

短指软珊瑚中的生态活性物质

孟丽媛¹, 李秀保², 张 文¹, 李 玲¹, 孙 鹏¹, 汤 华¹, 刘宝姝¹, 易杨华¹ (1. 第二军医大学海洋药物研究中心, 上海 200433; 2 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301)

[摘要] 目的 研究南海短指软珊瑚 (*Sinularia* sp.) 的生态活性物质。方法 利用硅胶柱色谱、Sephadex LH20 及 HPLC 等层析手段, 对短指软珊瑚粗提物进行分离纯化, 应用现代波谱技术 (NMR, MS 等) 鉴定化合物结构。结果 从该珊瑚中分离鉴定了 7 个甾醇类化合物, 分别是: 麦角甾 27, 24(28)二烯 23B, 5A, 6B 三醇 (1), (24R) 麦角甾 7, 22 二烯 23B, 5A, 6B 三醇 (2), 麦角甾 224(28)烯 23B, 5A, 6B 三醇 (3), (24S) 224 甲基 麦角甾 27 烯 23B, 5A, 6B 三醇 (4), 23 去甲基 珊瑚甾 27 烯 23B, 5A, 6B 三醇 (5), 过氧化麦角甾醇 (6), 胆甾醇 (7)。结论 除海洋无脊椎动物中常见的胆甾醇和过氧化麦角甾醇外, 这些化合物均为具有 3B, 5A, 6B 三羟基结构片段的麦角甾醇类似物。初步的体外活性测试实验表明这些化合物对细菌、真菌和藻类有不同程度的抑制作用。

[关键词] 短指软珊瑚; 多羟基甾醇; 抗微生物活性物质

[中图分类号] R 2821.77 [文献标志码] A [文章编号] 1006-0111(2010)04-0274-05

Bioactive constituents from *Sinularia* sp

MENG Lǐyuan¹, LI Xiǔbao², ZHANG Wen¹, LI Ling¹, SUN Peng¹, TANG Hua¹, LIU Baoǔshu¹, YI Yanghua¹ (1. Second Military Medical University Research Center for Marine Drugs School of Pharmacy Shanghai 200433, China; 2. South China Sea Institute of Oceanography Chinese Academy of Sciences Guangzhou 510301, China)

[Abstract] Objective To study the bioactive constituents of soft coral *Sinularia* sp. Methods The compounds were isolated and purified by silica gel, Sephadex LH20 column chromatography and HPLC. Their chemical structures were identified by spectroscopic analysis. Results Seven sterol compounds were identified that are ergosterol 27, 24(28) dien 23B, 5A, 6B triol (1), (24R) 2 ergosterol 7, 22 dien 23B, 5A, 6B triol (2), ergosterol 224(28) en 23B, 5A, 6B triol (3), (24S) 2 ergosterol 27(8) en 23B, 5A, 6B triol (4), 23 demethyl ergosterol 27 en 23B, 5A, 6B triol (5), ergosterol peroxide (6), cholesterol (7). Conclusions All these compounds have the ergosterol 23B, 5A, 6B triol substructure segment except the common ergosterol peroxide and cholesterol. Preliminary bioactive experiment indicated that these compounds have the effect of antimicrobial activity.

[Key words] *Sinularia* sp.; polyhydroxylated sterol; antimicrobial constituents

珊瑚为海洋无脊椎腔肠动物, 分为八放珊瑚亚纲和六放珊瑚亚纲, 全球有 6 100 多种^[1], 我国 7 19 种^[2], 主要生活在亚热带海洋中。短指软珊瑚 *Sinularia* sp 属八放珊瑚亚纲, 软珊瑚目, 软珊瑚科, 广泛分布于我国南海海域^[3]。短指软珊瑚活性化学成分研究是八放珊瑚亚纲中比较集中的一个属, 其次生代谢产物主要包括萜类 (尤其是西松烯型二萜)、多羟基甾醇、神经酰胺和一些长链脂肪酸、酯、醇类等^[4-5], 这些化学成分不仅具有重要的化学生态学意义, 且显示了良好的抗肿瘤、抗菌、抗病毒以及杀虫等药理活性^[6]。多羟基甾醇是短指软珊瑚

