

微生物学报 *Acta Microbiologica Sinica*
53 (9) :995 - 1000; 4 September 2013
ISSN 0001 - 6209; CN 11 - 1995/Q
<http://journals.im.ac.cn/actamicrocn>

柳珊瑚共附生放线菌 *Streptomyces* sp. SCSGAA0009 中生物碱类化合物及其抗菌和抗附着活性

农旭华^{1,2}, 张晓勇¹, 陈茵³, 漆淑华^{1*}

¹中国科学院南海海洋研究所, 广东省海洋药物重点实验室/中国科学院海洋生物资源可持续利用重点实验室, 广州 510301

²中国科学院大学, 北京 100049

³深圳市第九人民医院, 深圳 518116

摘要:【目的】从南海柳珊瑚共附生放线菌的次生代谢产物中寻找具有抗菌和抗附着活性的先导化合物。【方法】应用化学与生物活性相结合的筛选方法, 从柳珊瑚共附生微生物中筛选获得代谢产物丰富且具有生物活性的目标菌株并通过大发酵提取浸膏, 利用硅胶柱色谱、凝胶柱色谱和高效液相色谱等方法对发酵产物进行分离、纯化, 运用波谱解析鉴定化合物的结构。【结果】从采自海南三亚的柳珊瑚 (*Muricella flexuosa*) 样品中分离到一株放线菌 SCSGAA0009, 鉴定为链霉菌属 *Streptomyces* sp., 从其改良 ISP2 发酵液中分离到新化合物 *N*-(2-(1*H*-indol-3-yl) ethyl) propionamide (1) 和已知化合物 phenazine-4-carboxylic acid (2), 其中化合物 2 对大肠杆菌和海洋细菌假单胞菌 (*Pseudoaltermonas piscida*) 具有较好抗菌活性, 且有强抗草苔虫 (*Bugula neritina*) 幼虫附着活性。【结论】首次从柳珊瑚共附生放线菌的次生代谢产物中获得新的生物碱化合物 1, 首次报道化合物 2 的抗海洋细菌活性和抗附着活性; 从南海柳珊瑚共附生微生物的次生代谢产物中可以得到新化合物和活性化合物, 这一来源的微生物资源值得深入研究。

关键词:海洋放线菌 *Streptomyces* sp., 生物碱, 结构鉴定, 抗菌活性, 抗附着活性

中图分类号: Q935 文献标识码: A 文章编号: 0001-6209 (2013) 09-0995-06

珊瑚是海洋天然产物的重要来源之一, 众多有生物活性 (抗炎、抗菌、抗氧化、抗肿瘤和抗结核等) 的结构新颖的次生代谢产物 (如萜类, 甾体类等) 先后被报道^[1-5]。由于共附生微生物 (包括放线菌、真菌) 与珊瑚一起生活, 共同构建了复杂的共附生机制, 在珊瑚长期进化过程中扮演着营养物供给、参与珊瑚生物合成途径、抵御珊瑚致病包括通过自身产生一些结构新颖的活性化学物质防御外来物种的入侵等功能^[6-7]。迄今为止, 有关珊瑚共附生真菌中

活性次生代谢产物的研究已有一些报道^[8-12], 但有关珊瑚共附生放线菌的报道寥寥无几^[13]。在本文中, 我们对从海南三亚采集的柳珊瑚样品分离出来的 22 株放线菌进行了复筛, 根据 HPLC 指纹图谱分析, TLC 和抗菌活性筛选结果, 选择其中一株链霉菌 *Streptomyces* sp. SCSGAA0009 放大发酵, 尝试探索它的次生代谢产物并寻找具有生物活性的先导化合物, 同时通过抗海洋细菌和抗海洋污损生物幼虫附着筛选模型从化学生态学角度验证柳珊瑚共附生微

基金项目: 国家“973 前沿领域项目” (2010CB833800); 国家自然科学基金项目 (40931160435, 40976090)

