

海南黄牛木根化学成分分析

何际婵, 李晓霞, 王茂媛, 王祝年*

中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 儋州 573717

摘要: 本文对海南黄牛木 [*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume] 根的化学成分进行研究。采用薄层色谱、硅胶与凝胶柱色谱法对黄牛木根的乙醇提取物进行分离纯化, 得到 10 个化合物, 根据波谱数据和理化性质, 分别鉴定为 β -谷甾醇(1)、豆甾醇(2)、豆甾烷-4-烯-3-酮(3)、软木三萜酮(4)、穿贝海绵甾醇(5)、 α -倒捻子素(6)、3-表-白桦酸(7)、胡萝卜苷(8)、Pruniflorone H(9)、(13E, 17E)-Polypoda-7, 13, 17, 21-tetraen-3b-ol(10)、Vismiaquinone(11)。化合物 5、8、9、11 首次从该植物中分离得到。

关键词: 黄牛木; 软木三萜酮; 穿贝海绵甾醇; Pruniflorone H; Vismiaquinone

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.S.005

Chemical Constituents of *Cratoxylum cochinchinense* Roots

HE Ji-chan, LI Xiao-xia, WANG Mao-yuan, WANG Zhu-nian*

Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Danzhou 571737, China

Abstract: To study the chemical constituents in the root of *Cratoxylum cochinchinense* (Loureiro) Blume. The constituents were isolated from *C. cochinchinense* and purified by TLC, silica gel and gel column chromatography. The structures were identified by physicochemical and spectral data. eleven constituents were elucidated as β -sitosterol (1), stignasterol (2), Stigmast-4-en-3-one (3), Friedelin (4), Clionasterol (5), α -Mangostin (6), 3-epi-betulinic (7), daucosterol (8), Pruniflorone H (9), (13E, 17E)-Polypoda-7, 13, 17, 21-tetraen-3b-ol (10), Vismiaquinone (11). Compounds 5, 8, 9 and 11 were isolated from the plant for the first time.

Key words: *Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume; friedelin; clionasterol; pruniflorone H; vismiaquinone

黄牛木 [*Cratoxylum cochinchinense* (Loureiro) Blume] 为藤黄科 (Clusiaceae) 黄牛木属 (*Cratoxylum* Blume) 植物, 主要分布在广东、广西及云南南部; 以根或皮入药, 具有清热解毒、化湿消滞、祛瘀消肿等功能^[1]。目前, 从该属植物中已分离得到黄酮、咕吨酮、蒽醌、苯甲酮和萜类等化合物, 国内外的研究主要集中在树皮及果实上, 对其根的研究报道不多, 为进一步探明其有效成分, 笔者对海南黄牛木根进行化学成分研究, 共分离鉴定了 11 个化合物, 其中化合物 5、8、9、11 为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与试剂

MS 谱采用 VG Autospec-3000 型质谱仪测定。NMR 谱采用 Bruker DRX400 型超导核磁共振测定, TMS 为内标。柱色谱及薄层色谱用硅胶均为青岛

海洋化工厂生产。实验所用石油醚 (沸程 60 ~ 90 °C)、乙醇、甲醇、氯仿、乙酸乙酯为工业级, 丙酮为分析纯。

海南黄牛木的根于 2007 年 7 月采于海南省儋州市加来镇, 经中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所王祝年研究员鉴定为黄牛木 *Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume 的根, 凭证标本保存在中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所南药种资圃。

2 提取与分离

黄牛木干燥根 (17.00 kg), 粉碎后用 95% 乙醇室温浸提 3 次, 每次 7 d; 合并提取液, 过滤, 减压回收乙醇至无醇味。将乙醇提取物分散于水中成悬浮液, 分别用石油醚、乙酸乙酯各萃取 3 次, 得石油醚部分 53.0 g 和乙酸乙酯部分 750.0 g。得到的石油醚部位经真空减压柱层析用石油醚-丙酮梯度洗脱, 分成 8 流分, 后经硅胶柱、C-18 柱和葡聚糖凝胶等反复柱层析得化合物 1、2、3、4、5、7。乙酸乙酯部位

经真空减压柱层析用氯仿-甲醇梯度洗脱,分成8个流分,后经硅胶柱、C-18柱和葡聚糖凝胶等反复柱层析得化合物**6**、**8**、**9**、**10**、**11**。