属中重要的次生代谢产物和生态活性物质, 体外活性测试显示这些甾体类化合物具有抗肿瘤活性^[7]及强烈的抑制鼠类组胺释放的活性^[4]。我们对采自我国广西北海海域的短指软珊瑚 *Sinularia* sp 的化学成分和生物活性物质进行研究, 从中分离得到一些具有 3B, 5A, 6B 三羟基取代结构特征的甾醇, 本文报道这些化合物的分离纯化, 结构鉴定和初步活性测试结果。

1 实验部分

1.1 仪器和试剂 Micromass 公司 Quattro 质谱仪 (ESI/MS); Varian Inova 2400 MHz 核磁共振仪; HPLC: 仪器 Agilent 1100 RID 检测器; 反相柱 YMC ODS 2A (C₁₈, 10 mm @ 250 mm); 柱色谱硅胶 (200~300 目) 为烟台芝罘黄务硅胶开发试验厂产品; 葡聚糖凝胶 Sephadex LH 220 为 Pharmacia 公司产品; 烟台芝罘黄务硅胶开发试验厂 HSGF₂₅₄ 硅

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (30873200), 上海市基金项目 (08JC1405600), 上海市浦江人才计划 (PJ2008), 上海市重点学科建设项目 (B906) 1

[作者简介] 孟丽媛 (1983), 女, 硕士研究生。E-mail: catty12569@163.com

[通讯作者] 刘宝姝。E-mail: liubaoshu@126.com
易杨华 1 E-mail: yiyanghua@hotmail.com

胶预制板, 试剂均为中国医药集团上海化学试剂 公司分析纯产品。

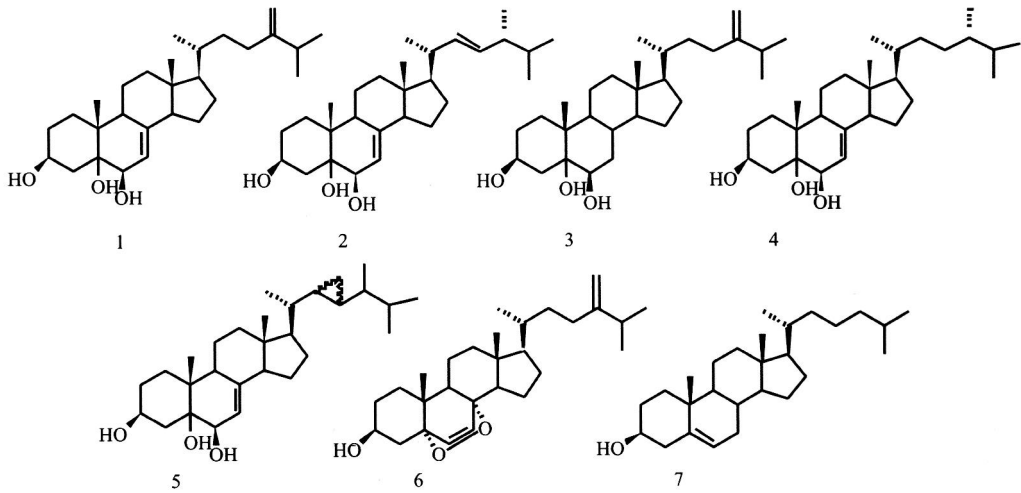


图 1 化合物 1~ 7 的结构

1.2 提取分离 短指软珊瑚于 2008年 7月采自广西北海海域, 经中科院南海海洋所助理研究员李秀保鉴定为短指软珊瑚 *Sinularia* sp, 样品标本现存放于第二军医大学海洋药物研究中心, 编号 ZS28。短指软珊瑚样品(湿重, 2.6 kg)剪碎后用丙酮(1.5 L/次)超声提取 6次, 浸提液减压回收至无丙酮味, 加入水 1 000 ml 用等体积的乙醚萃取 6次, 合并萃取液, 加压回收得到乙醚层提取物 14.6 g。乙醚层提取物经正向硅胶色谱层析, 用石油醚: 丙酮系统梯度洗脱(100:1~0:100)得 19个流份 Fr 1219。其中 Fr 14部分经葡聚糖凝胶 Sephadex LH 20柱分离, 氯仿: 甲醇(7:3)洗脱, 分为 a2d 部分, b部分(130 mg)经反相 HPLC 分离, 流动相甲醇: 水(90:10), 流速 1.5 ml/min, 得到化合物 1(2.4 mg t=38.5 min), 2(1.3 mg t=42.8 min), 3(0.5 mg t=47.0 min), 4(0.5 mg t=51.0 min), 5(0.9 mg t=54.8 min)。Fr 8部分经葡聚糖凝胶 Sephadex LH 20柱分离, 氯仿: 甲醇(7:3)洗脱, 分为 a2d 部分, b部分经反相 HPLC 柱分离, 流速 1.5 ml/min, 流动相甲醇(100%), 得到化合物 6(1.0 mg t=24.5 min)。Fr 5部分用甲醇重结晶得到化合物 7(110 mg)胆甾醇。

