

皮孔葱臭木化学成分的研究

唐 霆^{1,2}, 纳 智¹, 许又凯^{1,3*}

1. 中国科学院西双版纳热带植物园 热带森林生态学重点实验室, 云南 勐腊 666303

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049

3. 中国科学院西双版纳热带植物园 热带植物资源开放实验室, 云南 勐腊 666303

摘 要:目的 对皮孔葱臭木 *Dysoxylum lenticellatum* 茎干的化学成分及其细胞毒活性进行研究。方法 利用正相硅胶、RP-18 柱色谱、葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20 等手段进行分离纯化, 根据波谱数据鉴定化合物的结构, 采用 MTT 法进行细胞毒活性测定。结果 分离鉴定了 12 个化合物, 分别为 β -谷甾醇 (1)、豆甾醇 (2)、3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23 (21)-lactone (3)、3 α -hydroxy-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone (4)、laxiracemosin H (5)、laxiracemosin B (6)、24, 25-epoxy-tirucall-7-ene-3, 23-dione (7)、丁酰鲸鱼醇 (8)、齐墩果酸 (9)、蒲公英赛酮 (10)、蒲公英赛醇 (11) 和 8-hydroxy-6-methoxy-3-pentylisocoumarin (12)。结论 12 个化合物均为首次从该种植物中分离得到, 化合物 8、10~12 为首次从该属植物中分离得到, 化合物 5、6 是甘遂烷型生物碱, 化合物 3 具有明显体外肿瘤细胞生长抑制活性。

关键词: 皮孔葱臭木; 甘遂烷型生物碱; 3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone; laxiracemosin H; 细胞毒活性

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253 - 2670(2012)01 - 0038 - 05

Chemical constituents from *Dysoxylum lenticellatum*

TANG Ting^{1,2}, NA Zhi¹, XU You-kai^{1,3}

1. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3. Laboratory of Tropical Plant Resource Science, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the stems of *Dysoxylum lenticellatum* and their cytotoxic activities. **Methods** Silica gel, RP-18, and Sephadex LH-20 column chromatography techniques were used for separation and purification of the compounds and extensive spectral analysis spectra were employed for structural elucidation. The cytotoxic activity was evaluated by MTT method. **Results** Twelve compounds were isolated from *D. lenticellatum* and their structures were identified as β -sitosterol (1), stigmasterol (2), 3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone (3), 3 α -hydroxy-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23 (21)-lactone (4), laxiracemosin H (5), laxiracemosin B (6), 24, 25-epoxy-tirucall-7-ene-3, 23-dione (7), butyrospermol (8), oleanolic acid (9), taraxerone (10), taraxerol (11), and 8-hydroxy-6-methoxy-3-pentylisocoumarin (12). **Conclusion** All of these compounds are isolated from *D. lenticellatum* for the first time and the compounds 8, 10—12 are reported from the plants in *Dysoxylum* Bl. for the first time. What's more, compounds 5 and 6 are tirucallane-type alkaloids and compound 3 shows significant inhibitory activities against human cancer cell lines *in vitro*.

Key words: *Dysoxylum lenticellatum* C. Y. Wu & H. Li; tirucallane-type alkaloid; 3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone; laxiracemosin H; cytotoxic activity

葱臭木属 *Dysoxylum* Bl. 植物在我国有 14 种, 分布于云南、广西、广东和台湾, 云南有 10 种, 产于南部和西南部^[1]。葱臭木属植物是斐济、新西兰及巴布亚新几内亚等地居民的传统药物, 用于治疗

收稿日期: 2011-07-28

基金项目: 中国科学院知识创新工程 (KSCX2-YW-R-172)

