中该亚甲基上的质子呈现单峰信号, 由此推测, 化合物 **1** 与 veranisation C 的区别在于 C-12 位的羰基可能被还原成亚甲基, HMBC 和 ^1H - ^1H COSY 中观察到的相关信号也支持以上推测。ROESY 给出的 H-15 和 H-10、H-2 β 和 H-3、H-10 和 H-8 β 、H-3 和 H-14 β 相关信号表明各手性碳构型和 veranisation C 相同。综合以上分析并参考文献数据^[7], 鉴定化合物 **1** 为 veranisatins D。 ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 4.75 (1H, dd, $J = 9.7, 4.3$ Hz, H-3),

4.36 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-14 β), 4.22 (1H, dd, $J = 3.5, 2.0$ Hz, H-7), 4.02 (1H, s, H-10), 3.97 (1H, d, $J = 6.5$ Hz, H-14 α), 3.93 (1H, d, $J = 10.6$ Hz, H-12b), 3.50 (1H, d, $J = 10.6$ Hz, H-12a), 3.35 (3H, s, H-1'), 2.45 (1H, m, H-1), 2.42 (1H, dd, $J = 15.0, 2.0$ Hz, H-8 β), 1.86 (1H, dd, $J = 15.0, 3.8$ Hz, H-8 α), 1.82 (1H, m, H-2 β), 0.89 (3H, d, $J = 7.1$ Hz, H-15); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 36.4 (C-1), 40.3 (C-2), 70.2 (C-3), 84.0 (C-4), 60.8 (C-5), 76.9 (C-6), 77.9 (C-7), 26.3 (C-8), 50.2 (C-9), 69.3 (C-10), 174.3 (C-11), 74.4 (C-12), 168.7 (C-13), 63.7 (C-14), 12.8 (C-15), 59.5 (C-1')。

化合物 **2**: 白色无定形粉末, mp 220~222 $^{\circ}\text{C}$, ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 4.84 (1H, dd, $J = 9.8, 5.0$ Hz, H-3), 4.46 (1H, d, $J = 6.6$ Hz, H-14a), 4.20 (1H, brd, $J = 2.0$ Hz, H-10), 4.17 (1H, m, H-7), 4.02 (1H, d, $J = 6.6$ Hz, H-14b), 2.49 (1H, m, H-1), 2.46 (1H, dd, $J = 14.9, 1.6$ Hz, H-8a), 2.03 (1H, dd, $J = 14.9, 1.6$ Hz, H-8b), 1.91 (1H, m, H-2a), 1.74 (1H, m, H-2b), 1.49 (3H, s, H-12), 1.97 (3H, d, $J = 7.1$ Hz, H-15); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 38.1 (C-1), 41.9 (C-2), 72.0 (C-3), 85.7 (C-4), 65.5 (C-5), 75.4 (C-6), 82.5 (C-7), 27.9 (C-8), 51.2 (C-9), 70.6 (C-10), 176.1 (C-11), 21.8 (C-12), 169.5 (C-13), 65.6 (C-14), 13.6 (C-15)。波谱数据与文献报道基本一致^[2], 故鉴定化合物 **2** 为 anisatin。

化合物 **3**: 白色无定形粉末, ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 5.02 (1H, d, $J = 13.4$ Hz, H-14a), 4.47 (1H, d, $J = 5.5$ Hz, H-10), 3.88 (1H, d, $J = 13.4$ Hz, H-14b), 2.99 (1H, d, $J = 14.5$ Hz, H-8a), 1.91~2.01 (2H, m, H-2a, 3b), 1.48~1.60 (3H, m, H-2b, 3a, 8b), 1.25 (3H, s, H-15), 0.98 (3H, s, H-12), 0.90 (3H, s, H-13); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 80.1 (C-1), 41.9 (C-2), 27.8 (C-3), 96.8 (C-4), 52.4 (C-5), 77.2 (C-6), 109.8 (C-7), 32.7 (C-8), 55.5 (C-9), 75.6 (C-10), 175.1 (C-11), 19.0 (C-12), 17.8 (C-13), 69.9 (C-14), 13.6 (C-15)。波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **3** 为 merrillianolide。

