

[成分分析]

微紫青霉菌次级代谢产物的化学成分和细胞毒活性

刘德胜, 黄玉玲, 马丽英, 卢昶军, 刘为忠*
(滨州医学院药学院, 山东 烟台 264003)

摘要: 目的 研究微紫青霉菌 *Penicillium janthinellum* 次级代谢产物的化学成分和细胞毒活性。方法 应用正相、反相硅胶、Sephadex LH-20 凝胶、半制备 HPLC 色谱柱、重结晶等方法分离纯化真菌发酵液的次级代谢产物, 质谱、核磁共振解析所得化合物的结构, MTT 法测试其对人肺腺癌细胞 A549 的细胞毒活性。结果 从中分离得到 8 个化合物, 分别鉴定为 chrodriamanin B (1)、striatisporolide A (2)、methylenolactocin (3)、cyclo (Leu-Tyr) (4)、cylco (Phe-Tyr) (5)、cylco (Phe-Val) (6)、cyclo (Tyr-Pro) (7)、麦角甾醇 (8)。结论 所有化合物均为首次从该真菌中分离得到, 其中化合物 1~3 具有较弱的抗 A549 细胞毒活性。

关键词: 微紫青霉菌; 次级代谢产物; 化学成分; 细胞毒活性; 人肺腺癌细胞 A549; MTT 法

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2016)04-0830-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.04.023

Chemical constituents and their cytotoxic activities of the secondary metabolites of *Penicillium janthinellum*

LIU De-sheng, HUANG Yu-ling, MA Li-ying, LU Chang-jun, LIU Wei-zhong*
(College of Pharmacy, Binzhou Medical University, Yantai 264003, China)

ABSTRACT: **AIM** To study the chemical constituents and their cytotoxic activities of the secondary metabolites of *Penicillium janthinellum*. **METHODS** The secondary metabolites of fungus fermentation broth were isolated and purified by silica, ODS, Sephadex LH-20 gel, semi-preparative HPLC column and recrystallization, the structures of obtained compounds were identified by MS and NMR. Then their cytotoxic activities against human lung adenocarcinoma cell A549 were tested by MTT method. **RESULTS** Eight compounds were isolated and identified as chrodriamanin B (1), striatisporolide A (2), methylenolactocin (3), cyclo (Leu-Tyr) (4), cylco (Phe-Tyr) (5), cylco (Phe-Val) (6), cyclo (Tyr-Pro) (7), ergosterol (8). **CONCLUSION** All compounds are isolated from this fungus for the first time. Among them, compounds 1–3 exhibit weak cytotoxic activities against A549.

KEY WORDS: *Penicillium janthinellum*; secondary metabolites; chemical constituents; cytotoxic activities; human lung adenocarcinoma cell A549; MTT method

海洋真菌能产生结构多样化且具有特殊生理活性的次级代谢产物, 这一现象引起了科研工作者们极大的兴趣^[1-2]。尤其近年来, 随着微生物遗传学和生物信息学的发展, 报道海洋真菌来源化合物的文献明显增加^[3], 它已被视作天然产物非常重要

的新来源。

山东省滨州沾化县北部临海地域即具有盐碱地的地域特征, 又具备了海洋环境的因素, 其蕴含的海洋真菌在长期的严酷生存环境下, 形成了独特的生物合成途径和代谢方式, 有可能产生独特生理活

收稿日期: 2015-05-08

基金项目: 国家自然科学基金 (31270082); 山东省自然科学基金 (ZR2013HM042); 滨州医学院大学生科技创新活动基金资助 (BY2013DKCX123)

作者简介: 刘德胜 (1979—), 男, 副教授, 从事天然产物及相关分析工作。Tel: (0535) 6913409, E-mail: desheng_liu@sina.com

* 通信作者: 刘为忠 (1963—), 男, 教授, 从事海洋微生物天然产物研究。Tel: (0543) 3256043, E-mail: lwzh@bzmc.edu.cn