3 结构鉴定

化合物1 无色针晶(丙酮);mp. 132~134 °C。分子式为 $C_{29}H_{50}O$, Libermann-Burcha 反应呈阳性, $IR_{\nu cm^{-1}}$: 3400 (-OH), 2953, 2925, 1649, 1370, 1050, 1014, 953 ($-C=CH_2$); EI-MS m/z : 414 [M^+], 395, 302, 214, 146。 1H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): δ . 0.68 (3 H, s, H-18), 0.79 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-27), 0.82 (3 H, d, $J = 5.3$ Hz, H-26), 0.83 (3 H, d, $J = 8.1$ Hz, H-29), 0.93 (3 H, d, $J = 6.4$ Hz, H-21), 1.00 (3 H, s, H-19), 3.43 (1 H, m, $J = 7.2$ Hz, H-3a), 5.31 (1 H, d, H-6); ^{13}C NMR (400 MHz, $CDCl_3$): 1位至29位碳的化学位移值分别为: δ 37.2 (C-1), 32.1 (C-2), 71.6 (C-3), 42.0 (C-4), 140.8 (C-5), 121.8 (C-6), 34.1 (C-7), 31.7 (C-8), 50.2 (C-9), 36.5 (C-10), 21.1 (C-11), 39.8 (C-12), 42.3 (C-13), 56.7 (C-14), 24.9 (C-15), 28.1 (C-16), 56.0 (C-17), 11.9 (C-18), 19.3 (C-19), 37.4 (C-20), 18.4 (C-21), 36.2 (C-22), 26.0 (C-23), 45.7 (C-24), 29.2 (C-25), 19.5 (C-26), 19.0 (C-27), 23.2 (C-28), 12.1 (C-29)。上述数据与化合物 β -谷甾醇的一致^[2,3],故化合物**1**鉴定为 β -谷甾醇。

化合物2 白色针晶(丙酮);mp. 167~168 °C, 分子式为 $C_{29}H_{48}O$, Libermann-Burcha 反应呈阳性, $IR_{\nu cm^{-1}}$: 3429 (-OH), 2960, 2867, 1641, 1382, 1050, 1062, 959 ($-C=CH_2$); EI-MS m/z : 412 [M^+], 397, 369, 300, 271, 255, 231, 133, 109。 1H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): δ . 3.54 (1 H, m, H-3), 5.02 (1 H, dd, $J = 9.0, 8.0$ Hz, H-23), 5.14 (1 H, dd, $J = 15.0, 8.0$ Hz, H-22), 5.43 (1 H, dd, $J = 9.0, 8.0$ Hz, H-6); ^{13}C NMR (400 MHz, $CDCl_3$): 1位至29位碳的化学位移值分别为: δ 37.2 (C-1), 33.7 (C-2), 71.8 (C-3), 34.9 (C-4), 140.1 (C-5), 117.9 (C-6), 30.9 (C-7), 30.8 (C-8), 49.5 (C-9), 37.2 (C-10), 21.5 (C-11), 39.6 (C-12), 43.3 (C-13), 56.0 (C-14), 28.4 (C-15), 29.2 (C-16, C-17), 12.0 (C-18), 19.1 (C-19), 40.8 (C-20), 13.0 (C-21), 138.1 (C-22), 129.6 (C-23), 51.3 (C-24), 32.5 (C-25), 21.4 (C-26), 19.8 (C-27), 25.3 (C-28), 12.3 (C-29)。以上数据与化合物豆甾醇一致^[4,5],故化合物**2**鉴定为豆甾醇。

醇。

化合物3 无色针晶;溶于丙酮, mp. 77~80 °C, 分子式为 $C_{29}H_{48}O$, Libermann-Burcha 反应呈阳性。其波谱数据如下: EI-MS m/z : 412 [M^+], 397, 289, 271, 124; UV λ_{nm} : 240, 291, 1H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz,): δ . 0.71 (3 H, s, H-18), 0.86 (9 H, d, $J = 6.0$ Hz, H-21, 26, 27), 5.72 (1 H, s, H-4); ^{13}C NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): 1位至29位碳的化学位移值分别为: δ 35.6 (C-1), 33.8 (C-2), 199.6 (C-3), 123.7 (C-4), 71.7 (C-5), 32.9 (C-6), 32.0 (C-7), 35.7 (C-8), 53.8 (C-9), 38.6 (C-10), 21.0 (C-11), 39.6 (C-12), 42.4 (C-13), 55.8 (C-14), 24.2 (C-15), 28.2 (C-16), 56.0 (C-17), 11.9 (C-18), 17.4 (C-19), 36.1 (C-20), 18.7 (C-21), 34.0 (C-22), 26.0 (C-23), 45.8 (C-24), 29.1 (C-25), 19.8 (C-26), 19.0 (C-27), 23.0 (C-28), 11.9 (C-29)。以上数据与化合物豆甾烷-4-烯-3-酮一致^[6,7],故化合物**3**鉴定为豆甾烷-4-烯-3-酮。