化合物 **4**: 白色无定形粉末, mp 185~187 $^{\circ}\text{C}$, ^1H -NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 3.29 (1H, m, H-1), 2.24 (1H, m, H-6a), 2.09 (2H, m, H-8a, 7a), 1.84 (1H, m, H-2a), 1.64 (1H, m, H-3a), 1.60 (1H, m, H-9a), 1.56 (1H, m, H-2b), 1.45 (1H, m, H-3b), 1.38 (1H, m, H-8b), 1.31 (3H, m, H-6b, 7b, 9b), 1.27 (3H, s, H-15),

1.23 (3H, s, H-12), 1.22 (3H, s, H-13), 1.00 (3H, s, H-14), 0.92 (1H, d, $J = 10.8$ Hz, H-5); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3OD) δ : 80.7 (C-1), 28.6 (C-2), 42.0 (C-3), 72.4 (C-4), 60.2 (C-5), 33.0 (C-6), 52.1 (C-7), 33.5 (C-8), 40.2 (C-9), 48.2 (C-10), 72.6 (C-11), 30.0 (C-12), 30.3 (C-13), 15.1 (C-14), 33.0 (C-15)。数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **4** 为 bullatantriol。

化合物 **5**: 白色胶状物, ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 3.80 (1H, dd, $J = 5.6, 10.4$ Hz, H-2), 3.33 (1H, brs, H-9), 1.99 (1H, m, H-10a), 1.72 (2H, m, H-11a, H-3a), 1.66 (1H, m, H-10b), 1.55 (1H, m, H-12a), 1.42 (3H, m, H-6a, 7a, 5), 1.31 (1H, m, H-6b), 1.12 (1H, m, H-11b), 1.09 (1H, m, H-3b), 1.04 (3H, s, H-14), 0.97 (3H, s, H-15), 0.93 (1H, m, H-12b), 0.86 (3H, s, H-13); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 44.1 (C-1), 80.8 (C-2), 47.3 (C-3), 37.1 (C-4), 50.5 (C-5), 20.6 (C-6), 33.0 (C-7), 34.7 (C-8), 75.2 (C-9), 26.3 (C-10), 26.7 (C-11), 35.5 (C-12), 25.4 (C-13), 31.4 (C-14), 28.4 (C-15)。数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **5** 为(-)-clovane-2, 9-diol。

化合物 **6**: 白色胶状物, EI-MS m/z : 337 ($[\text{M}-\text{H}]^+$ 5), 286 (10), 150 (100), 149 (50), 69 (100)。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 3.43 (1H, t, $J = 4.0$ Hz, H-9), 2.22 (1H, m, H-2), 2.04 (1H, m, H-10a), 1.88 (1H, m, H-5), 1.76 (1H, m, H-10b), 1.63 (1H, m, H-11a), 1.55 (1H, m, H-3a), 1.52 (1H, m, H-6a), 1.50 (1H, m, H-11b), 1.45 (1H, m, H-3b), 1.40 (3H, m, H-12, 7a), 1.38 (1H, m, H-6b), 1.15 (1H, m, H-7b), 1.01 (3H, s, H-14), 1.00 (3H, s, H-13), 0.92 (3H, s, H-15); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 70.7 (C-1), 38.0 (C-2), 34.0 (C-3), 35.1 (C-4), 43.9 (C-5), 20.4 (C-6), 35.4 (C-7), 39.3 (C-8), 72.3 (C-9), 28.2 (C-10), 33.4 (C-11), 42.4 (C-12), 20.8 (C-13), 30.5 (C-14), 26.6 (C-15)。波谱数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **6** 为 caryolane-1, 9 β -diol。

化合物 **7**: 白色胶状物, ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.63 (1H, d, $J = 5.0$ Hz, H-8), 3.32 (1H, dd, $J = 11.5, 4.0$ Hz, H-1), 2.22 (1H, m, H-11), 2.09 (1H, m, H-2a), 2.06 (2H, m, H-6), 1.89 (1H, m, H-9a), 1.86 (1H, m, H-2b), 1.76 (1H, m, H-3a), 1.63 (1H, m, H-9b), 1.59 (1H, m, H-3b), 1.32 (1H, m, H-5), 1.20 (3H, s, H-15), 1.05 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-12), 1.04 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-13), 0.98 (3H, s, H-14);

