

近海潮间带植物及其生境中微生物的特性及药用前景

杨隽娴^{1,2} 田 黎^{1,2*} 张久明^{1,2} 郑 立² 崔志松²

(1. 青岛科技大学生物系 青岛 266042)

(2. 国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

摘 要: 近海潮间带植物生境的微生物是最富有生物多样性的海洋种群, 其生境的独特性决定了该区域微生物较高的药用价值。本文介绍了我国南北方海域近海潮间带植物生境和微生物的特性及药用前景, 为该区域微生物的开发利用提供参考。

关键词: 潮间带植物生境, 微生物, 药用前景

Characteristics and Prospect in Medicine of Microorganism in Plant Habitats of Intertidal Zone

YANG Juan-Xian^{1,2} TIAN Li^{1,2*} ZHANG Jiu-Ming^{1,2} ZHENG Li² CUI Zhi-Song²

(1. Biology Department, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266042)

(2. First Institute of Oceanography State Oceanic Administration, Qingdao 266061)

Abstract: Microorganisms in plant habitats of intertidal zone are oceanic populations that enriched in biodiversity and medicinal value. Characteristics and prospect of the microorganisms and their special habitats were introduced in this review, which provide reference for the development and utilization of microorganisms in these regions.

Keywords: Plant habitats of intertidal zone, Microorganism, Prospect in medicine

海洋微生物的药用价值已得到国内外有关领域的证实, 国内对海洋微生物药用研究也做了大量工作, 为了加快研究进程, 药用海洋微生物资源的选择不容忽视, 资源选择合适, 发现新药用化合物的频率就会提高。海洋微生物产生药用活性物质一般是以菌株为单位的, 即同种的微生物菌株在不同的生境下为适应环境, 代谢的途径不同, 产生的药用物质也不同。目前, 海洋微生物分布的生境主要分

为近海、深海和极地, 其中近海生境中微生物无论从种类还是数量上都远远超过后两种生境, 而潮间带是近海区域的重要组成部分。

我国是海洋大国, 海岸线总长度 3.2×10^4 km, 其中大陆海岸线 1.8×10^4 km, 岛屿海岸线 1.4×10^4 km, 总面积达 3.4×10^7 公顷, 占国土面积的 1/29。潮间带水陆临界区域生长着大量的盐生植物, 海浪的涨潮落和植被覆盖构成这一区域的特殊生境, 由于

基金项目: 国家“863计划”(No. 2007AA09Z435, 2007AA091507); 国家自然科学基金(No. 40776098, 20602009); 国家海洋局公益项目(No. 200705011)资助

* 通讯作者: Tel: 0532-88967423; Fax: 0532-88958256; ✉ wshw8@yahoo.com. © 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>
收稿日期: 2007-11-06; 接受日期: 2008-01-08

南北方气候差异较大, 潮间带植物的种类也差异显著。地处热带及亚热带的南方潮间带, 以多年生乔、灌木如红树植物为主, 而地处温带、亚寒带的北方潮间带, 则以灌木及一年生草本植物如碱蓬、滨藜、怪柳等为主。不少盐生植物本身就有很好的药用价值, 但因其防风、固堤、净化及美化环境的重要生态功能, 资源受到国家保护, 因同一生境微生物产生的化合物与宿主的化合物存在一定的相似性, 因此微生物作为取代生物资源已成为人们关注的热点。

1 红树植物生境特点

分布于热带、亚热带海岸潮带间的木本植物群落红树植物, 是一类非常出名的海滩特有的植物类型, 通常生长在港湾河口地区的淤泥质湿地上, 具有水陆两栖的特性。红树林覆盖了世界的热带亚热带 60%~75% 的海岸线, 据报道共有 20 科 27 属 70 个种, 我国拥有 12 科 16 属 27 种及 1 个变种, 主要分布在海南、广东、广西、台湾、福建及香港和澳门沿海^[1,2]。