2 结果

2.1 结构鉴定

2.1.1 化合物 1 白色粉末状固体(氯仿), Liebermann-Burchard 反应阳性, 提示可能为甾体类化合物。ESI-MS m/z 431 $[M+H]^+$, 推测其相对分子量为 430 结合 1H NMR, ^{13}C NMR 和 DEPT 谱推测分

子式 $C_{28}H_{46}O_3$ 。 1H NMR 高场区, δ 0.59 (s), 0.96 (d, $J=6.9$ Hz), 1.09 (s), 1.02 (s), 1.03 (s) 表明有 5 个甲基信号。 δ 4.08 (1H, m, H23) 和 δ 3.63 (1H, brs, H26) 表明存在连氧羟基, 对应低场区有三个连氧碳信号 δ 67.72 (CH), 75.96 (C), 73.67 (CH), 这是海洋中常见的多羟基甾醇骨架 23B, 5A, 6B-取代甾醇的特征信号^[8]。低场区可见 δ 5.36 (1H, s) 结合 δ 117.56 和 δ 143.99 表明存在 7(8)位双键。另外 δ 4.66, δ 4.72 (2H, brs) 结合 δ 157.2, δ 106.0 表明存在环外双键。与文献^[9]对照推断结构为麦角甾 27, 24(28)-二烯 23B, 5A, 6B-三醇为已知化合物。

2.1.2 化合物 2 白色粉末状固体(氯仿), ESI-MS m/z 431 $[M+H]^+$, 推测其分子量为 430, 结合 1H NMR, ^{13}C NMR 和 DEPT 谱推测分子式 $C_{28}H_{46}O_3$ 。 1H NMR 和 ^{13}C NMR 谱数据与化合物 1 相比为同类型化合物, 7(8)位双键信号仍在, 少了 24, 28 位双键质子信号。 δ 5.19 (1H, m) 和 δ 5.104 (1H, m) 为 22, 23 双键氢信号, 对应 ^{13}C NMR 谱中双键碳的化学位移值为 δ 136.00 和 δ 132.142。与文献^[10]比较确定化合物 2 为 (24R)-麦角甾 27, 22-二烯 23B, 5A, 6B-三醇。

2.1.3 化合物 3 白色针状晶体(氯仿), ESI-MS m/z 433 $[M+H]^+$, 推测其分子量为 432 结合 1H NMR, ^{13}C NMR 和 DEPT 谱推测分子式 $C_{28}H_{48}O_3$ 。 δ 4.10 (1H, m) 和 δ 3.54 (1H, brs) 提示这仍是 3B, 5A, 6B-多羟基甾醇类化合物。从 1H NMR 谱中可以看出与化合物 1 相比, 只是少了 7, 8 位上的

双键氢信号,与已知文献^[11]对照进一步确定了该结构为麦角甾 24(28)烯 23B 5A 6B三醇。

2.1.4 化合物 4 白色粉末状固体(氯仿),ESI/MS 给出准分子离子峰 m/z 433 $[M+H]^+$, 455 $[M+Na]^+$, 推测其分子量为 432。结合 1H NMR、 ^{13}C NMR 和 DEPT 谱推测其分子式为 $C_{28}H_{48}O_3$ 。 1H NMR 低场区 δ 4.10 (1H, m)和 δ 3.54 (1H, brs) 信号提示这仍是 3B 5A 6B多羟基甾醇类化合物。与化合物 1相比少了 24(28)位双键的信号,并确定双键的位置在 7(8)位。侧链 24位构型与文献^[10]对照确定为 S构型,结构为已知化合物 24 (S) 242 甲基麦角甾 27烯 23B 5A 6B三醇。

