

泰国大风子的化学成分研究

王俊锋^{1,2}, 杨 扬¹, 钟惠民², 程永现^{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持续利用国家重点实验室, 云南 昆明 650204

2. 青岛科技大学 化学与分子工程学院, 山东 青岛 266042

摘要: 目的 研究泰国大风子的化学成分。方法 采用柱色谱手段, 结合波谱方法 (MS、1D NMR) 分离鉴定泰国大风子的化学成分。结果 从泰国大风子的石油醚和醋酸乙酯部分分离纯化了 15 个化合物。分别鉴定为对羟基苯甲醛 (1)、4-羟基-3-甲氧基苯甲醛 (2)、5-羟基-3-醛基吲哚 (3)、蔗糖 (4)、3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯)-1-丙酮 (5)、楝叶吴茱萸素 B (6)、*erythro*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (7)、*threo*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (8)、*erythro*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (9)、*threo*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (10)、胡萝卜苷 (11)、齐墩果酸 (12)、3'-甲氧基木犀草素 (13)、5, 4'-二羟基-7-甲氧基黄酮 (14)、木犀草素 (15)。结论 所有化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 泰国大风子; 4-羟基-3-甲氧基苯甲醛; 5-羟基-3-醛基吲哚; 楝叶吴茱萸素 B; 胡萝卜苷

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2011)12-2394-04

Chemical constituents from seeds of *Hydnocarpus anthelminthica*

WANG Jun-feng^{1,2}, YANG Yang¹, ZHONG Hui-min², CHENG Yong-xian¹

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

2. College of Chemistry and Molecular Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents in the seeds of *Hydnocarpus anthelminthica*. **Methods** The chemical constituents were separated and purified by chromatographic methods after solvent extraction and were identified by spectroscopic analyses (MS and 1D NMR). **Results** Fifteen compounds were isolated from the seeds of *H. anthelminthica* and identified as following: *p*-hydroxybenzaldehyde (1), 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (2), 5-hydroxyindole-3-aldehyde (3), sucrose (4), ω -hydro-xypropioguaiacone (5), evofolin-B (6), *erythro*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (7), *threo*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (8), *erythro*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (9), *threo*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (10), daucosterol (11), oleanolic acid (12), chrysoeriol (13), 5, 4'-dihydroxy-7-methoxyflavone (14), and luteolin (15). **Conclusion** All the compounds are isolated from this plant for the first time.

Key words: *Hydnocarpus anthelminthica* Pierre ex Less.; 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde; 5-hydroxyindole-3-aldehyde; evofolin-B; daucosterol

泰国大风子为大风子科大风子属植物泰国大风子 *Hydnocarpus anthelminthica* Pierre ex Less. 的干燥种仁, 又名麻风子、大疯子等。泰国大风子为常绿大乔木, 原产于泰国, 我国广西南宁、云南西双版纳有栽培^[1]。本属植物多为常绿或落叶乔木或灌木, 除经济价值较高, 作为绿化和观赏树种之外^[2],

本属植物的种仁、根及树皮, 大多具有祛风燥湿、攻毒杀虫的功效, 主要用于麻风、疥癣和淋病等, 在民间有一定的药用历史^[2]。本课题组曾从中发现具有抗结核和抗对氨基苯甲酸 (*p*-ABA) 生物合成途径的脂肪酸及抗巨噬细胞一氧化氮生成的黄酮木脂素杂合体类化合物^[3-4]。为了更好地阐明泰国大风

收稿日期: 2011-04-02

基金项目: 云南省中青年学术技术带头人后备人才项目 (2007PY01-48)

作者简介: 王俊锋 (1982—), 男, 山东烟台莱阳人, 博士研究生, 研究方向为天然药物化学。

*通讯作者 程永现 Tel: (0871)5223048 E-mail: yxcheng@mail.kib.ac.cn

子的化学成分特征, 本实验对其进行的系统化学成分研究中又获得了15个化合物, 分别为对羟基苯甲醛 (*p*-hydroxybenzaldehyde, **1**)、4-羟基-3-甲氧基苯甲醛 (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde, **2**)、5-羟基-3-醛基吲哚 (5-hydroxyindole-3-aldehyde, **3**)、蔗糖 (sucrose, **4**)、3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯)-1-丙酮 (*ω*-hydroxypropioiguaiacone, **5**)、楝叶吴茱萸素 B (evofolin-B, **6**)、*erythro*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (**7**)、*threo*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol (**8**)、*erythro*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (**9**)、*threo*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol (**10**)、胡萝卜苷 (daucosterol, **11**)、齐墩果酸 (oleanolic acid, **12**)、3'-甲氧基木犀草素 (chrysoeriol, **13**)、5, 4'-二羟基-7-甲氧基黄酮 (5, 4'-dihydroxy-7-methoxyflavone, **14**)、木犀草素 (luteolin, **15**)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到。