红树林具有很高的经济价值: 可食用、药用和做为饲料、化工原料、香料等。很多红树植物在民间作为药用, 如杨叶肖槿, 其树皮可用来治痢疾、痔疮及各种皮肤疾病, 叶子可用来消炎消肿; 玉蕊根可退热, 果可止咳, 叶子可用于治疗胃痛和风湿, 树皮用于治疗结核病; 海莲的树叶水煮熬汁口服, 可用来治疗疟疾; 老鼠簕的根捣碎水煮可用于治疗乙型肝炎; 白骨壤的叶捣烂外敷, 可治脓肿, 其树皮胶可作为避孕药品外用等。

世界各国对多种红树植物的活性物质及其药理活性进行了研究。已报道的达 18 科 34 个种^[3], 从中分离得到的化合物类型主要有: 萜类、生物碱类、柠檬苦素类、多糖类、黄酮类、醌类、甾醇、鞣质等。其药理作用主要包括: 抗肿瘤、抗病毒、抗菌、消炎及抗氧化等。Neelakantan S 等研究发现杨叶肖槿的主要化学成分为 mansonones 类化合物、黄酮和三萜。其中 mansonones 类化合物是杨叶肖槿特有的一类天然产物, 药理实验表明其具有抗肿瘤抗菌活性^[4,5]。从水黄皮中分离到的化学成分主要有黄酮类、三萜、生物碱及氨基酸等, 其中黄酮类化合物占绝大多数, 且多数黄酮的母核含有呋喃环或者吡

喃环。现代药理研究表明水黄皮具有抗菌、抗炎、镇痛、抗病毒、抗溃疡和抗肿瘤等生物活性。长链脂肪酸、类萜、甾醇、黄酮、二硫化物及鞣质是木榄的主要化学活性成分, 其药理活性检测结果显示了良好的抗炎、抗真菌和抑制肿瘤生长等作用。

红树植物一般都富含单宁, 不仅具有较好的药用价值, 还具有抗虫的作用。Simonsen HT^[6]等发现水黄皮树皮、叶的 99% 乙醇提取物显示出抗疟原虫活性, IC_{50} 分别为 25 $\mu\text{g/mL}$ 和 24 $\mu\text{g/mL}$ 。而木果楝叶子水提物具有很强的抗丝虫活性^[7]。老鼠簕叶子的甲醇提取物具有杀利什曼原虫的活性, 其活性化合物为 2-苯并噁唑啉酮类化合物^[8]。Kabaru JM^[9] 等报道红茄苳不同部位 70% 乙醇提取物具有不同的杀虫活性: 树枝和木髓部分对伊蚊幼虫、海虾幼虫和沙漠蝗虫成虫具有较强的毒性, 而树干部分的毒性较小。此外, 从木榄中提取的木榄醇和异木榄醇显示出良好的杀虫活性。

2 碱蓬、滨藜及怪柳生境特点

与南方沿海的红树植物相比, 北方潮间带植物碱蓬、滨藜及怪柳等的研究相对较少。

碱蓬和滨藜同属藜科, 一年生草本盐生植物, 我国共有碱蓬属植物 20 个种和 1 个变种, 潮间带优势种为碱蓬、盐生碱蓬, 滨藜属植物 19 个种及 2 个变种, 优势种为中亚滨藜、海滨藜。怪柳是一种耐盐性极强灌木或小乔木, 我国有 21 个种及 1 个变种, 优势种为怪柳、盐地怪柳^[10,11]。碱蓬、滨藜及怪柳广泛分布在我国北方沿海潮间带盐碱沼泽地及滩涂上, 可吸收土壤中的盐分积累在体内, 并随体内运输由枝叶排出体外, 实现盐分的转移, 以降低土壤的盐分含量, 对滨海盐渍土具有显著的改良作用。还可作为食物、饲料来源及工业原料等, 具有较高的经济价值, 也可用于医药保健及农用杀虫。民间将滨藜果实入药, 药名“软蒺藜”, 具有祛风、明目、疏汗、解郁等功效, 可治目赤多泪、头晕目眩、湿疹等。怪柳可解毒、祛风、利尿, 治中风、感冒发烧、荨麻疹、风湿性腰腿疼及扭伤等。