* 通信作者。Tel: + 86-20-89022112; E-mail: shuhuaqi@scsio.ac.cn

作者简介: 农旭华 (1982 -), 男 (壮族), 广西, 博士研究生, 主要研究方向为海洋天然产物。E-mail: nongxuhua4883@163.com

收稿日期: 2013-01-04; 修回日期: 2013-04-04

生物可能作为其宿主第一道化学防御线的化学防御功能。从该菌株的发酵液提取物中分离纯化到 2 个生物碱类化合物, 结构鉴定为 *N*-(2-(1*H*-indol-3-yl)ethyl) propionamide (1)、phenazine-1-carboxylic acid^[14], 其中 1 为新化合物(图 1); 测试了以上化合物的抗菌和抗海洋污损生物幼虫附着活性。

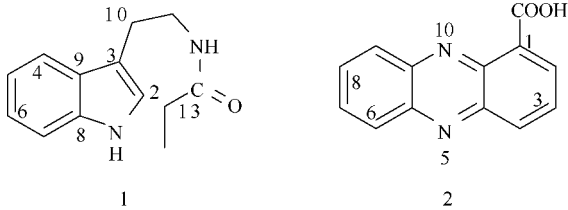


图 1. 化合物 1 和 2 的结构

Figure 1. Structures of compounds 1 and 2.

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 出发菌株: 链霉菌 *Streptomyces* sp. SC SGAA0009 由本实验室从三亚采集来的柳珊瑚 (*Muricella flexuosa*) 样品中分离到, 保藏在中国科学院海洋微生物中心; 抗菌实验用的指示菌为大肠杆菌 (*Escherichia coli*)、枯草芽胞杆菌 (*Bacillus subtilis*)、以及 3 株海洋细菌香港洛克氏菌 (*Loktanella hongkongensis* UST950701-009)、藤黄微球菌 (*Micrococcus luteus* UST950701-006)、假单胞菌 (*Pseudoaltermonas piscida* UST010723-006)。

1.1.2 改良的 ISP2 培养基: 酵母浸膏 4g/L, 麦芽浸膏 5 g/L, 葡萄糖 4 g/L, 海盐 1.5%, pH7.2-7.4, 复合维生素(维生素 B1、维生素 B6、烟酸、生物素、苯丙氨酸 1 mg/L、丙氨酸 0.3 mg/L)。

1.1.3 主要仪器和设备: 正相硅胶(100-200 目, 200-300 目), 青岛海洋所化工厂; 高效薄层预制板, 烟台市化学工业研究所(型号: HSG-FR₂₅₄); 凝胶 LH-20 (Pharmacia 公司); ESI-MS 质谱仪: Finnigan LCQDECAXP HPLC-MASS; 超导核磁共振仪, Bruker DRX-500 型, 内标为 TMS; 半制备型高效液相色谱仪, SHIMADZU LC-20A, YMC-Pack, ODS S-5 μ 250 \times 10 mm i. d.; 旋转蒸发仪, 日本东京理化株式会社 (EYELAN-1100V-W 型); 液相用甲醇为色谱纯 (MERCK 公司), 其它溶剂均为分析纯。

1.2 菌种发酵

从菌种保存的试管斜面上取一环在平板中划线

活化, 放置在培养箱培养, 再接种到少量的液体培养基做种子液, 按 5% 的接种量接种到装有 120 mL 液体培养基的 500 mL 三角瓶, 摇床上 200 r/min, 24 $^{\circ}$ C 培养 6 d。

1.3 浸膏的提取

发酵液通过盛有纱布的布氏漏斗减压抽滤, 得到菌液和菌体, 菌液直接用乙酸乙酯萃取得到浸膏, 菌体用 80% 丙酮超声波破碎, 真空浓缩除去丙酮, 再用乙酸乙酯萃取, 得到的浸膏合并到菌液浸膏中。