性的次级代谢产物。在前期研究中,发现了一大批结构新颖的活性化合物^[4-7],对该地域所分离的真菌菌株中分离出一株,经鉴定为 *Penicillium janthinellum*,其发酵粗提物具有较好的抗肿瘤活性。然后,对其次级代谢产物进行研究,发现了 8 个化

合物,分别为 chrodriamanin B (**1**)、striatisporolide A (**2**)、methylenolactocin (**3**)、cyclo (Leu-Tyr) (**4**)、cylco (Phe-Tyr) (**5**)、cylco (Phe-Val) (**6**)、cyclo (Tyr-Pro) (**7**)、麦角甾醇 (**8**),其结构见图 1。

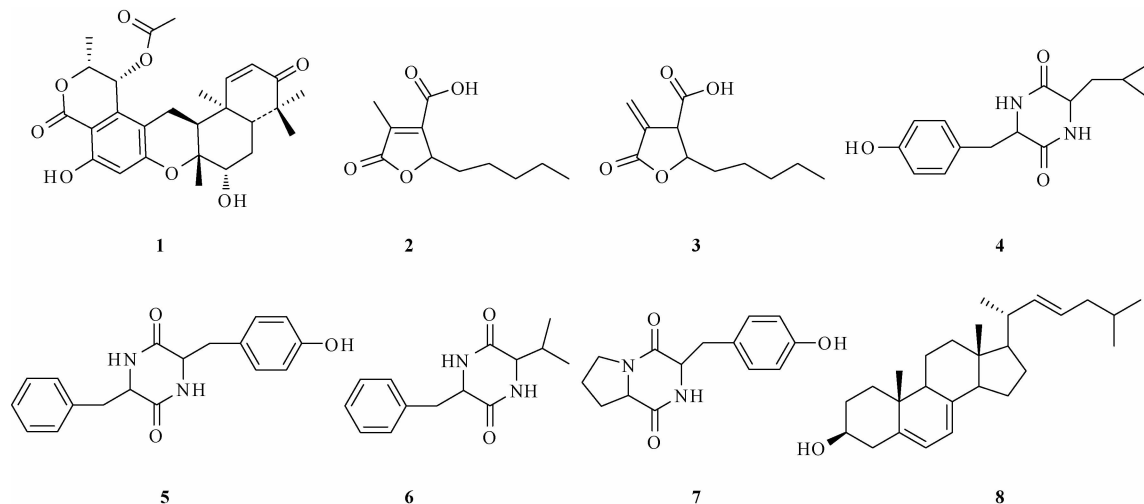


图 1 化合物 1~8 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1~8

1 仪器与材料

Bruker AV400 核磁共振波谱仪, TMS 为内标 (德国 Bruker 公司); Q-ToF Ultima Global 质谱仪 (美国 Waters 公司); N-1200B 旋转蒸发仪、A-1000S 水流抽气机 (东京理化株式会社); LC-20A 分析型、LC-6AD 半制备型 HPLC 色谱仪 (日本岛津公司); HZQ-Y 摇床 (哈尔滨市东联电子技术开发有限公司); 超净工作台 (苏州安泰空气技术有限公司)。Sephadex LH-20 凝胶 (瑞典 Pharmacia 公司); H 硅胶 (青岛海洋化工有限公司)。A549 细胞株由本校生物技术研究室提供。甲醇为色谱纯; 其他试剂为分析纯。

2 菌株的分离与培养

2.1 菌株来源 海水和海泥样品于 2008 年 8 月采自滨州沾化临海重度盐碱地, 结合形态学特征及 ITS 序列比对, 确定该菌株为微紫青霉菌 *Penicillium janthinellum*, 保存于滨州医学院医药研究中心。马铃薯葡萄糖琼脂 (PDA) 为培养基, 4 ℃ 下培养。