由于碱蓬籽油中亚油酸含量高, 可用以制备经济价值较高的共轭亚油酸, 具有防止血栓形成、抗肿瘤、抗动脉粥样硬化、抗氧化、降低体内脂肪等作用^[12]。另外, 碱蓬幼苗和种子的两种提取物的甲

酯化产物对急性炎症有明显的抑制作用。从桉柳嫩枝叶中分离得到的成分主要有：黄酮类、苯丙素类、三萜和甾体类、生物碱、氨基酸及蛋白质、脂肪族化合物等。其药理作用包括：保肝、抗氧化、抗菌、抗炎、抗糖尿病、抗衰老及解热镇痛作用。药理作用中抗炎、抗菌作用可视为治疗麻疹和制备胶原酶抑制剂及化妆品的药理基础。此外桉柳对乙型肝炎有一定的治疗作用，对其有效成分和药理作用的进一步研究，有可能寻找出治疗肝炎的新药^[13]。桉柳中还含有具有抗虫作用的活性成分，Kloeke James A^[14]等研究发现，从桉柳的甲醇提取物中分离得到的鞣花酸有抗虫作用，它可抑制烟芽夜蛾的生长，从而可做昆虫生长抑制剂，以达到杀灭害虫的目的。

近海潮间带植物虽然具有很高的药用价值，但其野生生境非常脆弱，一旦受到破坏很难恢复。大面积的人工栽培较难实施，植物中的药用活性物质作为新医药和农药开发，就会受到资源的限制。很多研究证明，同一生境微生物产生的化合物与宿主的化合物存在一定的相似性，相当部分动植物产生的物质已被证明可由其共附生的微生物所产生，因此近海潮间带植物生境微生物将成为最好的药用植物替代资源。

3 近海潮间带植物生境微生物的特性与药用前景

3.1 潮间带植物生境微生物的特性

在海洋环境中，潮间带是一较为特殊的环境，微生物和潮间带植物形成生态系统营养物质的维持和循环的密切关系，微生物不断将凋亡的潮间带生物转化为植物可以利用的碳、磷等营养物质，同时，潮间带植物茎、叶、根的渗出物又为微生物的生长提供养分，使得其周围的微生物多样性更加丰富。目前，世界各国已分离鉴定的红树林真菌超过百种，成为海洋真菌最大的类群。本课题组从碱蓬、滨藜等北方潮间带植物中分离获得不少其它海域没有的放线菌和真菌。我们的前期研究证明，该区域微生物的种类和数量是近海其它区域的 10~20 倍，是深海和极地环境的 100~200 倍。