化合物4 无色针晶;mp. 257~258 °C, 分子式为 $C_{30}H_{50}O$, EI-MS m/z : 426 [M^+]; 1H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): δ . 0.70 (3 H, s, H-24), 0.85 (3 H, d, $J = 6.40$ Hz, H-23), 0.86 (3 H, s, H-25), 0.93 (3H, s, H-30), 0.99 (3 H, s, H-29), 0.97 (3 H, s, H-26), 1.03 ((3 H, s, H-27), 1.16 ((3 H, s, H-28)); ^{13}C NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): 1位至30位碳的化学位移值分别为: δ 22.2 (C-1), 41.5 (C-2), 213.2 (C-3), 58.2 (C-4), 42.1 (C-5), 41.2 (C-6), 18.2 (C-7), 53.0 (C-8), 37.4 (C-9), 59.4 (C-10), 35.6 (C-11), 30.4 (C-12), 39.6 (C-13), 38.2 (C-14), 32.7 (C-15), 36.0 (C-16), 29.9 (C-17), 42.7 (C-18), 35.3 (C-19), 28.1 (C-20), 32.3 (C-21), 39.2 (C-22), 6.8 (C-23), 14.6 (C-24), 17.9 (C-25), 20.2 (C-26), 8.6 (C-27), 32.0 (C-28, 29), 35.0 (C-30)。以上数据与化合物软木三萜酮一致^[8,9],故化合物**4**鉴定为软木三萜酮。

化合物5 无色片状结晶;mp. 146~147 °C, 分子式为 $C_{29}H_{50}O$, EI-MS m/z : 414 [M^+], 396, 273, 255, 43; 1H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): δ . 0.68 (3 H, s, Me-18), 0.84 (3 H, t, $J = 7.0$ Hz, Me-29), 0.98 (3 H, d, $J = 6.5$ Hz, Me-21), 1.05 (3 H, s, Me-19), 3.52 (1 H, m, H-3), 5.35 (1 H, brd, $J = 5.0$ Hz, H-6)。以上数据与化合物穿贝海绵甾醇一致^[10,11],故化合物**5**鉴定为穿贝海绵甾醇。

化合物 6 黄色粉末;易溶于氯仿、丙酮, mp. 179 ~ 180 °C。三氯化铁-铁氰化钾反应呈阳性, 示有酚羟基存在。¹H NMR (Acetone-*d*₆, 400 MHz): δ1.64 (3 H, s, H-4''), 1.65 (3H, s, H-4'), 1.78 (3H, s, H-5'), 1.83 (3H, s, H-5''), 3.34 (2H, d, *J* = 6.5 Hz, H-1'), 3.79 (3H, s, 7-OCH₃), 4.10 (1H, d, *J* = 5.8 Hz, H-1''), 5.27 (1H, t, *J* = 7.44 Hz, H-2'), 5.29 (1H, t, *J* = 4.32 Hz, H-2''), 6.37 (1H, s, H-4), 6.78 (1H, s, H-5), 13.76 (1H, s, OH-6); ¹³C NMR (Acetone-*d*₆, 400 MHz): 1 位至 24 位碳的化学位移值分别为: 157.1 (C-1), 111.9 (C-2), 163.9 (C-3), 94.1 (C-4), 103.7 (C-5), 162.6 (C-6), 145.4 (C-7), 139.0 (C-8), 183.7 (C-9), 158.3 (C-10), 62.3 (C-7-OCH₃), 156.6 (C-4a), 112.1 (C-8a), 104.5 (C-9a), 22.9 (C-1'), 124.5 (C-2'), 132.3 (C-3'), 25.5 (C-4'), 18.8 (C-5'), 27.8 (C-1''), 125.8 (C-2''), 132.3 (C-3''), 26.9 (C-4''), 19.2 (C-5'')。以上数据与化合物 α-倒捻子素一致^[12,13], 故化合物 **6** 鉴定为 α-倒捻子素。