1.4 化合物的提取分离

浸膏 2.5 g 用甲醇溶解, 过凝胶柱, 甲醇作为洗脱液, 得到 3 个部位, 部位 Fr. 2 过减压反相色谱柱得到 3 个馏分, 馏分 Fr. 2-1 过凝胶得到 5 个小馏分: 小馏分 Fr. 2-1-4 由 HPLC 制备(洗脱剂 MeOH:H₂O = 9:11) 得到化合物 1 (2 mg, *t_R* = 32.6 min); 馏分 Fr. 2-2 连续过 2 次凝胶得到 3 个小馏分, 小馏分 Fra. 2-2-3-2 由制备板制备 (CDCl₃: MeOH = 10:1) 得到化合物 2 (2 mg)。

1.5 抗细菌实验

按照文献^[15] 采用药敏纸片法, 使用涂布棒将大肠杆菌 (*E. coli*) 和枯草芽胞杆菌 (*B. subtilis*) 均匀涂布到 LB 培养基(酵母浸膏 5 g/L, 胰蛋白胨 10 g/L, 氯化钠 5 g/L, 琼脂 20 g/L) 上, 将海洋细菌香港洛克氏菌 (*L. hongkongensis* UST950701-009)、藤黄微球菌 (*M. luteus* UST950701-006)、假单胞菌 (*P. piscida* UST010723-006) 均匀涂布在改良的 ISP2 培养基上。用打孔器将滤纸制成直径为 6 mm 的无菌小圆纸片, 用定量移液枪吸取 5 μ L 待测化合物的甲醇溶液滴加在滤纸片上, 待甲醇挥发干后, 将其贴于准备好的含菌固体培养基中, 置于 28 $^{\circ}$ C 培养箱中培养 24-48 h, 观察是否产生抑菌圈。重复 2 次, 同时以青霉素和卡那霉素作为细菌的阳性对照, 甲醇溶剂为空白对照。

1.6 抗草苔虫幼虫附着活性筛选^[2] (24 孔板法)

将样品分别溶解于 DMSO 中制成 50 mg/mL 的母液, 再用无菌海水配制成 25 μ g/mL 的浓度。在每个孔板中加入 20 只游动的幼虫和 1 mL 配制好的测试样品, 以加有 1 mL DMSO 的 0.22 μ m 滤膜过滤海水 (FSW) 作为阴性对照物。将配有测试样品的 24 孔板放于 28 $^{\circ}$ C 的培养箱中放置 24 h 后, 观察实验结果, 通过显微镜计算: (1) 已附着的幼虫个数; (2) 游动的幼虫个数; (3) 已死的幼虫个数。计

算没附着在板壁上的幼虫个数占实验用的总幼虫个数的百分比。每个样品做 3 个平行孔。

2 结果和讨论

2.1 菌株鉴定

利用通用引物 27F (5'-GAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') 和 1525R (5'-AGAAAGGAGGTGATCCAGCC-3') 以所提的总 DNA 为模板进行 PCR 扩增 16S rRNA 序列, 纯化测序后, 菌株 SCSGAA0009 的 16S rRNA 序列 DNA 长度为 1448 bp (基因登录号为 JN049452), 经比较基因序列的同源性, 与 *Streptomyces flocculus* NBRC 13041 (基因登录号为 AB184272) 序列 98% 吻合, 故鉴定为 *Streptomyces* sp.。

2.2 新化合物 1 的结构解析

由 HRESIMS 谱数据 m/z 239.1160 $[M + Na]^+$, 推断化合物 1 的分子式为 $C_{13}H_{16}N_2O$; 1H -NMR (CD_3OD) 谱显示有 5 个芳香质子信号 $[\delta_H$ 7.58 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-4), 7.35 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-7), 7.11 (1H, dt, $J = 1.0, 8.0$ Hz, H-5), 7.08 (1H, s, H-2), 7.03 (1H, dt, $J = 1.0, 8.0$ Hz, H-6)], 提示有吲哚环的存在^[16], 此外, 还有 3 个亚甲基质子信号 δ_H 3.50 (2H, br t, $J = 7.5$ Hz, H-11), 2.97 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-10), 2.21 (2H, q, $J = 8.0$ Hz, H-14) 和 1 个甲基质子信号 δ_H 1.11 (3H, t, $J = 8.0$ Hz, H-15); ^{13}C -NMR 和 DEPT 谱图显示有 1 个甲基、3 个亚甲基、8 个芳香碳信号