2.1.5 化合物 5 白色粉末状固体(氯仿),ESI/MS 给出准分子离子峰 m/z 445 $[M+H]^+$, 467 $[M+Na]^+$, 推测其分子量为 444。结合 1H NMR、 ^{13}C NMR 和 DEPT 谱推算其分子式为 $C_{29}H_{48}O_3$ 。NMR 低场区显示 3B 5A 6B三取代甾醇骨架的特征信号。与化合物 1比较,同样具有 7(8)位双键。高场区 δ 0.13 (2H, m)和 δ 0.31 (1H, m)两个质子信号显示可能存在柳珊瑚甾醇侧链,经与文献^[11]对照为已知化合物,23去甲基麦角甾 27烯 23B 5A 6B2 三醇。

2.1.6 化合物 6 无色油状固体(氯仿)。 1H NMR 中 δ 1.00 (3H, d, $J=6.8$ Hz, H226), 1.01 (3H, d, $J=6.8$ Hz, H227), 0.91 (3H, d, $J=6.5$ Hz, H221), 0.86 (3H, s, H219), 0.78 (3H, s, H218)表明该化合物为胆甾类型,低场区明显的两个质子信号 δ 6.49 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H26)和 δ 6.20 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H27)提示该化合物可能是过氧化麦角甾醇类化合物。结合 ^{13}C NMR 波谱数据与文献^[12]对照,确定该化合物为过氧化麦角甾醇。

2.1.7 化合物 7 无色针晶(氯仿),EI/MS测得相对分子量为 386。结合 1H NMR、 ^{13}C NMR 谱数据推测其分子式 $C_{27}H_{46}O$ 。 1H NMR 中 5个甲基信号,其中 δ 0.69 (3H, s), 1.01 (3H, s)分别为 18, 19角甲基信号。 δ 0.93 (3H, d, $J=6.5$ Hz), 0.87 (3H, d, $J=6.6$ Hz), δ 0.88 (3H, d, $J=6.6$ Hz)分别为 21, 26, 27位甲基信号。 δ 3.50 (1H, m)提示 3H 为 A型, δ 5.35 (1H, t)及 ^{13}C NMR 谱中 δ 140.80 和 δ 121.72表明双键位于 5, 6位。以上数据与文献^[13]胆甾醇碳、氢波谱数据基本一致,推断化合物为胆甾醇。

2.2 化合物的波谱数据

2.2.1 化合物 1 1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 5.36 (1H, bd, $J=4.9$ Hz, H27), 4.72 (1H, brs, H28), 4.66 (1H, brs, H228), 4.08 (1H, m, H2

3), 3.63 (1H, brs, H26), 2.23 (1H, $J=6.9$ Hz, H225), 2.14 (1H, dd, $J=12.8, 12.8$ Hz, 4Hax), 1.78 (1H, dd, $J=12.8, 4.9$ Hz, 4Heq), 1.09 (3H, s, H219), 1.03 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H226 or H227), 1.02 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H227 or H226), 0.96 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H221), 0.59 (3H, s, H218); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ 31.05 (C21), 32.95 (C22), 67.72 (C23), 39.45 (C24), 75.96 (C25), 73.67 (C26), 117.56 (C27), 143.99 (C28), 43.46 (C29), 37.12 (C210), 22.07 (C211), 39.33 (C22), 43.89 (C213), 54.67 (C214), 22.90 (C215), 27.73 (C216), 56.06 (C217), 12.07 (C218), 18.83 (C219), 36.10 (C220), 18.85 (C221), 34.55 (C222), 30.85 (C223), 156.58 (C224), 33.81 (C225), 21.98 (C226), 22.04 (C227), 106.02 (C228)。

2.2.2 化合物 2 1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 5.35 (1H, bd, $J=4.9$ Hz, H27), 5.20 (1H, dd, $J=4.8, 6.9$ Hz, H223), 5.15 (1H, dd, $J=14.8, 7.19$ Hz, H222), 4.08 (1H, m, H23), 3.63 (1H, brs, H26), 2.14 (1H, dd, $J=12.8, 12.8$ Hz, 4Hax), 1.78 (1H, dd, $J=12.8, 4.9$ Hz, 4Heq), 1.08 (3H, s, H219), 1.02 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H221), 0.91 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H228), 0.84 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H226 or H227), 0.82 (3H, d, $J=6.9$ Hz, H227 or H226), 0.59 (3H, s, H218); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ 32.60 (C21), 33.01 (C22), 67.50 (C23), 42.00 (C24), 76.17 (C25), 74.31 (C26), 120.51 (C27), 141.6 (C28), 43.82 (C29), 38.13 (C210), 22.45 (C211), 39.57 (C212), 43.84 (C213), 54.99 (C214), 23.19 (C215), 281.48 (C216), 56.22 (C217), 12.36 (C218), 191.75 (C219), 40.77 (C220), 20.26 (C221), 132.142 (C222), 136.00 (C223), 43.34 (C224), 33.147 (C225), 19.75 (C226), 20.26 (C227), 171.56 (C228)。