化合物 7 白色粉末; mp. 290 ~ 291 °C, 分子式为 C₃₀H₄₈O₃, IR_{νcm⁻¹}: 3445 (-OH); 3076, 1644, 1418, 908, 882 (-C = CH₂); 3200 ~ 2800, 1705 (-COOH); FAB-MS *m/z*: 457 (M⁺ + H), 456 (M⁺), 438, 423, 411, 248, 219, 207, 189。呈羽扇豆烷型五环三萜的特征裂解。¹H NMR (CDCl₃, 400 MHz): 0.91 ~ 2.43 呈山峰状。0.91 (3 H, s), 1.00 (3 H, s), 1.12 (3 H, s), 1.15 (3 H, s), 1.56 (3 H, s), 1.85 (3 H, s, C₃₀-H₃) 为 6 个甲基, 3.32 (1 H, d, *J* = 2.5 Hz, C₃-βH), 4.8 (1 H, d, *J* = 1.5 Hz, C₂₉-Ha), 4.9 (1 H, d, *J* = 2.0 Hz, C₂₉-Hb); ¹³C NMR (CDCl₃, 400 MHz): 1 位至 30 位碳的化学位移值分别为: 39.6 (C-1), 26.3 (C-2), 76.5 (C-3), 39.5 (C-4), 51.4 (C-5), 19.0 (C-6), 33.0 (C-7), 41.4 (C-8), 50.0 (C-9), 39.1 (C-10), 21.7 (C-11), 25.8 (C-12), 39.5 (C-13), 39.1 (C-14), 30.4 (C-15), 31.3 (C-16), 56.9 (C-17), 47.3 (C-18), 49.5 (C-19), 151.4 (C-20), 29.4 (C-21), 35.1 (C-22), 15.9 (C-23), 28.3 (C-24), 16.6 (C-25), 16.4 (C-26), 15.1 (C-27), 179.7 (C-28), 109.9 (C-29), 19.7 (C-30)。以上数据与化合物 3-表-白桦酸一致^[14,15], 故化合物 **6** 鉴定为 3-表-白桦酸。

化合物 8 白色粉末; mp. 297 ~ 299 °C。Liebermann-Burcha 反应及 Molish 反应均为呈阳性。Liebermann-Burcha 反应阳性, 提示含有甾体母核;

Molish 反应阳性, 提示该化合物可能含有糖。¹H NMR (CDCl₃, δ): 0.63, 0.75, 0.85, 0.87, 0.94, 1.10 为 6 个甲基信号峰; δ4.60 ~ 4.00 之间有 6 个氢质子信号, 推测分子中含有糖; δ5.35 (1H, t, *J* = 2.4 Hz, H-6), δ4.55 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-3), δ5.05 (1H, d, *J* = 7.6 Hz, H-1') 为糖的端基质子。¹³C NMR 提示有 35 个碳信号, 其中 δ101.5, 77.2, 77.1, 74.1, 70.4, 61.8 为一组葡萄糖糖上的碳信号, δ78.1 处碳为糖取代的碳信号峰; 剩余苷元有 29 个碳, 提示该化合物可能为甾体苷类化合物; 双键上 2 个碳原子信号分别出现在 δ141.0 及 δ121.8。¹³C NMR (CDCl₃, δ): 1 位至 6' 位碳的化学位移值分别为: 37.5 (C-1), 28.3 (C-2), 78.1 (C-3), 39.5 (C-4), 141.0 (C-5), 121.8 (C-6), 32.2 (C-7), 32.0 (C-8), 50.5 (C-9), 36.9 (C-10), 21.2 (C-11), 40.2 (C-12), 42.5 (C-13), 56.2 (C-14), 26.2 (C-15), 29.4 (C-16), 56.9 (C-17), 12.0 (C-18), 19.8 (C-19), 36.2 (C-20), 18.9 (C-21), 30.0 (C-22), 34.1 (C-23), 46.0 (C-24), 29.9 (C-25), 21.1 (C-26), 21.6 (C-27), 23.2 (C-28), 12.4 (C-29), 101.5 (C-1'), 74.1 (C-2'), 77.2 (C-3'), 70.4 (C-4'), 77.1 (C-5'), 61.8 (C-6')。以上数据与化合物胡萝卜苷一致^[16,17], 故鉴定化合物 **7** 为胡萝卜苷。