(含 5 个次甲基和 3 个不饱和季碳)、以及 1 个酰胺基团。这些氢谱和碳谱数据与化合物 N_b -acetyltryptamine 的很相似^[16], 差别只在于比化合物 N_b -acetyltryptamine 多一个亚甲基, 且根据该多出的亚甲基的氢裂峰数和偶合常数可推测该亚甲基和一个甲基相连, 这说明化合物 1 和化合物 N_b -acetyltryptamine 的差别只在侧链上一个乙酰基被取代为丙酰基。该推测通过 HMBC 谱中 H-15 (δ_H 1.11, 3H, t, $J = 8.0$ Hz) 与 C-14 (δ_C 26.3) / C-13 (δ_C 173.3) 相关得到证实。由此确定化合物 1 的结构如图 1 所示, 命名为 *N*-(2-(1H-indol-3-yl) ethyl) propionamide。

2.3 单体化合物的波谱数据

化合物 1: 1H -NMR (500 Hz, CD_3OD): δ_{RH} R = 7.58 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-4), 7.35 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-7), 7.11 (1H, dt, $J = 1.0, 8.0$ Hz, H-5), 7.08 (1H, s, H-2), 7.03 (1H, dt, $J = 1.0, 8.0$ Hz, H-6), 3.50 (2H, br t, $J = 7.5$ Hz, H-11), 2.97 (2H, t, $J = 7.5$ Hz, H-10), 2.21 (2H, q, $J = 8.0$ Hz, H-14), 1.11 (3H, t, $J = 8.0$ Hz, H-15); ^{13}C -NMR (125 Hz, $DMSO-d_6$): $\delta_C = 173.3$ (qC, C-13), 138.2 (qC, C-8), 128.9 (qC, C-9), 123.4 (CH, C-6), 122.4 (CH, C-2), 119.7 (CH, C-5), 119.3 (CH, C-4), 113.4 (qC, C-3), 112.3 (CH, C-7), 41.7 (CH_2 , C-11), 26.3 (CH_2 , C-10, C-14), 22.7 (CH_3 , C-15); HRESIMS m/z 239.1160 $[M + Na]^+$ (理论值 239.1155, $[M + Na]^+$) (见图 2)。

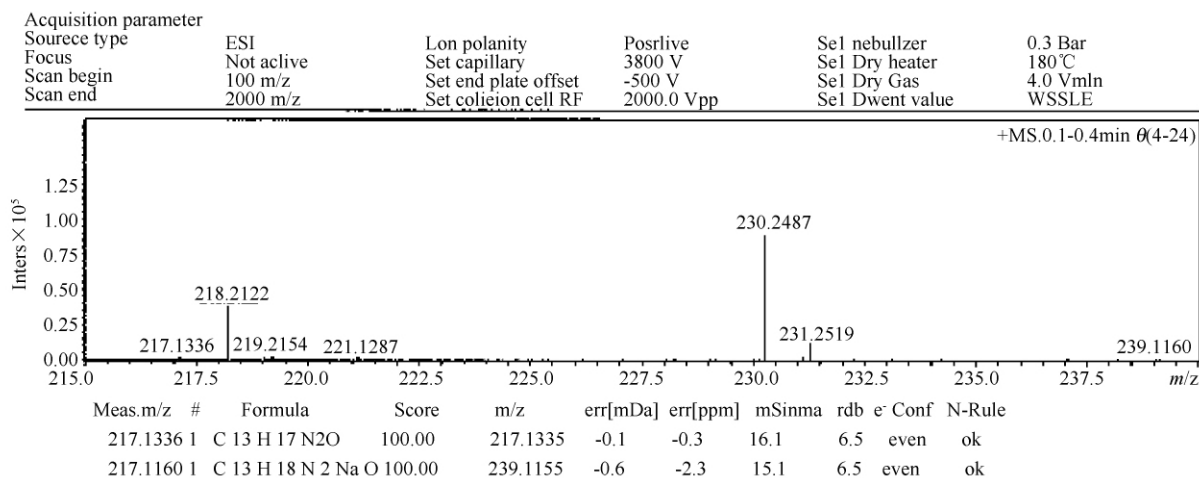


图 2. 新化合物 1 的高分辨质谱图

Figure 2. The HR-ESIMS spectrum of new compound 1.