2.2.3 化合物 3 1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 4.71, 4.65 (2H, brs, H28), 4.10 (1H, m, H23), 3.54 (1H, brs, H26), 1.18 (3H, s, H219), 1.03 (3H, d, $J=4.0$ Hz, H226), 1.01 (3H, d, $J=4.0$ Hz, H227), 0.94 (3H, d, $J=6.5$ Hz, H221), 0.68 (3H, s, H218); ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ 31.16 (C21), 32.4 (C22), 67.4 (C23), 40.8 (C24), 76.8 (C25), 76.8 (C26), 34.7 (C27), 29.6 (C28), 45.9 (C29), 38.3 (C210), 21.2 (C211), 39.9 (C212), 42.8 (C213), 56.1 (C214), 24.2

(C215), 28.2 (C216), 56.1 (C217), 12.2 (C218), 16.9 (C219), 35.8 (C220), 18.7 (C221), 34.6 (C222), 30.9 (C223), 157.2 (C224), 33.8 (C225), 21.9 (C226), 22.0 (C227), 106.0 (C228)。

2.2.4 化合物 4 $^1\text{H NMR}$ (400 MHz CDCl_3) δ 5.36 (1H, brs, H27), 4.08 (1H, m, H23), 3.64 (1H, brs, H26), 1.09 (3H, s, H219), 0.94 (3H, d, $J = 6.3 \text{ Hz}$, H221), 0.86 (3H, d, $J = 6.8 \text{ Hz}$, H227), 0.787 (3H, d, $J = 6.8 \text{ Hz}$, H226), 0.1783 (3H, d, $J = 6.7 \text{ Hz}$, H228), 0.59 (3H, s, H218); $^{13}\text{C NMR}$ (100 MHz CDCl_3) δ 33.62 (C21), 301.72 (C22), 67.76 (C23), 39.49 (C24), 76.03 (C25), 73.72 (C26), 117.56 (C27), 145.56 (C28), 43.52 (C29), 37.16 (C210), 22.08 (C211), 39.35 (C212), 43.89 (C213), 54.71 (C214), 221.94 (C215), 27.74 (C216), 56.11 (C217), 121.09 (C218), 18.86 (C219), 36.57 (C220), 191.01 (C221), 32.99 (C222), 30.89 (C223), 391.09 (C224), 31.50 (C225), 17.62 (C226), 201.52 (C227), 15.47 (C228)。

2.2.5 化合物 5 $^1\text{H NMR}$ (400 MHz CDCl_3) δ 5.37 (1H, m, H27), 4.08 (1H, m, H23), 3.63 (1H, brs, H26), 1.08 (3H, s, H219), 0.934, 0.9192, 0.892, 0.862 (each 3H, d, $J = 7.0 \text{ Hz}$, H221, H226, H227, H228), 0.55 (2H, m, H223, 24), 0.155 (3H, s, H218), 0.31 (1H, m, H222), 0.13 (2H, m, H229); $^{13}\text{C NMR}$ (100 MHz CDCl_3) δ 33.80 (C21), 32.6 (C22), 67.60 (C23), 41.9 (C24), 76.1 (C25), 74.31 (C26), 120.4 (C27), 141.6 (C28), 43.82 (C29), 38.0 (C210), 22.4 (C211), 39.9 (C212), 44.2 (C213), 54.9 (C214), 23.8 (C215), 28.5 (C216), 57.8 (C217), 12.2 (C218), 18.8 (C219), 40.7 (C220), 19.7 (C221), 25.6 (C222), 24.4 (C223), 45.1 (C224), 33.1 (C225), 18.8 (C226), 20.9 (C227), 17.8 (C228), 10.7 (C229)。