作者简介: 唐 霆 (1986—), 男, 湖南永州人, 硕士, 主要从事药用植物化学成分研究。E-mail: tangting@xtbg.org.cn

*通讯作者 许又凯 Tel: (0691)8715910 Fax: (0691)8715070 E-mail: xyk@xtbg.ac.cn

发烧、痉挛及四肢僵硬等^[2-4]。迄今,已有倍半萜、二萜、三萜、甾体、黄酮、生物碱等类型化合物从该属植物中分离得到^[5-9]。目前皮孔葱臭木 *Dysoxylum lenticellatum* C. Y. Wu & H. Li 只有嫩枝与叶的化学成分报道^[10-11]。为寻找新的具有细胞毒活性成分,本课题组对皮孔葱臭木的茎干进行化学成分研究,从其 95%乙醇提取物中分离得到了 12 个化合物,其结构分别鉴定为 β -谷甾醇(β -sitosterol, **1**)、豆甾醇(stigmasterol, **2**)、3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone(**3**)、3 α -hydroxy-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone(**4**)、laxiracemosin H(**5**)、laxiracemosin B(**6**)、24, 25-epoxy-tirucall-7-ene-3, 23-dione(**7**)、丁酰鲸鱼醇(butyrospmol, **8**)、齐墩果酸(oleanolic acid, **9**)、蒲公英赛酮(taraxerone, **10**)、蒲公英赛醇(taraxerol, **11**)、8-hydroxy-6-methoxy-3-pentylisocoumarin(**12**)。12 个化合物均为首次从该植物分离得到。其中,化合物 **8**、**10**~**12** 为首次从该属植物中分离得到,化合物 **5**、**6** 是甘遂烷型生物碱。对分离得到的化合物 **3**~**5**、**7**、**10**、**11** 进行了细胞毒活性筛选,结果显示化合物 **3** 具有明显的体外肿瘤细胞生长抑制活性。

1 仪器与材料

Autospec Premier P776 磁质谱仪; Bruker AM—400 或 DRX—500 核磁共振仪(TMS 为内标)。柱色谱硅胶(200~300 目)及薄板色谱硅胶 GF₂₅₄ 为青岛美高化工有限公司生产; RP-18 为德国 Merck 公司产品; Sephadex LH-20 为瑞典 Pharmacia 公司产品。有机试剂为分析纯或工业纯(重蒸后使用)。

皮孔葱臭木的茎干 2008 年 4 月采自中国科学院西双版纳热带植物园,由本园中级实验师肖春芬鉴定为皮孔葱臭木 *Dysoxylum lenticellatum* C. Y. Wu & H. Li。标本(标本号 01458)保存于中国科学院西双版纳热带植物园标本馆。

2 提取与分离

将晒干的皮孔葱臭木茎干(11 kg)粉碎,在室温下用 95%乙醇(60 L)浸提 3 次,每次 7 d,滤液减压浓缩得浸膏 1.5 kg。加水,将浸膏悬浮其中,依次用石油醚,醋酸乙酯各萃取 3 次,得到石油醚浸膏 197 g,醋酸乙酯浸膏 279 g。石油醚浸膏(197 g)进行硅胶柱色谱,用石油醚-丙酮(1:0~3:2)系统梯度洗脱,得到 8 个组分(Fr. A~H),经丙酮-甲醇重结晶得到化合物 **1**; Fr. C 和 Fr. D 用硅胶柱