化合物 2: $^1\text{H-NMR}$ (500 Hz, CDCl_3): δ_{H} = 15.61 (1H, s, 11-OH), 9.00 (1H, dd, $J = 1.5$, 7.5 Hz, H-2), 8.56 (1H, dd, $J = 1.5$, 7.5 Hz, H-4), 8.38 (1H, dd, $J = 2.0$, 8.0 Hz, H-9), 8.32 (1H, dd, $J = 2.0$, 8.0 Hz, H-6), 8.06 (3H, m, H-3, H-7, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 Hz, CDCl_3): δ_{C} = 167.4 (qC, C-11), 146.3 (qC, C-4a), 145.6 (qC, C-5a), 141.6 (qC, C-9a), 140.7 (qC, C-10a), 137.5 (qC, C-2), 135.1 (qC, C-4), 133.2 (qC, C-8), 131.8 (CH, C-7), 130.3 (CH, C-1), 130.1 (CH₃, C-3), 128.7 (CH₃, C-9), 128.0 (CH, C-6); ESIMS m/z 247.05 [$\text{M} + \text{Na}$]⁺; 以上数据与文献报道^[14]一致, 故鉴定为 phenazine-1-carboxylic acid.

2.4 抗细菌活性结果

抗菌结果显示化合物 2 在 5 μg /纸片时能显著抑制大肠杆菌和海洋细菌假单胞菌的生长, 其抑制圈大小分别为 15 mm 和 14 mm (如图 3 所示), 但在 5 μg /纸片时对枯草芽胞杆菌、海洋细菌香港洛氏菌和藤黄微球菌均未显示明显抑制活性。阳性对照青霉素在 5 μg /纸片时抑制大肠杆菌、枯草芽胞杆菌、海洋细菌假单胞菌和藤黄微球菌的抑制圈大小分别为 15、22、30、25 mm, 阳性对照卡那霉素在 5 μg /纸片时抑制大肠杆菌、枯草芽胞杆菌、假单胞菌和藤黄微球菌的抑制圈大小分别为 26、16、8、7 mm。化合物 1 在 5 μg /纸片时对所有指示菌均未显示明显抑制活性。甲醇溶剂作为阴性对照未显示任何抑制活性。

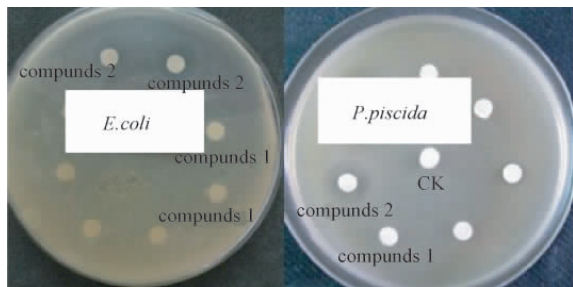


图 3. 化合物 1 和 2 的抑菌活性结果 (5 μg /纸片)

Figure 3. Antimicrobial activity of compounds 1 and 2 (5 μg /disc).

2.5 抗附着活性结果

化合物 2 在 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 浓度时测试的 20 只草苔虫幼虫一直都在孔板中游动 (3 个平行), 抑制草苔虫幼虫附着的抗附着率达到 100%, 且没显示出毒

性。化合物 1 在 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 浓度下显示很弱的抗附着活性。DMSO 和海水混合液作为阴性对照未显示任何抗附着活性 (草苔虫幼虫全部附着在孔板壁上)。