2.2.6 化合物 6 $^1\text{H NMR}$ (400 MHz CDCl_3) δ 6.49 (1H, d, $J = 8.5$, H26), 6.20 (1H, d, $J = 8.15$, H27), 4.70 (1H, brs, H228), 4.63 (1H, brs, H228), 3.95 (1H, m, H23), 1.00 (3H, d, $J = 6.8 \text{ Hz}$, H226), 1.01 (3H, d, $J = 6.8 \text{ Hz}$, H227), 0.91 (3H, d, $J = 6.5 \text{ Hz}$, H221), 0.86 (3H, s, H219), 0.78 (3H, s, H218); $^{13}\text{C NMR}$ (100 MHz CDCl_3) δ 34.7 (C21), 30.1 (C22), 66.4 (C23), 37.0 (C24), 82.1 (C25), 135.4 (C26), 130.7 (C27),

79.4 (C28), 51.1 (C29), 36.9 (C210), 23.4 (C211), 39.4 (C212), 44.6 (C213), 51.6 (C214), 20.7 (C215), 28.2 (C216), 56.2 (C217), 12.6 (C218), 18.2 (C219), 35.1 (C220), 18.5 (C221), 34.6 (C222), 31.3 (C223), 156.3 (C224), 33.4 (C225), 21.9 (C226), 21.8 (C227), 106.2 (C228)。

2.2.7 化合物 7 $^1\text{H NMR}$ (400 MHz CDCl_3) δ 5.35 (1H, m, H26), 3.50 (1H, m, H23), 1.101 (3H, s, H219), 0.193 (3H, d, $J = 6.5 \text{ Hz}$, H221), 0.188 (3H, d, $J = 6.6 \text{ Hz}$, H226), 0.187 (3H, d, $J = 6.6 \text{ Hz}$, H227), 0.69 (3H, s, H218); $^{13}\text{C NMR}$ (100 MHz CDCl_3) δ 37.28 (C21), 31.71 (C22), 71.83 (C23), 42.35 (C24), 140.108 (C25), 121.72 (C26), 31.71 (C27), 311.95 (C28), 501.19 (C29), 361.54 (C210), 211.12 (C211), 391.83 (C212), 421.36 (C213), 561.81 (C214), 241.32 (C215), 281.28 (C216), 561.21 (C217), 111.88 (C218), 191.41 (C219), 351.81 (C220), 181.74 (C221), 361.22 (C222), 231.86 (C223), 391.55 (C224), 281.25 (C225), 221.56 (C226), 221.82 (C227)。

2.3 生物活性试验 为了系统研究南海珊瑚化学竞争防御生态作用物质基础, 我们已经建立实验室系统筛选实验模型: 首先配制药液, 将化合物 1~7 及对照品分别用丙酮配制成浓度为 1 mg/ml 的溶液, 单次测试量 50 μL , 将各菌类及微藻分别用 7 ml 灭菌水配制成菌液后分别取 4 ml 分别均匀喷洒于各自培养基表面, 再在每个皿内分别放置直径约 1 cm 灭菌滤纸两块, 后分别取药液 50 μL 滴于滤纸上, 进行培养。按时观察结果, 测量抑菌圈的大小 (直径), 平行试验 3 次, 对上述化合物的生态活性进行测定, 结果见表 1。

3 讨论

软珊瑚是近年来海洋天然产物的研究热点, 研究侧重点在于软珊瑚体内的防御物质基础。软珊瑚属于海洋低等无脊椎动物, 虽然这些动物自身缺乏有效的物理防御手段, 却能在竞争激烈的海洋环境中生存与繁衍, 主要是依靠其次生代谢产物的化学防御作用即竞争防御物质基础。这些次级代谢产物聚积在体内或释放到环境中, 作用主要体现在抵御捕食者、抗病原微生物、共生与防附着等方面。对珊瑚化学防御物质的研究有助于探讨珊瑚与其环境中其它生物的化学生态关系, 它属于海洋化学生态学研究。

表 1 短指软珊瑚化合物 1~7 抗真菌、细菌和藻类活性试验结果

	花药黑粉菌	灰霉菌	小麦叶枯病菌	大肠杆菌	巨大芽孢杆菌	小球藻
化合物 1	7.5	5	6	7.5	10	5
化合物 2	8.5	5	7.5	5	6	10
化合物 3	8	5	6.5	5	10	12
化合物 4	5	5	8	5	9	5
化合物 5	8	12	10	10	5	5
化合物 7	8	5	7.5	5	10	5
青霉素	0	0	0	20	28	0
链霉素	0	0	0	25	30	0
丙酮	0	0	0	0	12	0

注: 0.05 Lg样品及对照品分别溶于丙酮后滴到各测试微生物皿内纸片上, 测量抑菌圈大小(单位 mm)