纯化,氯仿洗脱,分别得到化合物 **10** 和 **11**。醋酸乙酯浸膏(279 g)进行硅胶柱色谱,用氯仿-丙酮(1:0~0:1)系统梯度洗脱,得到 4 个组分(Fr. 1~4)。Fr. 1(153 g)用氯仿-丙酮(1:0~5:1)洗脱,合并得到 9 个组分(Fr. 1a~1i); Fr. 1a(22.8 g)石油醚-丙酮(100:0~100:80)洗脱,得到化合物 **2** 和 **3**,其他合并为 13 个组分(Fr. 1a1~1a13); Fr. 1a6(1.7 g)先后经过硅胶柱色谱(石油醚-丙酮,100:2~60:40)、RP-18(甲醇-水,40:60~80:20)、制备薄层色谱(石油醚-丙酮,70:30)得到化合物 **5** 和 **7**; Fr. 1a12(1.75 g)经硅胶柱色谱(石油醚-丙酮,100:0~60:40)得到化合物 **4**; Fr. 1a2(411 mg)用制备薄层色谱(石油醚-丙酮,88:11、10:1、75:30)纯化得到化合物 **8**、**9**、**12**; Fr. 1a8(2.23 g)依次经过硅胶柱色谱(石油醚-丙酮,10:1~10:5, 95:5~90:10)、制备薄层色谱(石油醚-丙酮,75:35),再经 Sephadex LH-20(甲醇)纯化最终得到化合物 **6**。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色针晶(丙酮), TLC 上 10%硫酸-水溶液加热显紫红色,与 β -谷甾醇对照品用不同展开系统共薄层色谱,二者 R_f 值相同,故鉴定化合物 **1** 为 β -谷甾醇。

化合物 **2**: 白色针晶(丙酮), C₂₉H₄₈O, EI-MS m/z : 412 [M]⁺。 ¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃) δ : 140.7 (C-5), 138.2 (C-22), 129.1 (C-23), 121.5 (C-6), 71.3 (C-3), 56.7 (C-14), 55.9 (C-17), 51.1 (C-24), 50.0 (C-9), 42.2 (C-4), 42.0 (C-13), 40.3 (C-20), 39.6 (C-12), 37.1 (C-1), 36.4 (C-10), 31.7 (C-2, 7, 8), 31.1 (C-25), 28.8 (C-16), 25.2 (C-28), 24.2 (C-15), 21.0 (C-11), 20.9 (C-21, 26, 27), 19.2 (C-19), 12.0 (C-29), 11.9 (C-18)。以上数据与文献报道相符^[12], 故鉴定化合物 **2** 为豆甾醇。

化合物 **3**: 白色针晶(丙酮), C₂₆H₃₈O₃, EI-MS m/z : 398 [M]⁺。 ¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃) δ : 5.31 (1H, dd, J = 6.0, 3.0 Hz, H-7), 4.36 (1H, t, J = 8.0 Hz, H-21a), 3.90 (1H, t, J = 9.0 Hz, H-21b), 2.73 (1H, td, J = 14.5, 5.5 Hz, H-2a), 2.52 (2H, m, H-20, 22a), 2.28~2.17 (3H, m, H-2b, 9, 22b), 2.08 (2H, m, H-6), 1.95 (2H, m, H-1a, 16a), 1.76~1.65 (3H, m, H-5, 12a, 17), 1.60~1.53 (4H, m, H-11, 15), 1.42 (2H, m, H-1b, 12b), 1.31 (1H, m, H-16b), 1.09 (3H, s, H-28), 1.02 (3H, s, H-29), 1.00 (3H, s, H-30), 0.99 (3H, s, H-19),

0.82 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[13], 故鉴定化合物 **3** 为 3-oxo-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone。

化合物 **4**: 白色无定形固体, $\text{C}_{26}\text{H}_{40}\text{O}_3$, EI-MS m/z : 400 $[\text{M}]^+$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.25 (1H, dd, $J = 6.4, 2.8$ Hz, H-7), 4.37 (1H, $J = 8.0$ Hz, H-21a), 3.90 (1H, t, $J = 9.2$ Hz, H-21b), 3.45 (1H, brs, H-3), 2.52 (2H, m, H-20, 22a), 2.31 (1H, m, H-9), 2.19 (1H, m, H-22b), 2.03 (1H, m, H-6a), 1.95~1.86 (3H, m, H-2a, 6b, 16a), 1.77~1.65 (3H, m, H-5, 12a, 17), 1.62~1.56 (3H, m, H-2b, 11a, 15a), 1.55~1.45 (3H, m, H-1a, 11b, 15b), 1.40~1.27 (3H, m, H-1b, 12b, 16b), 0.96 (3H, s, H-30), 0.91 (3H, s, H-29), 0.89 (3H, s, H-28), 0.82 (3H, s, H-18), 0.75 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[13], 故鉴定化合物 **4** 为 3 α -hydroxy-24, 25, 26, 27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone。