3.2 潮间带植物生境微生物的医药用前景

微生物种类的多样性必然导致其产生的代谢产

物的多样性，代谢产物的多样性又加速了发现新型药用生物活性物质的机率。因此，这一区域的微生物成为天然产物研究工作者关注的热点。国内外对红树林微生物药用代谢产物的研究较多，且多集中在红树植物内生菌，如从红树植物秋茄的内生真菌 *Diaporthe* sp. 中得到的次生代谢产物 mycoepoxydiene, 7-methoxy-4,6-dimethyl-3H-isobenzofuran-1-one 对多种肿瘤细胞均具有细胞毒性^[15]。从桐花树树皮分离得到的真菌 *Dothiorella* sp. 产生的 Cyto-sporone B, 在抗肿瘤方面显示了较强的活性，以 KB 细胞和 Raji 细胞株进行抗肿瘤活性测试，IC₅₀ 分别为 4 μg/mL 和 0.0625 μg/mL^[16]。从白骨壤种子的内生菌 (No.2526) 中分离得到的 Sterigmatocystin, 可抑制肿瘤细胞 Bel₇₄₀₂ 和 NCIH-460^[17]。林永成等^[18] 研究了一株香港红树林内生真菌的次级代谢产物，得到 4 个有生物活性的生物胺，可抗肿瘤、降压、调整心率失常，在体外具有清除自由基、对抗脂质过氧化反应及减轻氧化损伤的作用。林爱玉等^[19] 从红树植物玉蕊、黄槿、海芒果及杨叶肖槿中分离得到的 52 株内生真菌中有 18 株真菌对至少 1 种试验菌株有抗菌活性，占总分离菌株的 34.6%。郑忠辉^[20] 等从红树植物秋茄、桐花树和白骨壤树皮样品中分离出 125 株内生菌中有 11 株对 KB 或 HL-60 细胞具有显著的抑制活性，占总分离菌株的 8.8%，抗肿瘤活性菌主要分布在拟青霉属和曲霉属。赵云涛等^[21] 从秋茄、白骨壤、桐花树、红海榄、海漆等 5 种红树植物中分离得到的内生菌中筛选到具有清除羟自由基能力的菌株有 9 株，具有清除超氧阴离子自由基能力的有 10 株，能够同时对羟自由基和超氧阴离子自由基都具有清除能力的有 5 株。查询资料显示，对于北方潮间带植物根茎叶附生和周边这一庞大微生物菌群，人们关注的较少，从目前本课题组获得的菌株多样性的结果预测，从这一区域获得新药利用化合物的机率会更高^[22,23]。

3.3 近海潮间带植物生境微生物的农药用前景

随着药用潮间带植物研究的深入，其抑菌和杀虫作用也扩展用在农药的开发研究上，同理，有药用价值植物生境的微生物也是生物农药研究关注的热点。在国内，利用海洋微生物资源研制农药的工作虽然较研制医药的工作滞后，但却发展迅速，由于农药可以直接在植物活体上试验，研究周期较医

药短,发展的潜力会更大。与其它生境的海洋微生物相比,生活在潮间带湿地植物生境的微生物更适合农用。微生物农药分为两大类,一类是直接利用有活性的微生物抑菌、杀虫即活菌制剂,另一类是利用代谢产物抑菌、杀虫即抗生素。潮间带植物生境的微生物更容易在栽培植物上定殖,可同时具备开发农药活菌制剂和农药先导化合物的潜力。由于这一生境的微生物具有较强的耐盐特性,作为活菌利用,在诱导植物抗病能力的同时,还可诱导植物的抗盐碱能力。林永成等研究发现一株红树林内生真菌(No.CCTCC M202035)培养物的乙酸乙酯提取部分具有抗棉铃虫和鱼类寄生虫中华鲈的活性,可用于制备抗棉铃虫和抗中华鲈的农药。从真菌 *Aigialus parvus* BCC 5311 中分离得到的化合物 hypothemycin 和 aigialomycin D 体外测试表现了抗疟的活性, IC_{50} 值分别为 $2.2 \mu\text{g/mL}$ 和 $6.6 \mu\text{g/mL}$ ^[24]。本课题组与沈阳药科大学联合从碱蓬、滨藜的内生、附生放线菌和真菌发酵物中获得多个结构新颖、具有抗菌和杀虫活性的吡喃酮类、蒽醌类、色原酮类、倍半萜和环四肽类化合物及可诱导植物产生抗盐碱能力的菌株,并已申报多项国家发明专利,证明该区域的微生物有望成为研制具有自主知识产权农药的新资源^[25-27]。

4 结语

综上所述,近海潮间带微生物是最富有生物多样性的海洋种群,其已逐渐成为一个巨大的、潜在的未来新药资源的宝库。目前对该区域微生物的药用开发研究主要集中在南方海域的红树林内生真菌,对北方海域近海潮间带植物生境的微生物及南北方海域的细菌、放线菌研究还比较少或尚未涉及,并且目前在常规的条件下我们能够培养的海洋微生物也只占很少比例。提高该区域微生物的分离和培养比例,挖掘和利用该区域微生物药用价值,将对加快发展我国具有自主知识产权的医药和农药,保护潮间带植被和生态环境,起到积极的推动作用。

参 考 文 献

[1] Gina Holguin, Patricia Vazquez, Yoav Bashan. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview.

