

蓍草的化学成分研究

张锐泽, 徐燕杰, 熊娟, 胡金锋, 杨国勋*

复旦大学药学院 天然药物化学教研室, 上海 201203

摘要: 目的 研究蓍草 *Achillea alpina* 地上部分的化学成分。方法 利用多种柱色谱手段进行分离与纯化, 通过理化性质和波谱数据鉴定化合物的结构。结果 从蓍草乙醇提取物的氯仿萃取部分分离得到 11 个化合物, 分别鉴定为表木栓醇 (1)、菠菜甾醇 (2)、 β -谷甾醇 (3)、5, 6-epoxy-24(R)-methylcholesta-7, 22-dien-3 β -ol (4)、 β -胡萝卜素 (5)、schensianol A (6)、negunfuro (7)、(3S, 5S, 8R)-3, 5-dihydroxymegastigma-6, 7-dien-9-one (8)、saropectate (9)、(+)-丁香脂素 (10)、(±)-落叶松树脂醇 (11)。结论 所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 其中化合物 1、2、4、6~11 为首次从该属植物中分离得到。关键词: 蓍草; 菠菜甾醇; 表木栓醇; (+)-丁香脂素; (±)-落叶松树脂醇

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)20-2812-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.20.005

Chemical constituents from *Achillea alpina*

ZHANG Rui-ze, XU Yan-jie, XIONG Juan, HU Jin-feng, YANG Guo-xun

Department of Natural Products Chemistry, School of Pharmacy, Fudan University, Shanghai 201203, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents from the aerial parts of *Achillea alpina*. **Methods** The compounds were isolated and purified by various chromatographic techniques and their structures were characterized on the basis of physicochemical properties and their spectral analyses. **Results** Eleven compounds were isolated. Their structures were identified as epifriedelanol (1), spinasterol (2), β -sitosterol (3), 5, 6-epoxy-24(R)-methylcholesta-7, 22-dien-3 β -ol (4), β -daucosterol (5), schensianol A (6), negunfuro (7), (3S, 5S, 8R)-3, 5-dihydroxymegastigma-6, 7-dien-9-one (8), saropectate (9), (+)-syringaresinol (10), and (±)-lariciresinol (11). **Conclusion** All the compounds are isolated from the aerial parts of *A. alpina* for the first time, and compounds 1, 2, 4, 6—11 are reported to obtain from the plants in *Achillea* L. for the first time.

Key words: *Achillea alpina* L.; spinasterol; epifriedelanol; (+)-syringaresinol; (±)-lariciresinol

蓍草为菊科植物蓍 *Achillea alpina* L. 的全草, 又名一枝蒿、乱头发、千条蜈蚣。在我国贵州、江西、内蒙古、东北等地均有作为民间药物应用的记载^[1]。蓍草为《中国药典》2010 年版一部新收录的品种, 其“可以解毒利湿, 活血止痛。用于乳蛾咽痛, 泄泻痢疾, 肠痈腹痛, 热淋涩痛, 湿热带下, 蛇虫咬伤”^[2]。相对于其多种药理作用和临床应用研究, 蓍草的化学成分研究却非常有限, 目前仅有有机酸(如乌头酸、琥珀酸、延胡索酸和 α -呋喃酸)见诸于文献报道^[3]。本实验以期深入研究蓍草的化学成分, 阐明其代表性化学成分或/和找到其药效活性成分, 为蓍草的临床使用以及质量控制提供科学

参考。本实验首次对蓍草乙醇提取物的氯仿部分进行系统的分离鉴定, 从中得到了 11 个化合物, 其中包括 1 个三萜类化合物: 表木栓醇(epifriedelanol, 1); 4 个甾体类化合物: 菠菜甾醇(spinasterol, 2)、 β -谷甾醇(β -sitosterol, 3)、5, 6-epoxy-24(R)-methylcholesta-7, 22-dien-3 β -ol (4)、 β -胡萝卜素(β -daucosterol, 5); 2 个倍半萜: schensianol A (6)、negunfuro (7); 1 个含 13 个碳原子的降碳倍半萜: (3S, 5S, 8R)-3, 5-dihydroxymegastigma-6, 7-dien-9-one (8); 1 个氨基酸类衍生物: saropectate (9); 2 个木脂素: (+)-丁香脂素 [(+)-syringaresinol, 10]、(±)-落叶松树脂醇 [(±)-lariciresinol, 11]。所有化