3 讨论

通过对柳珊瑚共附生放线菌 *Streptomyces* sp. SCSGAA0009 的次级代谢产物的研究, 初步了解了这株放线菌在改良的 ISP2 培养条件下的次生代谢产物主要以简单生物碱类化合物为主, 寻找更有利于它产生结构新颖复杂的活性次生代谢产物还需进一步优化其培养条件; 在此研究中我们结合活性追踪的方法找到了一个具有显著抗菌和抗草苔虫幼虫附着的活性化合物 2, 这与文献报道^[14, 17] 该化合物有较好抗菌活性相一致, 但这是首次报道该化合物的抗海洋细菌假单胞菌 (*P. piscida*) 和抗草苔虫幼虫附着的活性; 从抗附着实验结果可以推出化合物 2 抗草苔虫幼虫附着的 EC_{50} 小于 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 该数值小于美国海军舰队规定的天然抗污损试剂 EC_{50} 值为 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的标准。结合其抗海洋细菌活性和抗附着活性, 推测化合物 2 应是潜在的天然抗污损试剂。另外, 由于珊瑚生活在海洋中, 必然存在海洋细菌对珊瑚的入侵和致病作用^[18], 为此我们尝试以 3 种常见的海洋细菌 (*L. hongkongensis*、*M. luteus*、*P. piscida*) 作为珊瑚共附生微生物抗菌的指示菌, 期望建立这种模型以深入研究它们之间的作用机制, 这对于我们了解珊瑚的生态学效应有一定意义。

参考文献

- [1] Garrido L, Zubia E, Ortega MJ, Salva J. Isolation and structure elucidation of new cytotoxic steroids from the gorgonian *Leptogorgia sarmentosa*. *Steroids*, 2000, 65 (2): 85-88.
- [2] Aoki S, Okano M, Matsui K, Itoh T, Satari R, Akiyama S, Kobayashi M. Briarthein A, a novel briarane-type diterpene reversing multidrug resistance in human carcinoma cell line, from the gorgonian *Briareum excavatum*. *Tetrahedron*, 2001, 57 (43): 8951-8957.
- [3] Ata A, Kerr RG, Moya CE, Jacobs RS. Identification of anti-inflammatory diterpenes from the marine gorgonian

- Pseudopterogorgia elisabethae*. *Tetrahedron*, 2003, 59 (23): 4215-4222.
- [4] Qi SH, Zhang S, Li X, Li QX. A cytotoxic sesquiterpene alkaloid from the South China Sea gorgonian *Subergorgia suberosa*. *Journal of Natural Products*, 2005, 68 (8): 1288-1289.
- [5] Krishna N, Muralidhar P, Kumar MM, Rao DV, Rao CB. New sphingosines from a gorgonian, *Pseudopterogorgia australiensis* Ridley, of the Indian Ocean. *Journal of Natural Products*, 2004, 67 (8): 1423-1425.
- [6] Radjasa OK, Vaske YM, Navarro G, Vervoort HC, Tenney K, Linington RG, Crews P. Highlights of marine invertebrate-derived biosynthetic products: their biomedical potential and possible production by microbial associates. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2011, 19 (22): 6658-6674.
- [7] Rosenberg E, Koren O, Reshef L, Efrony R, Zilber-Rosenberg I. The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. *Nature Reviews Microbiology*, 2007, 5 (5): 355-362.
- [8] Zhuang YB, Teng XC, Wang Y, Liu PP, Li GQ, Zhu WM. New quinazolinone alkaloids within rare amino acid residue from coral-associated fungus, *Aspergillus versicolor* LCJ-5-4. *Organic Letters*, 2011, 13 (5): 1130-1133.
- [9] Wei MY, Wang CY, Liu QA, Shao CL, She ZG, Lin YC. Five sesquiterpenoids from a marine-derived fungus *Aspergillus* sp isolated from a gorgonian *dichotella gemmacea*. *Marine Drugs*, 2010, 8 (4): 941-949.
- [10] Shao CL, Wu HX, Wang CY, Liu QA, Xu Y, Wei MY, Qian PY, Gu YC, Zheng CJ, She ZG, Lin YC. Potent antifouling resorcylic acid lactones from the gorgonian-derived fungus *Cochliobolus lunatus*. *Journal of Natural Products*, 2011, 74 (4): 629-633.
- [11] Shao, CL, Wang, CY, Wei, MY, Gu, YC, She, ZG, Qian, PY, Lin, YC. Aspergilones A and B, two benzylazaphilones with an unprecedented carbon skeleton from the gorgonian-derived fungus *Aspergillus* sp. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2011, 21 (2): 690-693.
- [12] Zheng CJ, Shao CL, Guo ZY, Chen JF, Deng DS, Yang KL, Chen YY, Fu XM, She ZG, Lin YC, Wang CY. Bioactive hydroanthraquinones and anthraquinone dimers from a soft coral-derived *Alternaria* sp. fungus. *Journal of Natural Products*, 2012, 75 (2): 189-197.
- [13] Tapiolas DM, Roman M, Fenical W, Stout TJ, Clardy J. Octalactins A and B: cytotoxic 8-membered-ring lactones from a marine bacterium, *Streptomyces* sp. *Journal of the American Chemical Society*, 1991, 113 (12): 4682-4683.
- [14] Jayatilake GS, Thornton MP, Leonard AC, Grimwade JE, Baker BJ. Metabolites from an Antarctic sponge-associated bacterium, *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Natural Products*, 1996, 59 (3): 293-296.
- [15] Acar JF, Goldstein FW, Kitzis MD, Eyquem MT. Resistance pattern of anaerobic bacteria isolated in a general hospital during a two-year period. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 1981, 8 (Suppl D): 9-16.
- [16] Li Y, Li XF, Kim DS, Choi HD, Son BW. Indolyl alkaloid derivatives, N- β -acetyltryptamine and oxaline from a marine-derived fungus. *Archives of Pharmacal Research*, 2003, 26 (1): 21-23.
- [17] QianPY, Xu Y, Fusetani N. Natural products as antifouling compounds: recent progress and future perspectives. *Biofouling*, 2010, 26 (2): 223-234.
- [18] Shnit-OrlandM, Kushmaro A. Coral mucus-associated bacteria: a possible first line of defense. *Microbiology Ecology*, 2009, 67 (3): 371-380.