2.2 发酵与提取 培养基 (含葡萄糖 20 g、麦芽糖 10 g、甘露醇 10 g、酵母膏 3 g、KH₂PO₄ 0.5 g、MgSO₄·7H₂O 0.3 g) 溶解于 1 L 陈海水中, pH 为自然值。孢子直接接种于含有 180 mL 培养基的

500 mL 锥形瓶中 (28 ℃、160 r/min), 培养 10 d, 得到发酵液 30 L。纱布分离菌丝体与发酵液, 乙酸乙酯提取, 甲醇提取菌丝体 3 次, 减压浓缩后再用乙酸乙酯提取, 合并提取产物, 得到粗提物 25 g。

3 化合物的分离与纯化及抗肿瘤活性测试

3.1 化合物的分离与纯化 粗提物硅胶拌样后上正相柱, 依次用石油醚、氯仿、氯仿: 甲醇 (100:1、50:1、20:1、10:1) 洗脱, 得到组分 Fr. 1~Fr. 10。其中, Fr. 3 结晶为化合物 **8** (80 mg); Fr. 4 再拌样上柱后, 石油醚: 乙酸乙酯 (2:1 至纯乙酸乙酯) 梯度洗脱, 得到 Fr. 4-2~4-5。Fr. 4-2 挥发溶剂瓶底, 得到无色沉淀, 即为化合物 **1** (14 mg)。Fr. 4-4 用甲醇溶解后再上凝胶柱, 得到 Fr. 4-4-2, 重结晶后得到化合物 **2** (18 mg)。Fr. 4-5 反复柱层析, 得到化合物 **3** (9 mg); Fr. 8 处理后经半制备 HPLC 色谱柱 (甲醇: 水 = 30:70), 得到化合物 **6** (t_R = 8 min, 12 mg); Fr. 9 处理后经半制备 HPLC 色谱柱 (甲醇: 水 = 25:75), 得到化合物 **4** (t_R = 14 min, 8 mg)、**5** (t_R = 8 min, 10 mg)、**7** (t_R = 18 min, 8 mg)。

3.2 MTT 法测定抗 A549 细胞毒活性^[6] 人肺腺癌细胞 A549 培养于含 10% 胎牛血清 (FBS) 的

RPMI-1640 培养基中 (37 ℃, 含 5% CO₂ 的空气), 收集对数生长期的细胞悬液, 调整密度为 $5 \times 10^4/\text{mL}$, 接种于 96 孔细胞培养板中, 每孔 200 μL , 培养 24 h。实验组加入不同质量浓度的样品, 再培养 72 h, 预处理后加入 5 mg/mL MTT 溶液 20 μL , 再培养 4 h, 离心, 弃上清液, 加入二甲基亚砷 100 μL , 振荡 5 min 以溶解蓝色结晶, 混匀。酶标仪于 490 nm 处读取各孔吸光度值 (A_{490}), 计算肿瘤细胞的生长抑制率, 以 5-氟尿嘧啶为阳性对照。