化合物 9 黄色粉末; mp. 175 ~ 177 °C。¹³C NMR 和 DEPT 谱给出 5 个甲基信号 δ: 17.6, 25.6, 26.9, 28.4, 28.5; 1 个甲氧基信号 δ56.6; 1 个连氧季碳的信号 δ81.1; 一个季碳信号 δ41.8。¹H NMR 谱高场区出现 5 个 CH₃ 信号峰 δ: 1.45, 1.51, 1.56, 1.59, 1.66; 一个甲氧基信号 δ4.02 (3H, s); δ7.75 (1H, d, *J* = 8.8 Hz), δ6.97 (1H, d, *J* = 9.8 Hz) 为苯环上 2 个偶合的氢原子。此外, 氢谱还给出了 3 个双键的信号: δ6.66 (1H, dd, *J* = 10.0, 17.5 Hz), δ5.05 (1H, dd, *J* = 1.0, 10.5 Hz), δ5.19 (1H, dd, *J* = 1.0, 17.5 Hz), 结合碳谱的 δ154.9 (CH) 和 δ104.8 (CH₂), 可推知该化合物含有 -CH = CH₂ 结构; 从 ¹H NMR 谱的 δ6.82 [1H, d, *J* = 9.8 Hz; δ116.7 (CH)] 及 δ5.57 [1H, d, *J* = 9.8 Hz; δ125.6 (CH)], 可推知该化合物含有 -CH = CH-; 从 δ5.19 [1H, br, *J* = 7.5 Hz; δ123.7 (CH); δ132.0 (-C-)], 可推知该化合物含有 -CH = C-。碳谱在 δ100 ~ 160 之间给出了 18 个碳信号, 除去 6 个双键碳信号, 说明该化合物结构中至少含有 2 个苯环, δ180.9 处出现了一个羰基碳信号, 提示该化合物可能为咕吨酮类化合物。¹³C NMR

($CDCl_3, \delta$): 1 位至 5'' 位碳的化学位移值分别为: 156.7 (C-1), 104.8 (C-2), 159.8 (C-3), 113.4 (C-4), 133.6 (C-5), 131.5 (C-6), 108.5 (C-7), 116.8 (C-8), 180.9 (C-4a), 154.8 (C-4b), 144.4 (C-8a), 114.5 (C-9a), 116.7 (C-1'), 125.5 (C-2'), 81.8 (C-3'), 41.8 (C-4'), 23.2 (C-5'), 123.7 (C-6'), 132.0 (C-7'), 17.6 (C-8'), 26.9 (C-9'), 25.6 (C-10'), 41.3 (C-1''), 154.9 (C-2''), 104.5 (C-3''), 28.5 (C-4''), 28.6 (C-5''), 56.6 (6-OMe)。综合以上分析, 参考以前文献报道从该植物中分离得到的咕吨酮类化合物, 将其数据与文献报道的 Pruniflorone H 波谱数据对比结果基本一致^[18], 故鉴定化合物 **8** 为 Pruniflorone H。

化合物 10 棕色粉末; mp. 297 ~ 299 °C。¹³C NMR 谱中共出现 30 个碳信号, 从 DEPT 谱可知包含 6 个季碳、7 个 CH、9 个 CH₂、8 个 CH₃, δ 79.1 为羟基取代碳信号峰, 分子中应该含有 4 个双键(均为 C = CH), 其碳原子信号分别出现在: δ 135.4, 121.9, 135.1, 124.6, 134.9, 124.3, 131.3, 124.2 处; 其它碳都位于较高场(δ 13.5 ~ 54.0)。¹H NMR 谱高场区出现 8 个 CH₃ 信号峰: δ 0.74 (3H, br s), 0.85 (3H, br s), 0.97 (3H, br s), 1.60 (9H, br s), 1.68 (3H, br s), 1.71 (3H, br s); δ 5.38 (1H, br s) 及 5.12 (3H, m) 为 4 个双键上的氢质子, δ 3.25 (1H, dd, $J = 4.8, 9.6$ Hz) 为连氧碳上的氢。¹³C NMR ($CDCl_3, \delta$): 1 位至 30 位碳的化学位移值分别为: 37.2 (C-1), 27.3 (C-2), 79.2 (C-3), 36.5 (C-4), 54.0 (C-5), 23.4 (C-6), 121.9 (C-7), 135.4 (C-8), 49.5 (C-9), 38.6 (C-10), 37.4 (C-11), 30.1 (C-12), 124.6 (C-13), 135.1 (C-14), 39.7 (C-15), 26.7 (C-16), 124.3 (C-17), 134.9 (C-18), 39.7 (C-19), 26.6 (C-20), 124.2 (C-21), 130.3 (C-22), 27.8 (C-23), 15.1 (C-24), 13.5 (C-25), 22.0 (C-26), 16.2 (C-27), 16.0 (C-28), 17.7 (C-29), 25.7 (C-30)。综合以上分析, 初步推断该化合物为结构中含有 4 个双键的二萜类化合物, 鉴于以前有文献报道从该植物中分离得到半日花烷型的二萜类化合物, 将其波谱数据与文献报道的 (13E, 17E)-Polypoda-7, 13, 17, 21-tetraen-3b-ol 波谱数据进行对比结果基本一致^[19], 故鉴定化合物 **9** 为 (13E, 17E)-Polypoda-7, 13, 17, 21-tetraen-3b-ol。