收稿日期: 2013-09-09

基金项目: 国家“十一五”规划重大科技专项——先导化合物的发现与优化技术平台(2009ZX09301-011); 国家自然科学基金资助项目(81273401); 科技部“重大新药创制”重大专项公共资源平台“面向新药发现的数字化中药化学成分库”(2011ZX09307-002-01)

作者简介: 张锐泽, 男, 黑龙江汤原人, 天然药物化学硕士研究生。E-mail: zhangruize@gmail.com

*通信作者 杨国勋, 男, 博士, 副教授。Tel: (021)51980106 E-mail: gxyang@fudan.edu.cn

合物均为首次从该植物中分离得到。化合物 **1**、**2**、**4**、**6**~**11** 为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

Varian Mercury Plus 400 MHz 和 Bruker Avance III 400 MHz 核磁共振波谱仪; Waters UPLC H Class-SQD、Agilent 1100 series mass spectrometer、Agilent 5975c Mass Spectrometer 质谱仪; Autopol VI 旋光仪(美国鲁道夫公司); 200~300 目硅胶(烟台康必诺化学试剂厂和青岛海洋化工厂分厂); Sephadex LH-20(瑞典乌普萨拉 GE Healthcare Bio-Sciences AB); 预制薄层色谱硅胶板(烟台牟平区康必诺化学试剂厂); ZF—2 三用紫外仪(上海市安亭电子仪器厂); 所用溶剂均为分析纯, 由国药集团化学试剂有限公司及上海禾汽化工科技有限公司生产。

药材由安徽亳州华荣堂提供, 于 2011 年 7 月采自安徽亳州。经第二军医大学药学院生药教研室黄宝康副教授鉴定为蓍草 *Achillea alpina* L. 的地上部分。标本(110721)存于复旦大学药学院。

2 提取与分离

9 kg 蓍草粉碎后, 于室温下以 95%乙醇中渗漉提取 3 次。合并提取液, 减压蒸馏除去溶剂, 得到乙醇提取总浸膏 446 g。浸膏分散于 2 L 蒸馏水中, 分别以等体积氯仿、醋酸乙酯、正丁醇依次萃取 3 次。减压蒸馏之后得到氯仿部分 150 g、醋酸乙酯部分 22 g、正丁醇部分 56 g。氯仿部分(150 g)经硅胶柱色谱, 以石油醚-醋酸乙酯、醋酸乙酯-甲醇梯度洗脱, 得到 15 个组分(A~O)。组分 D 经反复硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(40:1)和石油醚-二氯甲烷(2:7)洗脱后得到化合物 **1** (4.9 g)。组分 G 经硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(17:1)和石油醚-醋酸乙酯(10:1)洗脱后得到化合物 **2** (5 mg)、**3** (2 mg)。组分 J 经硅胶柱色谱洗脱, 以石油醚-醋酸乙酯(3:1)洗脱, 经反相 C₁₈ 柱色谱, 以甲醇-水(55:45)洗脱, 经制备用硅胶薄层色谱, 以石油醚-二氯甲烷-醋酸乙酯(20:7:10)展开, 再经凝胶柱色谱, 以甲醇洗脱后得到化合物 **6** (1 mg)、**7** (2 mg)、**9** (5 mg)。组分 L 经硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(15:1→1:1)洗脱, 再经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 以二氯甲烷-甲醇(2:1)洗脱后得到化合物 **8** (7 mg)、**10** (15 mg)、**11** (16 mg)。组分 M 经反复硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮(1:1)和二氯甲烷-甲醇(20:1)洗脱后, 再经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱洗脱, 以二氯甲烷-甲醇(2:1)

洗脱后得到化合物 **4** (1 mg)、**5** (22 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末, EI-MS m/z : 428 [M]⁺ (5), 413 (8), 275 (29), 95 (100)。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 0.86 (3H, s, H-25), 0.93 (3H, d, J = 7.2 Hz, H-23), 0.94 (3H, s, H-29), 0.96 (3H, s, H-24), 0.99 (3H, s, H-27), 1.00 (3H, s, H-28), 1.01 (3H, s, H-26), 1.17 (3H, s, H-30), 1.74 (1H, m, H-6a), 1.89 (1H, dt, J = 10.0, 2.8 Hz, H-2a), 3.73 (1H, brd, J = 2.4 Hz, H-3); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 15.8 (C-1), 35.2 (C-2), 72.8 (C-3), 49.2 (C-4), 37.1 (C-5), 41.7 (C-6), 17.6 (C-7), 53.2 (C-8), 38.4 (C-9), 61.4 (C-10), 35.3 (C-11), 30.6 (C-12), 37.8 (C-13), 39.7 (C-14), 32.3 (C-15), 36.1 (C-16), 30.0 (C-17), 42.8 (C-18), 35.6 (C-19), 28.2 (C-20), 32.8 (C-21), 39.3 (C-22), 11.6 (C-23), 16.4 (C-24), 18.2 (C-25), 18.6 (C-26), 20.1 (C-27), 31.8 (C-28), 35.0 (C-29), 32.1 (C-30)。以上数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **1** 为表木栓醇。