^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 79.7 (C-1), 40.7 (C-2), 39.4 (C-3), 71.0 (C-4), 46.2 (C-5), 23.0 (C-6), 141.9 (C-7), 116.1 (C-8), 26.9 (C-9), 37.7 (C-10), 35.0 (C-11), 21.8 (C-12), 21.2 (C-13), 11.7 (C-14), 19.8 (C-15)。波谱数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **7** 为 oplodiol。

化合物 **8**: 白色无定形粉末, ^1H -NMR (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 6.66 (2H, s, H-3, 5), 6.06 (1H, m, H-8), 5.11 (2H, m, H-9), 3.78 (-OMe $\times 2$); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 130.3 (C-1), 149.6 (C-2, 6), 106.9 (C-3, 5), 136.1 (C-4), 40.6 (C-7), 138.8 (C-8), 115.5 (C-9), 56.4 (-OMe)。数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 **8** 为 4-allyl-2, 6-dimethoxyphenol。

化合物 **9**: 白色无定形粉末, ^1H -NMR (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 7.32 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-2), 7.22 (1H, dd, $J = 7.6, 1.6$ Hz, H-6), 7.20 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-5), 7.06 (1H, s, H-6'), 6.91 (1H, s, H-2'), 6.07 (1H, d, $J = 6.8$ Hz, H-7), 4.18~4.29 (2H, m, H-9), 3.96 (1H, m, H-8), 3.92 (2H, t, $J = 6.4$ Hz, H-9'), 3.81 (3H, s, -OMe), 3.60 (3H, s, -OMe), 2.87 (2H, t, $J = 7.2$ Hz, H-7'), 2.07 (2H, m, H-8'); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 133.9 (C-1), 110.8 (C-2), 148.8 (C-3), 148.2 (C-4), 116.5 (C-5), 119.8 (C-6), 88.4 (C-7), 55.1 (C-8), 64.4 (C-9), 136.2 (C-1'), 113.5 (C-2'), 144.7 (C-3'), 147.3 (C-4'), 130.2 (C-5'), 117.5 (C-6'), 32.7 (C-7'), 36.1 (C-8'), 61.5 (C-9'), 3.81 (-OMe), 3.60 (-OMe)。波谱数据与文献报道基本一致^[14], 故鉴定化合物 **9** 为(-)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol。

化合物 **10**: 黄色无定形粉末, FAB-MS m/z : 609 ($[\text{M}-\text{H}]^-$, 100), 577 (20), 299 (50)。 ^1H -NMR (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 8.35 (1H, s, H-2'), 8.12 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-6'), 7.35 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.67 (1H, s, H-6), 6.63 (1H, s, H-8), 6.00 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1"), 1.50 (3H, d, $J = 5.6$ Hz, H-6''); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 158.3 (C-2), 135.5 (C-3), 178.7 (C-4), 162.7 (C-5), 99.9 (C-6), 166.0 (C-7), 94.7 (C-8), 157.7 (C-9), 105.3 (C-10), 123.0 (C-1'), 117.9 (C-2'), 150.8 (C-3'), 146.8 (C-4'), 116.4 (C-5'), 122.5 (C-6'), 102.6 (C-1''), 73.8 (C-2''), 77.5 (C-3''), 71.4 (C-4''), 76.1 (C-5''), 68.6 (C-6''), 104.9 (C-1'''), 72.2 (C-2'''), 72.6 (C-3'''), 74.1 (C-4'''), 69.7 (C-5'''), 18.6 (C-6''')。以上数据与参考文献一致^[15], 故鉴定化合物 **10** 为槲皮素-3-*O*- α -*L*-吡喃鼠李糖基(1 $\rightarrow$ 6)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **11**: 黄色无定型粉末, FAB-MS: 623 ($[M - H]^-$, 80), 292 (100)。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CD_3OD) δ : 7.94 (1H, s, H-2'), 7.62 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-6'), 6.90 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.40 (1H, s, H-6), 6.20 (1H, s, H-8), 5.23 (1H, d, $J = 7.4$ Hz, H-1''), 1.09 (3H, d, $J = 6.2$ Hz, H-6'''), 3.30 (3H, s, -OMe); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CD_3OD) δ : 158.9 (C-2), 135.5 (C-3), 179.4 (C-4), 163.0 (C-5), 100.0 (C-6), 166.1 (C-7), 94.9 (C-8), 158.5 (C-9), 105.7 (C-10), 123.0 (C-1'), 116.3 (C-2'), 150.9 (C-3'), 148.4 (C-4'), 114.6 (C-5'), 124.0 (C-6'), 102.5 (C-1''), 73.8 (C-2''), 77.4 (C-3''), 69.8 (C-4''), 76.0 (C-5''), 68.6 (C-6''), 104.4 (C-1'''), 71.6 (C-2'''), 72.1 (C-3'''), 72.3 (C-4'''), 69.8 (C-5'''), 17.9 (C-6'''), 56.8 (-OMe)。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **11** 为异鼠李素-3-*O*-芸香糖苷。