化合物 11 橙黄色粉末; ¹³C NMR 谱给出 2 个羰基碳信号峰 δ 191.3 和 δ 182.2, 结合 ¹H NMR 谱给出的 2 个羟基氢信号峰 δ 12.42 和 δ 12.14, 说明该化

合物为 1,8-二羟基型萜醌。¹H NMR 显示该化合物共有 3 个芳氢质子: δ 7.61 (1H, d, $J = 1.2$ Hz), δ 7.40 (1H, s), δ 7.06 (1H, s), 为五取代及间位取代; 另外, 氢(碳)谱给出 1 个甲基信号 [δ 2.44 (3H, s); δ 22.2], 1 个甲氧基信号 [δ 4.01 (3H, s); δ 56.3]; 而 ¹H NMR 谱给出的信号峰 δ 4.65 (2H, dd, $J = 5.3, 1.3$ Hz), δ 1.80 (3H, s, CH₃), δ 1.69 (3H, s, CH₃) 提示该化合物有异戊烯基的存在。¹³C NMR ($CDCl_3, \delta$): 1 位至 5' 位碳的化学位移值分别为: 163.5 (C-1), 124.4 (C-2), 148.3 (C-3), 121.1 (C-4), 120.6 (C-5), 161.7 (C-6), 132.8 (C-7), 162.5 (C-8), 191.3 (C-9), 182.2 (C-10), 133.2 (C-4a), 132.9 (C-10a), 110.7 (C-8a), 113.7 (C-9a), 124.0 (C-1'), 103.3 (C-2'), 29.7 (C-3'), 25.8 (C-4'), 22.2 (C-5'), 17.9 (3-Me), 56.3 (6-OMe)。将其波谱数据与文献报道的 Vismiaquinone 波谱数据进行对比结果基本一致^[20], 故鉴定化合物 **10** 为 Vismiaquinone。

参考文献

- 1 Chen HY (陈焕镛). Flora in Hainan (海南植物志), Vol. 3. Beijing: Science Press, 1965: 53.
- 2 Luo YJ (罗娅君), Xiao XF (肖新峰), Wang ZL (王照丽). Studies on chemical of *Stenoloma chusana* (L.) Ching. *Chem Res Appl* (化学研究与应用), 2009, 21(1): 97-99.
- 3 Qiao ZW (乔竹稳), Yao XY (姚旭颖), Shan XC (单喜臣), et al. Study on chemical constituents of *Portulaca oleracea* L. *J Qiqihar Univ* (齐齐哈尔大学学报), 2012, 28(1): 58-60.
- 4 Kuang JL (邝嘉乐), Zhang DZ (张德志). Chemical constituents of the root of *Mirabilis jalapa*. *J Guangdong Coll Pharm* (广东药学报), 2007, 23(1): 1-2.
- 5 Tian J (田晶), Xiao ZY (肖志艳), Chen YY (陈雅研), et al. structure identification of *vulgarsapoini* A. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 2000, 31(1): 29-31.
- 6 Wang LQ (王利勤), Zhao YX (赵友兴), Zhou L (周露), et al. Chemical constituents of *Houttuynia cordata*. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2007, 38: 1788-1790.
- 7 Gao YT (高毓涛), Yang XW (杨秀伟), Ai TM (艾铁民). Chemical constituents of whole herb of *Diplotera chinensis*. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2007, 38(1): 14-17.
- 8 Wei WX (韦万兴), Pan YJ (潘远江), Zhang H (张虹), et al. The Structures in crystal and in solution of friedelin isolated from *Phyllanthus niruri* Linn. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2004, 16: 201-203.