本课题通过对短指软珊瑚 *Sinularia* sp 进行海洋化学生态学方面的研究: 首先进行分离纯化, 得到一系列甾醇类化合物, 这些化合物是短指软珊瑚属中常见的次生代谢产物; 然后对得到的甾醇类化合物进行竞争防御生态作用实验模型活性筛选。结果显示这些甾醇类化合物对不同菌种具有不同强度的抑制活性, 通过实验结果推测这类化合物很可能是短指软珊瑚化学竞争防御生态物质基础的一部分, 在珊瑚体内发挥化学防御物质基础的作用, 对进一步研究竞争防御生态物质基础有重要意义。同时这类化合物显示了良好的生物活性, 对新药开发奠定了实验基础。

近年来我国软珊瑚化学和药理学方面的研究取得了一定成就, 发现了一些结构新颖且有强烈生理活性的化合物, 这些新化合物对于药学及有机化学的研究发展都具有重要意义。但是起步较晚, 力量还比较薄弱, 较国外水平相比有一定差距; 由于样本采集困难等因素的制约, 已被利用的珊瑚无论从数量还是种类来看都只是一小部分。可以预见更为广泛深入的研究海洋化学生态学潜力巨大, 前景广阔。

<参考文献>

[1] 张文, 郭跃伟, Ernesto M, 等. 中国南海豆荚软珊瑚 (*Lobosiphnum* sp) 中倍半萜化学成的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17 (6): 740.
 [2] 黄国宗. 中国海洋生物种类与分布 [M]. 第 2 版. 北京: 海洋出版社, 2008: 3001
 [3] 严小红, 郭跃伟. 软珊瑚化学成分和生物活性的研究进展 [J]. 中国天然药物, 2005, 3 (2): 65.

[4] 林翠梧, 苏镜娉. *Sinularia* 属短指软珊瑚化学成分及生理活性的研究概况 [J]. 热带海洋学报, 2001, 4 (20): 87.
 [5] Zhang W, Guo YW, Gu YC. Secondary metabolites from the South China Sea Invertebrates Chemistry and Biological Activity [J]. Current Medicinal Chemistry 2006; 13: 2041.
 [6] 王长云, 刘海燕, 邵长伦. 等. 软珊瑚 (*Sinularia flexibilis*) 和柳珊瑚 (*Plexaura homomalla*) 化学防御物质研究进展 [J]. 生态学报, 2008, 5 (28), 2320.
 [7] 艾小红, 陈亿新, 漆淑华. 中国珊瑚化学成分与生物活性研究新进展 [J]. 广州大学学报, 2006, 1 (5): 49.
 [8] Lin HW, Wang ZL, Wu H, et al. Steroids and M, Cytotoxic isomakaric-type triterpenes and sterols from the marine sponge *Stelletta tenuis* [J]. J Nat Prod, 2007, 70 (7): 1114
 [9] Vincenzo P, Donato S. Four new trihydroxylated sterols from the sponge *Spongionella gracilis* [J]. J Nat Prod, 1987, 50 (5): 915.
 [10] Anna M, Vincenzo P, Donato S. New polyhydroxysteroids from the didymoceratid sponges *Hippospongia communis*, *Spongionella gracilis*, *Spongionella variabilis* and *Spongionella gracilis* [J]. J Nat Prod, 1989, 52 (5): 952
 [11] Kobayashi M, Krishna MM, Harbabu B, et al. Marine Sterol XXV. Isolation of 23-Dimethylgorgos-27,28-diene-23B, 5A, 6B-triol and (24S)-2Ergostane-23B, 5A, 6B, 7B, 15B-pentol from soft corals of the Andaman and Nicobar Coasts [J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 1993, 41 (1): 87.
 [12] Efstathiou J, Aymon E, Abdelrazek S, et al. 5A, 8A-Epidoxysteroids from the gorgonian *Eunicella cavolini* and the ascidian *Trididemnum inamatum*: Isolation and evaluation of their antiproliferative activity [J]. Steroids, 2009, 74: 73.
 [13] 邵志宇, 郭跃伟, 于嘉陵, 等. 南海海绵 *Dysidea* sp. 的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16 (1): 19.

[收稿日期] 2010206221

[修回日期] 2010207216

欢迎登录 5 药学实践杂志 6 远程投稿、审稿系统

www.yxsjzz.cn