参考文献

- [1] 徐 斌, 张 捷. 野八角果实化学成分研究 [J]. 中国现代医生, 2008, 46(17): 35-36.
- [2] 杨春澍, 王嘉琳, 张志亮, 等. 野八角果毒性成分的研究 [J]. 药学报, 1991, 26(2): 128-131.
- [3] Kouno I, Iwamoto C, Kameda Y, *et al.* A new triphenyl-type neolignan and a biphenylneolignan from the bark of *Illicium simonsii* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(1): 112-114.
- [4] 吴征镒. 云南中药资源名录 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [5] 阮海星, 王子坚, 钱 能. 野八角果实挥发油的化学成分 [J]. 植物资源与环境学报, 1996, 5(2): 55-56.
- [6] Okuyama E, Nakamura T, Yamazaki M. Convulsant from star anise (*Illicium verum* Hook. F.) [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(9): 1670-1671.
- [7] Zhu Q, Tang C P, Ke C Q, *et al.* Sesquiterpenoids and phenylpropanoids from pericarps of *Illicium oligandrum* [J]. *J Nat Prod*, 2009, 72(2): 238-242.
- [8] Huang J M, Yang C S, Wang H, *et al.* Structures of novel sesquiterpenes from the pericarps of *Illicium merrillianum* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1999, 47(12): 1749-1752.
- [9] Li R T, Zhao A H, Sheng Y H, *et al.* Chemical constituents from *Schisandra plena* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2005, 7(6): 847-852.
- [10] Tsui W Y, Brown G D. Sesquiterpenes from *Baeckea frutescens* [J]. *J Nat Prod*, 1996, 59(11): 1084-1086.
- [11] Heymann H, Tezuka Y, Kikuchi T, *et al.* Constituents of *Sindora sumatrana* MIQ. I. isolation and NMR spectral analysis of sesquiterpenes from the dried pods [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(1): 138-146.
- [12] Herz W, Watanabe K. Sesquiterpene alcohols and triterpenoids from *Liatris microcephala* [J]. *Phytochemistry*, 1983, 22(6): 1457-1459.
- [13] Yakushijin K, Toshima T, Suzuki R, *et al.* Studies on the constituents of the plants of *Illicium* species. II. Structures of phenolic components [J]. *Chem Pharm Bull*, 1983, 31(8): 2879-2883.
- [14] 朱丽萍, 李 媛, 杨敬芝, 等. 草珊瑚的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(2): 155-157.
- [15] 蒋高华, 陈智新, 黄晓红, 等. 尖叶贯众的化学成分研究 [J]. 海南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 22(3): 280-282.
- [16] 刘墨祥, 郑毅男, 刘日月, 等. 旱柳叶中异鼠李素-3-芸香糖甙和咖啡酸的分离与鉴定 [J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(1): 6-9.