化合物 **2**: 白色粉末, EI-MS m/z : 412 [M]⁺ (33), 369 (11), 300 (13), 271 (100)。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 0.55 (3H, s, H-18), 0.80 (3H, s, H-19), 0.81 (3H, t, overlapped, H-29), 0.85 (3H, d, J = 6.4 Hz, H-27), 1.03 (3H, d, J = 6.8 Hz, H-21), 3.60 (1H, m, H-3), 5.02 (1H, dd, J = 15.2, 8.2 Hz, H-23), 5.16 (2H, m, H-7, 22); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 37.1 (C-1), 31.5 (C-2), 71.1 (C-3), 38.0 (C-4), 40.3 (C-5), 29.7 (C-6), 117.5 (C-7), 139.6 (C-8), 49.4 (C-9), 34.2 (C-10), 21.5 (C-11), 39.5 (C-12), 43.4 (C-13), 55.1 (C-14), 23.0 (C-15), 28.5 (C-16), 55.9 (C-17), 12.1 (C-18), 13.1 (C-19), 40.8 (C-20), 21.4 (C-21), 138.2 (C-22), 129.4 (C-23), 51.3 (C-24), 31.9 (C-25), 19.0 (C-26), 21.1 (C-27), 25.4 (C-28), 12.3 (C-29)。以上数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定化合物 **2** 为菠菜甾醇。

化合物 **3**: 与 β -谷甾醇对照品经石油醚-丙酮(12:1)、石油醚-醋酸乙酯(4:1)、二氯甲烷-醋酸乙酯(50:1) 3 个体系对比 R_f 值和显色之后, 鉴定化合物 **3** 为 β -谷甾醇。

化合物 **4**: 白色粉末, EI-MS m/z : 412 [M]⁺ (10), 394 (11), 251 (42), 170 (100)。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 0.60 (3H, s, H-18), 1.10 (3H, s, H-19), 3.64 (1H, brs, H-6), 4.09 (1H, m, H-3), 5.17 (1H, dd, J =

15.2, 7.6 Hz, H-23), 5.23 (1H, dd, $J = 15.2, 7.2$ Hz, H-22), 5.37 (1H, brd, $J = 5.2$ Hz, H-7); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 32.9 (C-1), 30.8 (C-2), 67.7 (C-3), 39.2 (C-4), 75.9 (C-5), 73.6 (C-6), 117.5 (C-7), 144.0 (C-8), 43.4 (C-9), 37.1 (C-10), 22.0 (C-11), 39.4 (C-12), 43.7 (C-13), 54.7 (C-14), 22.9 (C-15), 27.9 (C-16), 55.9 (C-17), 12.3 (C-18), 18.9 (C-19), 40.4 (C-20), 21.1 (C-21), 135.4 (C-22), 132.1 (C-23), 42.8 (C-24), 33.0 (C-25), 19.6 (C-26), 20.0 (C-27), 17.6 (C-28)。以上数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **4** 为 5, 6-epoxy-24(R)-methylcholesta-7, 22-dien-3 β -ol。

化合物 **5**: 与 β -胡萝卜素对照品经硅胶薄层色谱比较, 在多种展开剂条件下具有相同 Rf 值。故鉴定化合物 **5** 为 β -胡萝卜素。

化合物 **6**: 无色油状物, $[\alpha]_{\text{D}}^{20} +4.0^\circ$ (c 0.1, MeOH); ESI-MS m/z : 272 $[\text{M}+\text{NH}_4]^+$, 277 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 1.12 (3H, s, H-13), 1.24 (3H, s, H-15), 1.27 (3H, s, H-12), 1.32 (3H, d, $J = 1.6$ Hz, H-14), 2.24 (2H, m, H-4), 3.85 (1H, t, $J = 7.2$ Hz, H-10), 5.05 (1H, dd, $J = 10.8, 1.2$ Hz, H-1b), 5.20 (1H, brd, $J = 17.2$ Hz, H-1a), 5.60 (1H, m, H-6), 5.67 (1H, dd, $J = 15.6, 6.4$ Hz, H-5), 5.91 (1H, dd, $J = 17.2, 10.8$ Hz, H-2); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 112.0 (C-1), 144.8 (C-2), 72.6 (C-3), 45.1 (C-4), 122.4 (C-5), 140.9 (C-6), 82.5 (C-7), 38.1 (C-8), 26.5 (C-9), 85.6 (C-10), 71.2 (C-11), 27.3 (C-12), 24.4 (C-13), 26.6 (C-14), 27.6 (C-15)。以上数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **6** 为 schensianol A。