4 结果

4.1 化合物结构鉴定

化合物 **1**: 无色晶体 (CH₃OH), ESI-MS 给出 483.2 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 484, 分子式为 C₂₇H₃₂O₈。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ : 10.96 (1H, s, 16-OH), 7.15 (1H, d, $J=10.3$ Hz, H-1), 6.39 (1H, s, H-15), 6.23 (1H, s, H-19), 5.90 (1H, d, $J=10.3$ Hz, H-2), 5.06 (1H, s, 9-OH), 4.88 (1H, qd, $J=12.6, 6.0$ Hz, H-20), 4.02 (1H, d, $J=7.3$ Hz, H-9), 2.83 (1H, dd, $J=15.6, 4.9$ Hz, H-11a), 2.66 (1H, t, $J=14.6$ Hz, H-11b), 2.16 (1H, m, H-5), 2.16 (1H, m, H-7), 2.15 (3H, s, H-29), 2.10 (1H, m, H-10a), 1.67 (1H, m, H-10b), 1.33 (3H, d, $J=6.5$ Hz, H-27), 1.31 (3H, s, H-24), 1.18 (3H, s, H-23), 1.06 (3H, s, H-25), 1.03 (3H, s, H-26)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 202.9 (s, C-3), 170.2 (s, C-28), 168.4 (s, C-22), 160.7 (s, C-16), 160.1 (s, C-13), 157.2 (d, C-1), 136.4 (s, C-18), 126.1 (d, C-2), 113.2 (s, C-12), 104.7 (d, C-15), 101.3 (s, C-17), 79.6 (s, C-8), 75.8 (d, C-20), 70.0 (d, C-9), 63.4 (d, C-19), 44.0 (s, C-4), 41.7 (d, C-5), 41.5 (d, C-7), 38.1 (s, C-6), 27.6 (t, C-10), 26.9 (q, C-25), 26.7 (q, C-24), 21.1 (q, C-26), 21.0 (q, C-23), 20.9 (q, C-29), 20.9 (t, C-11), 15.8 (q, C-27)。结合文献 [8-10], 确定该化合物为 chrodriamanin B。

化合物 **2**: 无色片状结晶 (丙酮), ESI-MS 给出 211.2 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 212, 分子式为 C₁₁H₁₆O₄。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ : 13.8 (1H, brs, OH), 5.16 (1H, dd, $J=5.2, 2.2$ Hz, H-5), 2.05 (3H, s,

H-12), 2.01 (1H, m, H-6a), 1.55 (1H, m, H-6b), 1.26 (2H, m, H-7), 1.26 (2H, m, H-8), 1.26 (2H, m, H-9), 0.85 (3H, t, $J=6.5$ Hz, H-10)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 172.7 (s, C-2), 163.4 (s, C-11), 149.2 (s, C-4), 135.1 (s, C-3), 80.9 (d, C-5), 31.8 (t, C-6), 30.8 (t, C-8), 23.7 (t, C-7), 21.8 (t, C-9), 13.4 (q, C-12), 10.3 (q, C-10)。结合文献 [11], 确定该化合物为 striatisporolide A。

化合物 **3**: 无色片状晶体 (丙酮), ESI-MS 给出 211.2 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 212, 分子式为 C₁₁H₁₆O₄。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ : 6.52 (1H, d, $J=2.9$ Hz, H-12a), 6.10 (1H, d, $J=2.9$ Hz, H-12b), 4.89 (1H, m, H-5), 3.64 (1H, m, H-4), 1.98 (2H, m, H-6), 1.32 (2H, m, H-7), 1.32 (2H, m, H-8), 1.32 (2H, m, H-8), 1.32 (2H, m, H-9), 0.91 (3H, t, $J=6.5$ Hz, H-10)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 173.8 (s, C-11), 168.3 (s, C-1), 132.1 (s, C-2), 126.7 (t, C-11), 81.6 (d, C-5), 49.8 (d, C-4), 34.9 (t, C-6), 31.3 (t, C-8), 23.3 (t, C-7), 22.5 (t, C-9), 10.6 (q, C-10)。结合文献 [12], 确定该化合物为 methylenolactocin。