Alkaloids from gorgonian-derived *Streptomyces* sp. SCSGAA0009 and their antibacterial and antilarval activities

Xuhua Nong^{1,2}, Xiaoyong Zhang¹, Yin Chen³, Shuhua Qi^{1*}

¹Key Laboratory of Marine Bio-resources Sustainable Utilization/Guangdong Key Laboratory of Marine Materia Medica/RNAM Center for Marine Microbiology, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China

²Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

³Ninth People's Hospital of Shenzhen, Shenzhen 518116, China

Abstract: [Objective] To search for structurally novel and biologically active compounds from the secondary metabolites of gorgonian-derived actinomycetes. [Methods] Strains of actinomycetes with antimicrobial activities were screened by biological methods. Then, those active strains were cultured under different conditions to obtain crude extracts. Subsequently, the chemical diversities of the extracts were investigated by reverse phase high-performance liquid chromatography (RP-HPLC) and thin layer chromatography (TLC), while the bioactivities of the extracts were evaluated by antifouling and antibacterial assays. A target strain *Streptomyces* sp. SCSGAA0009 was selected to further study by large-scale fermentation on modified ISP2 medium. The compounds were isolated by column chromatography over silica gel, Sephadex LH-20, and semipreparative HPLC, and their structures were determined by spectroscopic analysis.

[Results] The target strain was identified as actinomycetes, *Streptomyces* sp. SCSGAA0009. A new alkaloid *N*-(2-(1*H*-indol-3-yl)ethyl) propionamide (1) and a known compound phenazine-4-carboxylic acid (2) were purified from the culture broth. Compound 2 showed moderate antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Pseudoaltermonas piscida*, and exhibited strong antilarval settlement activity towards *Bugula neritina* larva. [Conclusion] Bioactive and new compounds can be achieved from the secondary metabolites of gorgonian-derived microorganisms from South China Sea.

Keywords: Gorgonian-derived *Streptomyces* sp., alkaloid, structure elucidation, antibacterial activity, antilarval activity

(本文责编:王晋芳)