化合物 **7**: 无色油状物, $[\alpha]_{\text{D}}^{20} +9.0^\circ$ (c 0.1, MeOH); ESI-MS m/z : 272 $[\text{M}+\text{NH}_4]^+$, 277 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 1.15 (3H, s, H-13), 1.24 (3H, d, $J = 1.6$ Hz, H-15), 1.29 (3H, s, H-12), 1.34 (3H, s, H-14), 2.28 (2H, m, H-4), 3.78 (1H, td, $J = 7.2, 3.2$ Hz, H-10), 5.08 (1H, dd, $J = 10.8, 1.2$ Hz, H-1b), 5.22 (1H, ddd, $J = 17.2, 5.0, 1.2$ Hz, H-1a), 5.60 (1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-6), 5.61 (1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-5), 5.94 (1H, dd, $J = 17.2, 10.8$ Hz, H-2); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 112.0 (C-1), 144.8 (C-2), 72.7 (C-3), 45.2 (C-4), 122.1 (C-5), 140.4 (C-6), 82.7 (C-7), 37.8 (C-8), 26.4 (C-9), 85.5 (C-10), 71.2 (C-11), 27.3 (C-12), 24.2 (C-13), 27.1 (C-14),

27.4 (C-15)。以上数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **7** 为 negunfurol。

化合物 **8**: 白色粉末, $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -31^\circ$ (c 0.01, CHCl_3); ESI-MS m/z : 225 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 247 $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 1.18 (3H, s, H-11), 1.40 (3H, s, H-12), 1.44 (1H, m, H-4a), 1.45 (3H, s, H-13), 1.50 (1H, m, H-2a), 2.02 (1H, ddd, $J = 12.8, 4.0, 2.0$ Hz, H-4b), 2.20 (3H, s, H-10), 2.32 (1H, ddd, $J = 12.8, 4.0, 2.0$ Hz, H-2b), 4.36 (1H, m, H-3), 5.87 (1H, s, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 36.1 (C-1), 49.0 (C-2), 63.9 (C-3), 48.7 (C-4), 72.3 (C-5), 118.8 (C-6), 198.3 (C-7), 100.8 (C-8), 209.7 (C-9), 26.3 (C-10), 29.1 (C-11), 31.7 (C-12), 30.9 (C-13)。以上数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **8** 为 (3S, 5S, 8R)-3, 5-dihydroxymegastigma-6, 7-dien-9-one。

化合物 **9**: 无色针状晶体, $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -52^\circ$ (c 0.056, CHCl_3); ESI-MS m/z : 445 $[\text{M}+\text{H}]^+$, 467 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 483 $[\text{M}+\text{K}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 2.05 (3H, s, H-4), 2.77 (2H, dd, $J = 14.0, 7.2$ Hz, H-2'''), 3.08 (1H, dd, $J = 14.0, 8.4$ Hz, H-2''a), 3.24 (1H, dd, $J = 14.0, 6.0$ Hz, H-2''b), 3.84 (1H, dd, $J = 11.2, 4.4$ Hz, H-2a), 3.95 (1H, dd, $J = 11.2, 4.8$ Hz, H-2b), 4.36 (1H, m, H-1'''), 4.80 (1H, m, H-1''), 6.02 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, -NH), 6.78 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, -NH), 7.42 (2H, dd, $J = 7.2, 7.6$ Hz, H-4', 6'), 7.55 (1H, dd, $J = 7.2, 7.6$ Hz, H-5'), 7.73 (2H, dd, $J = 7.2, 1.2$ Hz, H-3', 7'); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 170.2 (C-1), 64.6 (C-2), 170.7 (C-3), 20.8 (C-4), 167.1 (C-1'), 133.7 (C-2'), 127.1 (C-3', 7'), 128.6 (C-4', 6'), 131.9 (C-5'), 55.03 (C-1''), 38.4 (C-2''), 136.7 (C-3''), 129.3 (C-4'', 8''), 128.7 (C-5'', 7''), 127.2 (C-6''), 49.5 (C-1'''), 37.5 (C-2'''), 136.7 (C-3'''), 129.2 (C-4''', 8'''), 128.6 (C-5''', 7'''), 126.8 (C-6''')。以上数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **9** 为 saropeptate。