1 仪器、试剂及材料

XRC—I 微量熔点仪 (四川大学); JASCO—1020 型高分辨旋光光谱仪; AMXkg 400 和 DRX—500 核磁共振仪 (TMS 为内标); FAB-MS、EI-MS 用 VG AutoSpec—3000 型质谱仪; HP1200 型高效液相色谱仪, Zorbax SB-C₁₈ (250 mm×9.4 mm) 半制备柱色谱柱, Agilent 公司提供; Sephadex LH-20 (25~100 μm, Pharmacia Fine Chemical Co., Ltd.)、MCI-gel CHP20P (75~150 μm, Mitsubishi Chemical Industries, Ltd.)、RP-18 (40~60 μm, Merck); 薄层色谱硅胶 (80~100 目) 和柱色谱用硅胶 (200~300 目), 青岛海洋化工厂生产; 10%硫酸乙醇溶液为显色剂。

实验用泰国大风子 *Hydnocarpus anthelminthica* Pierre ex Less. 样品于2007年12月购买于云南省药材公司, 由云南省药材公司孙宏彦工程师鉴定为正品。凭证标本 (CHYX-0321) 保存于中国科学院昆明植物研究所植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室。

2 提取与分离

泰国大风子 26 kg, 粉碎后, 用工业乙醇回流提取4次, 每次3 h, 减压回收乙醇, 得浸膏 1.2 kg, 悬浮于水中, 依次用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃

取, 每种溶剂萃取4次, 分别得石油醚部分 560 g、醋酸乙酯部分 30 g 和正丁醇部分 50 g。石油醚和醋酸乙酯部分经反复硅胶和凝胶柱色谱、反相柱色谱等方法分离、纯化, 得到15个化合物。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色无定形粉末, ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 9.74 (1H, s, H-7), 7.75 (1H, d, *J* = 8.6 Hz, H-2, 6), 6.94 (1H, d, *J* = 8.6 Hz, H-3, 5); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 129.2 (C-1), 133.5 (C-2, 6), 116.3 (C-3, 5), 165.1 (C-4), 192.9 (C-7)。以上波谱数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 **1** 为对羟基苯甲醛。

化合物 **2**: 白色无定形粉末, EI-MS: *m/z* 152 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 9.71 (1H, s, H-7), 7.41 (1H, d, *J* = 8.5 Hz, H-5), 7.40 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2), 6.94 (1H, dd, *J* = 8.5, 2.0 Hz, H-6), 3.89 (3H, s, H-8); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 130.6 (C-1), 111.2 (C-2), 149.6 (C-3), 154.7 (C-4), 116.9 (C-5), 128.0 (C-6), 193.0 (C-7), 56.4 (C-8)。以上波谱数据与文献报道的数据一致^[6], 故鉴定化合物 **2** 为4-羟基-3-甲氧基苯甲醛。

化合物 **3**: 无色针状晶体, EI-MS: *m/z* 161 [M]⁺; ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 9.79 (1H, s, H-10), 7.98 (1H, s, H-2), 7.56 (1H, d, *J* = 2.3 Hz, H-4), 7.28 (1H, d, *J* = 8.7 Hz, H-7), 6.80 (1H, dd, *J* = 8.7, 2.3 Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ: 139.8 (C-2), 119.7 (C-3), 107.0 (C-4), 154.8 (C-5), 114.7 (C-6), 113.7 (C-7), 133.3 (C-8), 126.9 (C-9), 187.1 (C-10)。MS 和 NMR 数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **3** 为5-羟基3-醛基吲哚。