化合物 **4**: 白色粉末, ESI-MS 给出 275.2 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 276, 分子式为 C₁₅H₂₀N₂O₃。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ : 9.15 (1H, s, -OH), 8.03 (1H, s, -NH), 7.88 (1H, s, -NH), 6.90 (1H, d, $J=8.3$ Hz, H-9), 6.90 (1H, d, $J=8.3$ Hz, H-13), 6.62 (1H, d, $J=8.7$ Hz, H-10), 6.62 (1H, d, $J=8.7$ Hz, H-12), 4.13 (1H, m, H-5), 3.44 (1H, m, H-2), 3.01 (1H, dd, $J=13.6, 3.9$ Hz, H-7a), 2.74 (1H, dd, $J=13.6, 3.4$ Hz, H-7b), 1.36 (1H, m, H-15), 0.76 (1H, m, H-14a), 0.74 (3H, d, $J=6.3$ Hz, H-16), 0.74 (3H, d, $J=6.3$ Hz, H-17), 0.17 (1H, m, H-14b)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 166.7 (s, C-1), 166.4 (s, C-4), 156.4 (s, C-11), 131.2 (d, C-9), 131.2 (d, C-13), 126.2 (s, C-8), 114.8 (s, C-10), 114.8 (s, C-12), 59.3 (d, C-2), 55.3 (d, C-5), 43.7 (t, C-14), 37.7 (t, C-7), 22.9 (d, C-15), 22.8 (q, C-16), 21.3 (q, C-17)。结合文献 [13], 确定该化合物为 cyclo

(Leu-Tyr)。

化合物 **5**: 白色粉末, ESI-MS 给出 309.3 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 310, 分子式为 C₁₈H₁₈N₂O₃。 ¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ: 9.23 (1H, s, -OH), 7.88 (1H, s, H-3), 7.88 (1H, s, H-6), 7.27 (1H, d, *J*=7.4 Hz, H-17), 7.27 (1H, d, *J*=7.4 Hz, H-19), 7.21 (1H, d, *J*=7.3 Hz, H-18), 7.03 (1H, d, *J*=7.2 Hz, H-16), 7.03 (1H, d, *J*=7.2 Hz, H-20), 6.83 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-9), 6.83 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-12), 6.67 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-10), 6.67 (1H, d, *J*=8.2 Hz, H-12), 3.94 (1H, brs, H-2), 3.89 (1H, brs, H-5), 2.58 (2H, m, H-14), 2.17 (2H, m, H-7)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 166.3 (s, C-1), 166.3 (s, C-4), 156.1 (s, C-11), 136.6 (s, C-15), 130.8 (d, C-9), 130.8 (d, C-13), 129.7 (s, C-8), 128.2 (d, C-17), 128.2 (d, C-19), 126.45 (d, C-16), 126.45 (d, C-20), 126.41 (d, C-18), 115.1 (d, C-10), 115.1 (d, C-12), 55.7 (d, C-2), 55.4 (d, C-5), 38.5 (t, C-7), 38.5 (t, C-14)。结合文献 [14], 确定该化合物为 cylco (Phe-Tyr)。

化合物 **6**: 白色粉末, ESI-MS 给出 245.3 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为 246, 分子式为 C₁₄H₁₈N₂O₂。 ¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ: 8.08 (1H, s, -NH), 7.89 (1H, s, -NH), 7.22 (1H, m, H-9), 7.22 (1H, m, H-10), 7.22 (1H, m, H-11), 7.22 (1H, m, H-12), 7.22 (1H, m, H-13), 4.20 (1H, brs, H-5), 3.52 (1H, brs, H-2), 3.14 (1H, dd, *J*=13.4, 4.2 Hz, H-7a), 2.88 (1H, dd, *J*=13.4, 5.0 Hz, H-7b), 1.70 (1H, m, H-14), 0.64 (3H, d, *J*=6.8 Hz, H-15), 0.64 (3H, d, *J*=6.8 Hz, H-16)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 166.5 (s, C-1), 166.4 (s, C-4), 136.3 (s, C-8), 130.2 (d, C-9), 130.2 (d, C-11), 127.9 (d, C-10), 127.9 (d, C-12), 126.4 (d, C-13), 59.2 (d, C-2), 55.0 (d, C-5), 37.8 (t, C-7), 30.9 (s, C-14), 18.1 (q, C-15), 18.1 (q, C-16)。结合文献 [15], 确定该化合物为 cylco (Phe-Val)。