Biology and Fertility of Soils, 2001, **33**: 265-278.

- [2] 林 鹏. 中国红树林研究进展. 厦门大学学报(自然科学版), 2001, **40**(2): 592-603.
- [3] 王友绍, 何 磊. 药用红树植物的化学成分及其药理研究进展. 中国海洋药物, 2004, **98**(2): 26-31.
- [4] Neelakantan S, Rajagopalan V, Raman PV. Thespesone and thespone, two new mansonones of heartwood of *Thespesia populnea*. *Indian J Chem Sect B Org Chem Med Chem*, 1983, **22B**(1): 95-96.
- [5] Johnson J, Gandhidasan R, Murugesan R. Cytotoxicity and superoxide anion generation by some naturally occurring quinones. *Free Radic Biol Med*, 1999, **26**(9-10): 1072-1078.
- [6] Simonsen HT, Nordskjold JB, Smitt UW, et al. In vitro screening of Indian medicinal plants for antiplasmodial activity. *Ethnopharmacol*, 2001, **74**: 195-204.
- [7] Zaridah M, Idid S, Omar AW, et al. In vitro antifilarial effects of three plant species against adult worms of subperioidic. *Brugia malayi J Ethnopharmacol*, 2001, **78**: 79-84.
- [8] Kapil A, Sharma S, Wahidulla S, et al. Activity of 2-Benzoxazolinone from *Acanthus illicifolius* in vitro. *Planta Med*, 1994, **60**: 187-188.
- [9] Kabaru JM, Gichia L. Insecticidal activity of extracts derived from different parts of the mangrove tree *Rhizophora mucronata* against three arthropods. *Afr J Sci Technol*, 2002, **2**(2): 44-49.
- [10] 孙宇梅, 赵 进, 周 威, 等. 我国盐生植物碱蓬开发的现状与前景. 北京工商大学学报(自然科学版), 2005, **23**(1): 1-4.
- [11] 张道远, 潘伯荣. 柽柳科柽柳属的植物地理研究. 云南植物研究, 2003, **25**(4): 415-427.
- [12] 于海芹, 张天柱, 魏春雁, 等. 3 种碱蓬属植物种子含油量及其脂肪酸的研究. 西北植物学报, 2005, **25**(10): 2077-2082.
- [13] 牟 欣, 许 志. 柽柳研究现状及进展. 国医论坛, 2002, **17**(1): 53-54.
- [14] Kloeke James A, Van Wagenen Brad, Balandrin Manuel F, et al. Biologically active constituents of North American plants. Part 2. The ellagitannin geraniin and its hydrolysis products isolated as insect growth inhibitors from semi-arid land plants. *Phytochemistry*, 1986, **25**(1): 85-91.
- [15] Lin X, Huang Y, Fang M, et al. Cytotoxic and antimicrobial metabolites from marine lignicolous fungi. *Diaporthe* sp. *Microbiology Letters*, 2005, **251**: 53-58.
- [16] 徐庆妍, 黄耀坚, 郑忠辉, 等. Cytosporone B 的分离,