化合物 **4**: 无色块状晶体, ¹H-NMR (500 MHz, D₂O) δ: 5.45 (1H, d, *J* = 3.9 Hz), 4.25 (1H, d, *J* = 8.8 Hz), 4.08 (1H, t, *J* = 8.8 Hz), 3.80 (1H, t, *J* = 9.4 Hz), 3.71 (2H, s), 3.60 (1H, m), 3.51 (1H, t, *J* = 9.4 Hz); ¹³C-NMR (125 MHz, D₂O) δ: 92.4 (C-1), 71.3 (C-2), 72.6 (C-3), 69.5 (C-4), 74.2 (C-5), 60.4 (C-6), 104.0 (C-1'), 81.6 (C-2'), 76.6 (C-3'), 72.8 (C-4'), 62.8 (C-5'), 61.6 (C-6')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **4** 为蔗糖。

化合物 **5**: 浅黄色固体, ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.52 (1H, dd, *J* = 8.3, 2.0 Hz, H-6'), 7.49 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2'), 6.83 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-5'), 3.93 (2H, t, *J* = 6.2 Hz, H-3), 3.86 (3H, s,

-OCH₃), 3.14 (2H, t, $J = 6.2$ Hz, H-2); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 199.6 (C-1), 41.5 (C-2), 58.8 (C-3), 130.5 (C-1'), 111.6 (C-2'), 153.1 (C-3'), 148.9 (C-4'), 115.7 (C-5'), 124.6 (C-6'), 56.3 (-OCH₃)。¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 波谱数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **5** 为 3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯)-1-丙酮。

化合物 **6**: 淡黄色糖浆状液体; ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.60 (1H, dd, $J = 8.3, 1.9$ Hz, H-6), 7.55 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-2), 6.89 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.79 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5), 4.74 (2H, m, H- α), 3.85 (3H, s, 3-OCH₃), 3.80 (3H, s, 3'-OCH₃) 3.70 (2H, m, H- β); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 130.4 (C-1), 112.5 (C-2), 148.9 (C-3), 153.1 (C-4), 115.7 (C-5), 125.2 (C-6), 129.8 (C-1'), 112.8 (C-2'), 149.3 (C-3'), 147.0 (C-4'), 116.7 (C-5'), 122.2 (C-6'), 56.2 (C- α), 65.5 (C- β), 199.6 (C=O), 56.3 (2 $\times$ -OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **6** 为楝叶吴茛素 B。

化合物 **7**: 白色无定形粉末; ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.60~6.80 (6H, H-Ar), 5.02 (1H, d, $J = 6.1$ Hz, H- α), 3.80 (2H, m, H- γ), 3.70, 3.66 (3H, s, -OCH₃), 2.96 (1H, m, H- β); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 132.2 (C-1), 114.5 (C-2), 148.3 (C-3), 146.1 (C-4), 115.6 (C-5), 123.1 (C-6), 136.4 (C-1'), 111.5 (C-2'), 148.4 (C-3'), 146.5 (C-4'), 115.4 (C-5'), 120.3 (C-6'), 75.7 (C- α), 64.4 (C- γ), 56.7 (C- β), 56.4, 56.2 (2 $\times$ -OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **7** 为 *erythro*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol。

化合物 **8**: 白色无定形粉末; ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.50~6.80 (6H, H-Ar), 4.90 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H- α), 4.01 (2H, m, H- γ), 3.70 (6H, s, 2 $\times$ -OCH₃), 3.08 (1H, m, H- β); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 132.2 (C-1), 114.5 (C-2), 148.3 (C-3), 146.1 (C-4), 115.6 (C-5), 123.1 (C-6), 136.4 (C-1'), 111.5 (C-2'), 148.4 (C-3'), 146.5 (C-4'), 115.4 (C-5'), 120.3 (C-6'), 75.7 (C- α), 64.4 (C- γ), 56.7 (C- β), 56.4, 56.2 (2 $\times$ -OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **8** 为 *threo*-1, 2-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-propane-1, 3-diol。

化合物 **9**: 淡黄色糖浆状液体; EI-MS m/z : 374 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 9.58 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H- γ'), 7.57 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H- α'),

6.62~7.22 (6H, H-Ar), 6.66 (1H, dd, $J = 16.0, 8.0$ Hz, H- β'), 4.82 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, H- α), 4.55 (1H, m, H- β), 3.84, 3.80 (3H, s, -OCH₃), 3.85 (2H, m, H- γ); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 133.9 (C-1), 111.9 (C-2), 148.6 (C-3), 147.1 (C-4), 115.5 (C-5), 121.1 (C-6), 127.6 (C-1'), 112.6 (C-2'), 152.7 (C-3'), 151.7 (C-4'), 124.4 (C-5'), 115.5 (C-6'), 74.0 (C- α), 85.3 (C- β), 62.4 (C- γ), 155.6 (C- α'), 127.6 (C- β'), 196.1 (C- γ'), 56.5, 56.3 (2 $\times$ -OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为 *erythro*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol。