化合物 **5**: 无色晶体 (丙酮), $\text{C}_{26}\text{H}_{35}\text{NO}_3$, EI-MS m/z : 409 $[\text{M}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 6.30 (1H, s, H-22), 5.34 (1H, d, $J = 3.0$ Hz, H-7), 3.04 (1H, t, $J = 8.5$ Hz, H-17), 2.73 (1H, td, $J = 14.5, 5.5$ Hz, H-2a), 2.26~2.23 (2H, m, H-2b, 9), 2.10~2.03 (4H, m, H-6, 12a, 16a), 1.97 (1H, m, H-1a), 1.80~1.65 (4H, m, H-5, 15, 16b), 1.58 (2H, brs, H-11), 1.43 (1H, m, H-1b), 1.34~1.31 (1H, m, H-12b), 1.11 (3H, s, H-30), 1.10 (3H, s, H-28), 1.03 (3H, s, H-29), 1.00 (3H, s, H-19), 0.74 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[7], 故鉴定化合物 **5** 为 laxiracemosin H。

化合物 **6**: 白色晶体 (甲醇), $\text{C}_{30}\text{H}_{43}\text{NO}_2$, EI-MS m/z : 449 $[\text{M}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 6.82 (1H, s, H-21), 6.75 (1H, s, H-22), 5.35 (1H, d, $J = 3.2$ Hz, H-7), 3.25 (1H, m, H-25), 3.02 (1H, t, $J = 9.2$ Hz, H-17), 2.76 (1H, td, $J = 14.8, 5.6$ Hz, H-15a), 2.32 (1H, s, H-9), 2.24 (1H, d, $J = 14.1$ Hz, H-15b), 2.10 (1H, m, H-16a), 1.99 (1H, d, $J = 13.6$ Hz, H-1a), 1.86 (2H, m, H-12a, 16b), 1.74 (2H, m, H-2a, 5), 1.63 (3H, m, H-2b, 11), 1.47 (2H, m, H-1b, 12b), 1.19 (6H, d, $J = 6.8$ Hz, H-26, 27), 1.12 (6H, d, $J = 2.8$ Hz, H-28, 30), 1.04 (6H, d, $J = 4.8$ Hz, H-19, 29), 0.65 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **6** 为 laxiracemosin B。

化合物 **7**: 白色固体 (丙酮), $\text{C}_{30}\text{H}_{46}\text{O}_3$, EI-MS

m/z : 454 $[\text{M}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.31 (1H, d, $J = 3.0$ Hz, H-7), 3.34 (1H, s, H-24), 2.75 (1H, td, $J = 14.5, 5.5$ Hz, H-2a), 2.54 (1H, dd, $J = 16.0, 2.5$ Hz, H-22a), 2.29 (1H, m, H-22b), 2.27 (1H, m, H-9), 2.23 (1H, m, H-2b), 2.09 (2H, m, H-6), 2.05 (1H, m, H-20), 1.97 (2H, m, H-1a), 1.93 (1H, m, H-16a), 1.79 (1H, m, H-12a), 1.72 (1H, t, $J = 9.0$ Hz, H-5), 1.65 (1H, m, H-12b), 1.58 (2H, m, H-11), 1.56 (1H, m, H-17), 1.52 (2H, m, H-15), 1.47 (1H, m, H-1b), 1.42 (3H, s, H-26), 1.32 (1H, m, H-16b), 1.26 (3H, s, H-27), 1.11 (3H, s, H-29), 1.04 (3H, s, H-28), 1.00 (6H, d, $J = 6.5$ Hz, H-19, 30), 0.90 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-21), 0.85 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[14], 故鉴定化合物 **7** 为 24, 25-epoxy-tirucall-7-ene-3, 23-dione。