- 纯化, 结构鉴定及其生物活性初步研究. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, 44(3): 425-428.
- [17] 朱 峰, 林永成, 周世宁, 等. 红树林内生真菌 2526 和 1850 号中山酮类代谢产物的研究. 天然产物研究与开发, 2004, 16(5): 406-409.
- [18] 王 军, 余志刚, 姜广策, 等. 南中国海红树林海洋真菌 2492 号次级代谢产物研究. 中山大学学报(自然科学版), 2005, 44(2): 132-134.
- [19] 林爱玉, 邢晓科, 郭顺兴, 等. 4 种药用半红树植物内生真菌的分离及其抗菌活性研究. 中国药学杂志, 2006, 41(12): 892-894.
- [20] 郑忠辉, 缪 丽, 黄耀坚, 等. 红树林内生真菌的抗肿瘤活性. 厦门大学学报(自然科学版), 2003, 42(4): 513-516.
- [21] 赵云涛, 李倩茹, 陈绍红, 等. 红树林内生真菌的抗氧化作用. 湛江海洋大学学报, 2005, 25(6): 93-96.
- [22] Yong-Fu Huang, Li Tian, Yi sun, *et al.* Two new compounds from marine *Streptomyces* sp. FX-58. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2006, 8(6): 495-498.
- [23] Yi sun, Li Tian, Yong-Fu Huang, *et al.* A new cyclotetrapeptide from marine fungus *Trichoderma reesei*. *Pharmazie*, 2006, 61(9): 809-810.
- [24] Isaka M, Suyarnsestakorn C, Tanticharoen M. Aigialomycins A-E, new resorcylic macrolides from the marine mangrove fungus *Aigialus parvus*. *J Org Chem*, 2002, 67: 1561-1566.
- [25] HUANG Yongfu, TIAN Li, SUN Yi, *et al.* Two new compounds from marine *Streptomyces* sp. FX-58. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2006, 8(6): 495-498.
- [26] SUN Yi, TIAN Li, HUANG Yongfu, *et al.* A new cyclotetrapeptide from marine fungus *Trichoderma reesei*. *Pharmazie*, 2006, 61(9): 809-810.
- [27] 石 瑛, 田 黎, 王 婧, 等. 海洋放线菌 *Micromonospora* sp. 与细菌 *Oceanospirillum* sp. 发酵液中化学成分的研究. 中国海洋药物, 2006, 25(1): 6-10.

编辑部公告

关于《微生物学通报》2008 年度开始专题刊申请的通知

当前, 随着生物技术的飞速发展, 微生物学涵盖的领域越来越广, 交叉学科的研究也越来越受到关注。除了已有的微生物学、病毒学、基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程之外, 基因组学、代谢工程、纳米科学、生物炼制、生物质能等也逐步成为微生物学研究的热门领域。为了更加系统、集中地反映各个领域的研究成果, 以及该领域学科的热点难点问题, 充分发挥《微生物学通报》的学科引领和导向作用, 促进学科发展, 为某个领域的科研人员提供一个交流的平台, 《微生物学通报》编委会决定自 2008 年起, 每年出版一定数量的专题刊。专题刊将系统地反映微生物学相关领域或新学科生长点的最新进展, 及时介绍国内外微生物相关前沿领域的突破性成果, 以及面向国家和社会发展需要并具有重大应用前景的研究成果。真诚欢迎本领域各学科的学术带头人, 申请并组织专题刊。申请得到编委会批准后, 申请人将被邀请担任本专题刊的特邀编辑, 负责组织稿件、确定审稿专家, 并撰写专题刊序言。

根据专刊工作计划, 现将有关事项通知如下:

1. 专刊申请的有关规定附在通知的下面, 请申请者仔细阅读;
2. 提交形式: 请到我刊主页(<http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>)的“下载专区”下载专题刊申请表; 填写好之后, 以E-mail附件的形式发送到编辑部信箱: tongbao@im.ac.cn, 并请在邮件主题中注明: “专题刊申请”字样;
3. 申请者如有疑问, 请咨询编辑部, 联系方式: 邮件 tongbao@im.ac.cn 或电话 010-64807511

《微生物学通报》编辑部

2007 年 8 月 29 日