化合物 **10**: 白色粉末, $[\alpha]_{\text{D}}^{20} +3.8^\circ$ (c 0.27, CHCl_3); ESI-MS m/z : 417 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 3.10 (2H, m, H-1, 5), 3.90 (12H, s, OMe), 3.91 (2H, m, H-4a, 8a), 4.29 (2H, dd, $J = 8.8, 6.8$ Hz, H-4b, 8b), 4.74 (2H, brd, $J = 4.0$ Hz, H-2, 6), 5.53 (2H, s, OH), 6.59 (4H, s, H-2', 2'', 6', 6''); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 54.4 (C-1, 5), 86.1 (C-2, 6), 71.8 (C-4, 8), 132.1 (C-1', 1''), 102.6 (C-2', 2'', 6', 6''), 147.1 (C-3', 3'', 5', 5''), 134.2 (C-4', 4''), 56.8

(-OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **10** 为 (+)-丁香脂素。

化合物 **11**: 白色粉末, $[\alpha]_D^{20} +1.6^\circ$ (*c* 0.50, CH₃COCH₃); ESI-MS *m/z*: 383 [M+Na]⁺, 721 [2M+H]⁺. ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 2.40 (1H, m, H-8'), 2.55 (1H, dd, *J* = 13.4, 10.8 Hz, H-7 α), 2.72 (1H, m, H-8), 2.92 (1H, dd, *J* = 13.5, 5.1 Hz, H-7 β), 3.77 (2H, m, H-9 α , 9'), 3.87 (3H, s, -OCH₃), 3.88 (3H, s, -OCH₃), 3.92 (1H, m, H-9'), 4.05 (1H, dd, *J* = 8.4, 6.8 Hz, H-9 β), 4.78 (1H, d, *J* = 6.6 Hz, H-7'), 5.55 (1H, brs, -OH), 5.63 (1H, brs, -OH), 6.69~6.88 (6H, overlapped, H-2, 2', 5, 5', 6, 6'); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 132.3 (C-1), 111.2 (C-2), 146.5 (C-3), 143.9 (C-4), 114.4 (C-5), 121.2 (C-6), 33.3 (C-7), 42.3 (C-8), 72.9 (C-9) 134.8 (C-1'), 108.3 (C-2'), 146.6 (C-3'), 145.0 (C-4'), 114.2 (C-5'), 118.8 (C-6'), 82.8 (C-7'), 52.6 (C-8'), 60.9 (C-9'), 55.9 (2 $\times$ -OCH₃)。以上数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **11** 为 (±)-落叶松树脂醇。

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, 1986.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [3] 黄黎, 任娜, 叶文华. 薯蓣有机酸的药理作用 [J]. 中药通报, 1985, 10(11): 38-40.
- [4] Kundu J K, Rouf A S S, Nazmul H M, *et al.* Antitumor activity of epifriedelanol from *Vitis trifolia* [J]. *Fitoterapia*, 2000, 71(5): 577-579.
- [5] Zhang L J, Yang X D, Xu L Z, *et al.* A new sterol glycoside from *Securidaca inappendiculata* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2005, 7(4): 649-653.
- [6] Bok J W, Lerner L, Chilton J, *et al.* Antitumor sterols from the mycelia of *Cordyceps sinensis* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 51(7): 891-898.
- [7] Zheng C J, Pu J, Zhang H, *et al.* Sesquiterpenoids and nortriterpenoids from *Vitex negundo* [J]. *Fitoterapia*, 2012, 83(1): 49-54.
- [8] Della G M, Marino C D, Zarrelli A, *et al.* Isolation and phytotoxicity of apocarotenoids from *Chenopodium album* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(9): 1492-1495.
- [9] Ishiguro K, Nagata S, Fukumoto H, *et al.* A dipeptide derivative from *Hypericum japonicum* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(11): 3639-3641.
- [10] Kwon H C, Choi S U, Lee J O, *et al.* Two new lignans from *Lindera obtusiloba* Blume [J]. *Arch Pharmacol Res*, 1999, 22(4): 417-422.
- [11] Duh C Y, Phoebe Jr C H, Pezzuto J M, *et al.* Plant anticancer agents, XLII. Cytotoxic constituents from *Wikstroemia elliptica* [J]. *J Nat Prod*, 1986, 49(4): 706-709.