化合物 **10**: 淡黄色糖浆状液体; EI-MS m/z : 374 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 9.57 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H- γ'), 7.48 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H- α'), 6.70~7.32 (6H, H-Ar), 6.61 (1H, dd, $J = 16.0, 8.0$ Hz, H- β'), 4.90 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, H- α), 4.34 (1H, m, H- β), 3.92, 3.80 (3H, s, -OCH₃) 3.71 (2H, m, H- γ); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 133.9 (C-1), 111.9 (C-2), 148.6 (C-3), 147.1 (C-4), 115.5 (C-5), 121.1 (C-6), 127.6 (C-1'), 112.6 (C-2'), 152.7 (C-3'), 151.7 (C-4'), 124.4 (C-5'), 115.5 (C-6'), 74.0 (C- α), 85.3 (C- β), 62.4 (C- γ), 155.6 (C- α'), 127.6 (C- β'), 196.1 (C- γ'), 56.5 (3'-OCH₃), 56.3 (3-OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **10** 为 *threo*-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-{4-[2-formyl-(*E*)-vinyl]-2-methoxyphenoxy}-propane-1, 3-diol。

化合物 **11**: 白色无定形粉末, ¹³C-NMR (100 MHz, C₅D₅N) δ : 37.6 (C-1), 28.6 (C-2), 78.2 (C-3), 39.6 (C-4), 140.9 (C-5), 122.0 (C-6), 32.4 (C-7), 32.4 (C-8), 50.6 (C-9), 37.3 (C-10), 21.5 (C-11), 40.0 (C-12), 42.4 (C-13), 56.2 (C-14), 26.9 (C-15), 28.6 (C-16), 57.0 (C-17), 12.3 (C-18), 12.0 (C-19), 36.4 (C-20), 19.3 (C-21), 30.2 (C-22), 34.3 (C-23), 46.1 (C-24), 28.7 (C-25), 19.4 (C-26), 19.7 (C-27), 23.4 (C-28), 20.0 (C-29), 102.6 (C-1'), 75.4 (C-2'), 78.6 (C-3'), 71.7 (C-4'), 78.1 (C-5'), 62.9 (C-6')。以上波谱数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **11** 为胡萝卜苷。

化合物 **12**: 白色粉末, EI-MS m/z : 456 [M]⁺; ¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 5.49 (1H, br s, H-12), 3.62 (1H, m, H-3), 1.08 (3H, s, CH₃-27), 0.92 (3H, s, CH₃-25), 0.87 (3H, s, CH₃-30), 0.85 (3H, s, CH₃-29),

0.84 (3H, s, CH₃-24), 0.72 (3H, s, CH₃-23), 0.72 (3H, s, CH₃-26); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ: 39.7 (C-1), 23.0 (C-2), 78.8 (C-3), 39.0 (C-4), 55.2 (C-5), 18.3 (C-6), 33.8 (C-7), 39.8 (C-8), 48.9 (C-9), 38.4 (C-10), 23.3 (C-11), 122.2 (C-12), 143.8 (C-13), 45.9 (C-14), 27.9 (C-15), 23.5 (C-16), 47.6 (C-17), 42.2 (C-18), 45.9 (C-19), 31.8 (C-20), 33.0 (C-21), 32.7 (C-22), 27.9 (C-23), 18.3 (C-24), 15.5 (C-25), 16.7 (C-26), 27.6 (C-27), 180.2 (C-28), 33.4 (C-29), 23.9 (C-30)。以上波谱数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **12** 为齐墩果酸。

化合物 **13**: 黄色无定形粉末, EI-MS *m/z*: 300 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.98 (1H, s, 5-OH), 7.57 (2H, m, H-5', 6'), 6.95 (1H, br s, H-2'), 6.91 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-8), 6.52 (1H, d, *J* = 1.9 Hz, H-6), 6.20 (1H, s, H-3), 3.89 (3H, s, 3'-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 163.7 (C-2), 103.8 (C-3), 181.9 (C-4), 157.4 (C-5), 98.9 (C-6), 164.2 (C-7), 94.1 (C-8), 161.5 (C-9), 103.3 (C-10), 120.4 (C-1'), 110.2 (C-2'), 150.8 (C-3'), 148.1 (C-4'), 115.8 (C-5'), 121.5 (C-6'), 56.0 (3'-OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **13** 为 3'-甲氧基木犀草素。