化合物 **8**: 黄色油状 (氯仿), $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.25 (1H, d, $J = 3.6$ Hz, H-7), 5.09 (1H, t, $J = 7.2$ Hz, H-24), 3.24 (1H, dd, $J = 11.2, 4.4$ Hz, H-3), 1.68 (3H, s, H-27), 1.60 (3H, s, H-26), 0.97 (6H, s, H-28, 29), 0.85 (6H, d, $J = 8.0$ Hz, H-21, 30), 0.80 (3H, s, H-18), 0.74 (3H, s, H-19); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[15], 故鉴定化合物 **8** 为丁酰鲸鱼醇。

化合物 **9**: 白色粉末 (氯仿), $\text{C}_{31}\text{H}_{50}\text{O}_3$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.23 (1H, s, H-12), 3.15 (1H, m, H-3), 1.09 (3H, s), 0.93 (3H, s), 0.88 (3H, s), 0.86 (3H, s), 0.85 (3H, s), 0.73 (3H, s), 0.72 (3H, s); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[16], 故鉴定化合物 **9** 为齐墩果酸。

化合物 **10**: 无色方晶 (甲醇), $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.54 (1H, dd, $J = 8.0, 2.8$ Hz, H-15), 2.56 (1H, m, H-2a), 2.31 (1H, m, H-16a), 2.06 (1H, dt, $J = 12.7, 3.0$ Hz, H-16b), 1.88 (1H, m, H-18), 1.85 (1H, m, H-2b), 1.12 (3H, s, H-27), 1.07 (3H, s, H-23), 1.06 (3H, s, H-26), 1.05 (3H, s, H-25), 0.94 (3H, s, H-24), 0.90 (3H, s, H-29), 0.89 (3H, s, H-30), 0.81 (3H, s, H-28); ^{13}C -NMR 数据见表 1。以上数据与文献报道相符^[17], 故鉴定化合物 **10** 为蒲公英赛酮。

化合物 **11**: 无色针晶 (甲醇), $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, pyridine- d_5) δ : 5.60 (1H, dd, $J = 8.0, 2.8$ Hz, H-15), 3.43 (1H, m, H-3), 2.01 (2H, t, $J = 12.0$ Hz, H-16), 1.23 (3H, s, H-26), 1.10 (3H, s, H-23), 1.07 (3H, s, H-28), 0.99 (3H, s, H-25), 0.98 (6H, s, H-27,

表1 化合物3~10 (CDCl₃)、11 (pyridine-*d*₅) 的¹³C-NMR (100, 125 MHz) 数据
Table 1 ¹³C-NMR (100 and 125 MHz) data of compounds 3—10 (CDCl₃) and 11 (pyridine-*d*₅)