化合物 **7**: 白色粉末, ESI-MS 给出 259.2 [M-H]⁻ 的伪分子离子峰, 提示该化合物分子量为

260, 分子式为 C₁₄H₁₆N₂O₃。 ¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ: 9.87 (1H, s, -NH), 8.10 (1H, s, -OH), 7.12 (1H, d, *J*=8.3 Hz, H-12), 7.12 (1H, d, *J*=8.3 Hz, H-16), 6.52 (1H, d, *J*=8.5 Hz, H-13), 6.52 (1H, d, *J*=8.5 Hz, H-15), 4.32 (1H, t, *J*=6.4 Hz, H-2), 4.04 (1H, m, H-5), 3.41 (1H, m, H-10a), 3.18 (1H, dd, *J*=12.3, 6.2 Hz, H-10b), 2.87 (2H, m, H-8), 1.98 (1H, m, H-6a), 1.68, (2H, m, H-7), 1.41 (1H, m, H-6b)。¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 168.9 (s, C-1), 163.8 (s, C-4), 156.5 (s, C-14), 131.1 (d, C-12), 131.1 (d, C-16), 124.9 (s, C-11), 115.7 (s, C-13), 115.7 (s, C-15), 55.2 (d, C-2), 54.6 (d, C-5), 43.5 (t, C-8), 26.8 (t, C-6), 20.1 (t, C-7)。结合文献 [16], 确定该化合物为 cyclo (Tyr-Pro)。

化合物 **8**: 与麦角甾醇对照品经薄层色谱 (TLC) 点样, 确定该化合物为麦角甾醇。

4.2 化合物 **1~3** 对 A549 的细胞毒活性 以 5-氟尿嘧啶为阳性对照, MTT 法测试了化合物 **1~3** 对 A549 的细胞毒活性, 发现其均显示较弱的抗 A549 细胞毒活性, 见表 1。

表 1 化合物 **1~3** 对 A549 的细胞毒活性
Tab. 1 Cytotoxic activities of compounds **1-3** against A549

化合物	5-氟尿嘧啶	1	2	3
IC ₅₀ /(μmol·L ⁻¹)	12.4	88.7	36.5	45.4

参考文献:

[1] Cragg G M, Grothaus P G, Newman D J. Impact of natural products on developing new anti-cancer gents[J]. *Chem Rev*, 2009, 109(7): 3012-3043.

[2] Bhatnagar I, Kim S K. Immense essence of excellence; marine microbial bioactive compounds[J]. *Mar Drugs*, 2010, 8(10): 2673-2701.

[3] Hu G P, Yuan J, Sun L, *et al.* Statistical research on marine natural products based on data obtained between 1985 and 2008 [J]. *Mar Drugs*, 2011, 9(4): 514-525.

[4] Ma L Y, Liu W Z, Huang Y L, *et al.* Two acid sorbicillin analogues from saline lands-derived fungus *Trichoderma* sp. [J]. *J Antibiot*, 2011, 64(9): 645-647.

[5] Gao H Q, Zhu T J, Li D H, *et al.* Prenylated indole diketopiperazine alkaloids from a mangrove rhizosphere soil derived fungus *Aspergillus effusus* HI-1[J]. *Arch Pharm Res*, 2013, 36(8): 952-956.

[6] Ma L Y, Liu W Z, Shen L, *et al.* Spiroketal, isocoumarin, and indoleformic acid derivatives from saline soil derived fungus

Penicillium raistrickii [J]. *Tetrahedron*, 2012, 68 (10) : 2276-2282.

[7] Liu W Z, Ma L Y, Liu D S, *et al.* Peniciketals A-C, new spiroketals from saline soil derived *Penicillium raistrickii* [J]. *Org Lett*, 2014, 16(1) : 90-93.

[8] Wei M Y, Chen G Y, Wang Y, *et al.* Isolation, ¹H, ¹³C NMR Assignments, and crystal structure of chrodrimanin B from A marine fungus *Aspergillus* sp. [J]. *Chem Nat Compd*, 2011, 47(4) : 571-574.