化合物 **14**: 黄色无定形粉末, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.95 (1H, s, 5-OH), 7.91 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-2', 6'), 6.91 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-3', 5'), 6.76 (1H, s, H-3), 6.47 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-8), 6.17 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 164.2 (C-2), 102.9 (C-3), 181.9 (C-4), 157.4 (C-5), 98.9 (C-6), 164.2 (C-7), 94.1 (C-8), 161.3 (C-9), 103.8 (C-10), 121.2 (C-1'), 128.6 (C-2', 6'), 116.1 (C-3', 5'), 161.5 (C-4'), 53.0 (7-OCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **14** 为 5, 4'-二羟基-7-甲氧基黄酮。

化合物 **15**: 黄色无定形粉末, ¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 12.98 (1H, s, 5-OH), 7.41 (1H, dd, *J* = 9.1, 2.1 Hz, H-6'), 7.38 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, *J* = 9.1 Hz, H-5'), 6.67 (1H, s, H-3), 6.43 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-8), 6.18 (1H, d, *J* = 1.8 Hz, H-6); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 163.9 (C-2), 102.9 (C-3), 181.7 (C-4), 157.4 (C-5), 98.9 (C-6), 164.4 (C-7), 94.0 (C-8), 161.5 (C-9), 103.7

(C-10), 119.1 (C-1'), 113.4 (C-2'), 145.6 (C-3'), 149.9 (C-4'), 116.1 (C-5'), 121.5 (C-6')。以上波谱数据与文献报道的数据基本一致^[16], 故鉴定化合物 **15** 为木犀草素。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 中华本草编委会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998.
- [3] Wang J F, Dai H Q, Wei Y L, *et al.* Antituberculosis agents and an inhibitor of the *para*-aminobenzoic acid biosynthetic pathway from *Hydnocarpus anthelminthica* seeds [J]. *Chem Biodivers*, 2010, 7: 2046-2053.
- [4] Wang J F, Yin G F, Zhou X J, *et al.* Anti-inflammatory flavonolignans from *Hydnocarpus anthelminthica* seeds [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2010, 13(1): 80-83.
- [5] 程永现. 狗蔓筋、短瓣花及三种木兰科植物的化学成分研究 [D]. 北京: 中国科学院, 2000.
- [6] Kollmannsberger H, Kilic A. Glycosidically bound volatiles and flavor precursors in *Laurus nobilis* L. [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 56(3): 2231-2235.
- [7] Kobayashi J, Murayama T, Ishibashi M, *et al.* Hyrtiosins A and B, new indole alkaloids from the okinawan marine sponge *Hyrtios erecta* [J]. *Tetrahedron*, 1990, 46(23): 7699-7702.
- [8] 颜世利, 巴 杭, 阿吉艾克拜尔. 新疆醉马草化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(5): 395-398.
- [9] Achenbach H, Stocker M, Constenla M A. Flavonoid and other constituents of *Bauhinia manca* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(6): 1835-1841.
- [10] Wu T S, Yeh J H, Wu P L. The heartwood constituents of *Tetradium glabrifolium* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 40(1): 121-124.
- [11] Miki K, Takehara T, Sasaya T, *et al.* Lignans of *Larix leptolepis* [J]. *Phytochemistry*, 1980, 19: 449-453.
- [12] 郑国栋, 杜方麓, 龙丽娜, 等. 血水草地上部分亲脂性成分研究 II [J]. 中药材, 2007, 30(12): 1530-1532.
- [13] 王 芳, 张 瑜, 赵余庆. 昆明山海棠化学成分的研究 [J]. 中草药, 2011, 42(1): 46-49.
- [14] 陈广通, 高慧媛, 郑 健, 等. 留兰香活性部分化学成分的研究 III [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(7): 560-562.
- [15] 张广文, 马祥全, 苏镜娉, 等. 广藿香中的黄酮类化合物 [J]. 中草药, 2001, 32(10): 871-874.
- [16] 沈晓丹, 王 冰, 刘春宇, 等. 蓝萼香茶菜的化学成分研究 (I) [J]. 中草药, 2009, 40(12): 1883-1885.