碳位	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	38.3	31.2	38.4	38.5	38.4	37.1	38.3	38.3	38.2
2	34.7	25.3	34.8	34.9	34.9	27.6	27.6	34.1	28.1
3	216.4	76.2	216.7	216.7	216.7	79.2	78.8	217.5	78.1
4	47.7	37.4	47.8	47.9	47.8	38.9	38.6	47.5	39.3
5	52.2	44.5	52.4	52.4	52.3	50.5	55.1	55.7	55.9
6	24.2	23.9	24.4	24.4	24.5	23.9	18.2	19.9	19.2
7	118.6	118.7	118.9	118.0	118.1	117.7	32.6	35.0	35.3
8	144.7	144.9	144.9	145.7	145.7	145.9	39.1	38.8	38.3
9	48.1	48.3	48.3	48.5	48.4	48.9	47.5	48.6	49.1
10	35.0	34.8	35.2	35.2	35.0	35.9	36.9	37.5	37.9
11	17.5	17.3	17.5	17.6	18.2	18.1	23.3	17.4	17.8
12	31.7	31.9	30.6	30.9	33.5	33.8	122.2	35.7	36.1
13	43.6	43.7	46.2	44.5	43.6	43.5	143.9	37.7	37.8
14	50.6	50.7	51.6	50.4	51.3	51.2	41.6	157.5	158.4
15	34.0	34.0	34.3	34.3	33.9	33.9	27.6	117.1	117.1
16	27.2	27.3	26.5	26.9	28.3	28.4	23.4	36.6	36.9
17	50.9	51.0	43.9	45.4	53.0	53.2	46.3	37.6	38.2
18	22.5	22.5	23.6	22.8	22.0	13.1	41.1	48.7	49.5
19	12.6	12.9	12.7	12.7	12.8	22.0	45.9	40.6	41.6
20	39.0	39.1	152.6	127.1	32.6	35.8	30.6	28.8	29.0
21	72.3	72.5	171.3	122.4	19.5	18.6	33.8	33.5	34.0
22	34.5	34.6	128.2	115.2	48.0	35.1	32.4	33.0	33.4
23	176.8	177.1	170.3	130.6	206.9	25.3	28.0	26.0	28.7
24				194.8	65.6	125.1	15.5	21.5	15.7
25				35.6	61.0	131.0	15.2	14.8	15.7
26				19.6	24.8	17.6	16.7	29.9	30.0
27				19.6	18.5	25.7	25.8	25.6	26.2
28	21.4	21.7	21.6	21.5	24.3	27.6	180.9	29.8	30.0
29	24.4	27.7	24.5	24.5	21.6	27.3	33.0	33.3	33.4
30	27.1	27.0	27.5	27.6	27.3	14.7	23.5	21.3	21.5

30), 0.94 (3H, s, H-29), 0.88 (3H, s, H-24); ¹³C-NMR 数据见表1。以上数据与文献报道相符^[17], 故鉴定化合物 **11** 为蒲公英赛醇。

化合物 **12**: 黄色油状 (氯仿), C₁₅H₁₈O₄, ¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ: 6.45 (1H, s, H-7), 6.31 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-5), 6.17 (1H, s, H-4), 3.86 (3H, s, -OCH₃), 2.48 (2H, t, *J* = 7.6 Hz, H-1'), 1.69 (2H, m, H-2'), 1.35 (4H, s, H-3', 4'), 0.91 (2H, s, H-5'); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 166.7 (C-1), 166.4 (C-6), 163.6 (C-8), 158.0 (C-3), 139.4 (C-4a), 103.8 (C-4),

101.0 (C-5), 100.1 (C-7, 8a), 55.6 (-OCH₃), 33.2 (C-1'), 31.1 (C-3'), 26.4 (C-2'), 22.3 (C-4'), 13.9 (C-5')。以上数据与文献报道相符^[18], 故鉴定化合物 **12** 为 8-hydroxy-6-methoxy-3-pentylisocoumarin。

4 细胞毒活性测定

选取化合物 **3**~**5**、**7**、**10** 和 **11** 对5种人体肿瘤细胞株进行细胞毒活性筛选 (以顺铂为阳性对照), 包括白血病 HL-60、肝癌 SMMC-7721、肺癌 A549、乳腺癌 MCF-7 以及结肠癌 SW480, 采用 MTT 法^[19] 检测所选化合物对上述肿瘤细胞的体外细胞生长抑

制活性。结果显示化合物 **3** 具有明显的体外肿瘤细胞生长抑制活性, 化合物 **4**、**5** 具有一定的体外肿

瘤细胞生长抑制活性, 化合物 **7**、**10**、**11** 无体外肿瘤细胞生长抑制活性 (表 2)。

表 2 化合物 **3**~**5**、**7**、**10**、**11** 细胞毒活性筛选结果
Table 2 Cytotoxic activities of compounds **3**—**5**, **7**, **10**, and **11**