[9] Hayashi H, Oka Y, Kai K, *et al.* A new meroterpenoid, chrodrimanin C, from YO-2 of *Talaromyces* sp. [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2012, 76(4) : 745-748.

[10] Hayashi H, Oka Y, Kai K, *et al.* New chrodrimanin congeners, chrodrimanins D-H, from YO-2 of *Talaromyces* sp. [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2012, 76(9) : 1765-1768.

[11] Michael S, Robert J C, Ernest L, *et al.* Calbistrin E and two other new metabolites from an Australian isolate of *Penicillium striatisporum*[J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(4) : 581-584.

[12] He G, Matsuura H, Yoshihara T. Isolation of an alpha-methylene-gamma-butyrolactone derivative, a toxin from the plant pathogen *Lasioidiplodia theobromae* [J]. *Phytochemistry*, 2004, 65(20) : 2803-2807.

[13] 刘 睿, 朱天骄, 朱伟明, 等. 海洋放线菌 S1001 中抗肿瘤活性成分的研究 [J]. 中国抗生素杂志, 2006, 31 (1) : 36-38.

[14] Huang Z J, Yang R Y, Guo Z Y, *et al.* A new xanthone derivative from mangrove endophytic fungus No. ZSU-H16 [J]. *Chem Nat Compd*, 2010, 46(3) : 348-352.

[15] 刘海滨, 高 昊, 王乃利, 等. 红树林真菌草酸青霉 (092007) 的环二肽类成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(8) : 474-478.

[16] 熊 江, 周 俊, 戴好富. 多蕊商陆的化学成分 [J]. 云南植物研究, 2002, 24(3) : 401-403.

宾川獐牙菜化学成分的研究 (II)

李兆云¹, 郭云胶¹, 李龙星², 肖 怀^{2*}

(1. 德宏师范高等专科学校生命科学系, 云南 芒市 678400; 2. 大理大学药学与化学学院, 云南 大理 671000)

摘要: **目的** 研究宾川獐牙菜 *Swertia binchuanensis* 的化学成分。**方法** 宾川獐牙菜 95% 乙醇提取物采用硅胶、凝胶柱和重结晶进行分离纯化, 根据理化性质和波谱数据鉴定所得化合物的结构。**结果** 从中分离得到 6 个化合物, 分别鉴定为 1-羟基-3,7,8-三甲氧基山酮 (1)、1,8-二羟基-3,7-二甲氧基山酮 (2)、1,7,8-三羟基-3-甲氧基山酮 (3)、1,3,5,8-四羟基山酮 (4)、1,3,8-三羟基-5-甲氧基山酮 (5)、1,2,6,8-四羟基山酮 (6)。**结论** 所有化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 宾川獐芽菜; 化学成分; 分离鉴定

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2016)04-0834-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.04.024

Chemical constituents from *Swertia binchuanensis* (II)

LI Zhao-yun¹, GUO Yun-jiao¹, LI Long-xing², XIAO Huai^{2*}

(1. Department of Life Sciences, Dehong Teacher's College, Mangshi 678400, China; 2. College of Pharmacy and Chemistry, Dali University, Dali 671000, China)

ABSTRACT: AIM To study the chemical constituents from *Swertia binchuanensis*. **METHODS** The 95% ethanol extract of *Swertia binchuanensis* was isolated and purified by silica, gel column and recrystallization, then the

收稿日期: 2015-07-30
基金项目: 云南省自然科学基金项目 (2009ZC122M); 云南省教育厅科学研究基金项目 (2012Y153); 大理学院青年基金项目 (2011)
作者简介: 李兆云 (1986—), 男, 硕士, 助教, 从事天然药物提取与分离工作。Tel: (0692) 2134384, 18406905377, E-mail: lizhaoyun2010@126.com

* **通信作者:** 肖 怀 (1973—), 女, 硕士, 教授, 硕士生导师, 从事天然药物化学研究与教学。Tel: (0872) 2257409, E-mail: xiaohuai10@263.net