化合物	IC ₅₀ /(μmol·mL ⁻¹)				
	HL-60	SMMC-7721	A-549	MCF-7	SW480
3	>40	6.18	9.10	7.89	15.98
4	29.46	17.05	22.05	16.42	28.63
5	5.35	6.49	15.48	33.68	18.92
7	38.11	>40	>40	>40	>40
10	>40	>40	>40	>40	>40
11	>40	>40	>40	>40	>40
顺铂	1.94	13.18	15.98	20.71	14.26

致谢: 中国科学院昆明植物研究所李艳研究员课题组对所选化合物进行细胞毒活性筛选, 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分析测试中心进行波谱数据的测定。

参考文献

- [1] 云南省植物研究所. 云南植物志 (第 1 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [2] Aalbersberg W, Singh Y. Dammarne triterpenoids from *Dysoxylum richii* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(3): 921-926.
- [3] Chen J L, Kernan M R, Jolad S D, et al. Dysoxylins A—D, tetranortriterpenoids with potent anti-RSV activity from *Dysoxylum gaudichaudianum* [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(2): 312-315.
- [4] Russell G B, Hunt M B, Bowers W S, et al. A sesquiterpenoid ant repellent from *Dysoxylum spectabile* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35(6): 1455-1456.
- [5] 逯忠祥, 郝小江, 赵 庆, 等. 红果榿木化学成分研究 [J]. 云南中医学院学报, 2010, 33(5): 17-19.
- [6] 李昌松, 余红伟, 李国友, 等. 密花榿木根的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2010, 8(4): 270-273.
- [7] Zhang X Y, Li Y, Wang Y Y, et al. Tirucallane-type alkaloids from the bark of *Dysoxylum laxiracemosum* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73(8): 1385-1388.
- [8] Duh C Y, Wang S K, Cheng I S. Cytotoxic prenyl-eudesmane diterpenes from the fruits of *Dysoxylum kuskusense* [J]. *J Nat Prod*, 2000, 63(11): 1546-1547.
- [9] He X F, Wang X N, Gan L S, et al. Two novel triterpenoids from *Dysoxylum hainanense* [J]. *Org Lett*, 2008, 10(19): 4327-4330.
- [10] Qi S H, Wu D G, Zhang S, et al. A new tetranortriterpenoid from *Dysoxylum lenticellatum* [J]. *Z Naturforsch B*, 2003, 58(11): 1128-1132.
- [11] Huang H L, Wang C M, Wang Z H, et al. Tirucallane-type triterpenoids from *Dysoxylum lenticellatum* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(10): 2235-2242.
- [12] 张锦文, 郭洁茹, 唐 菲, 等. 大接骨丹的化学成分研究 (III) [J]. 中草药, 2011, 42(1): 15-17.
- [13] Yang S M, Ma Y B, Luo X D, et al. Two new tetranortriterpenoids from *Amoora dasyclada* [J]. *Chin Chem Lett*, 2004, 15(10): 1187-1190.
- [14] Wang H, Zhang X F, Yang S M, et al. A new triterpenoid from *Amoora dasyclada* [J]. *Acta Bot Sin*, 2004, 46(10): 1256-1260.
- [15] De P T, Urones J G, Marcos I S, et al. Triterpenes from *Euphorbia broteri* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(6): 1767-1776.
- [16] 朱向东, 张庆华, 王 飞, 等. 酸叶胶藤的化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(2): 237-240.
- [17] Sakurai N, Yaguchi Y, Inoue T. Triterpenoids from *Myrica rubra* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(1): 217-219.
- [18] Kihampa C, Nkunya M H H, Joseph C C, et al. Antimosquito and antimicrobial nor-halimanoids, isocoumarins and an anilinoid from *Tessmannia densiflora* [J]. *Phytochemistry*, 2009, 70(10): 1233-1238.
- [19] Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays [J]. *J Immunol Methods*, 1983, 65(1/2): 55-63.