

极地微生物——新天然药物的潜在来源

曾胤新^{1,2}, 陈波², 邹扬^{1,3}, 郑天凌^{1,3*}

¹厦门大学生命科学学院, 应用与环境微生物研究所, 厦门 361005)

²中国极地研究中心, 国家海洋局极地科学重点实验室, 上海 200136)

³厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室, 厦门 361005)

摘要: 微生物是极地生态系统的重要组成部分。由于极地独特的地理、气候及环境特点, 极地微生物所具有的新颖性与多样性, 在科学研究、应用开发等方面都具有重要价值, 并逐渐受到人们的广泛关注。有关极地微生物的资源勘探与代谢活性产物研究, 已成为国际微生物学研究的热点之一。结合笔者的工作实践, 对近年来极地微生物资源的勘探与收集情况进行了介绍, 并着重对以医药与生物农药等为目的的极地微生物产活性化合物的研究现状进行了概述, 同时还对目前一些影响研究工作开展的限制因素进行了讨论。可以预见, 针对极地微生物资源的研究开发工作, 将会给新型天然药物的筛选与发现带来新的机遇与突破。

关键词: 南极; 北极; 微生物; 天然药物

中图分类号: Q936 文献标识码: A 文章编号: 0001-6209 (2008) 05-0695-06

微生物具有极强的环境适应能力, 在其它生物无法生存的强酸、强碱、高盐、强辐射、高压、高温、低温、寡营养等极端环境中, 都能够发现微生物存在的踪迹。如美国加州技术研究所的 Ken Neelson 所言, 在地球的任何一个能够产生能量的生境中都有微生物的存在^[1]。

1 极地微生物及其资源勘探

南、北两极存在着丰富、多样且绝大部分还是未知的微生物资源。微生物在极地自然生态环境中的物质循环与能量流动、生物地球化学过程中担负着重要作用, 同时蕴藏着生命起源、生物进化甚至外太空生命探索等方面的宝贵信息, 而且还是生物遗传、物种及生理类群多样性的资源宝库。

1.1 资源特色

在以寒冷、干燥及强紫外辐射闻名的两极地区, 科研人员从冰芯、雪样、水样、土壤、沉积物、岩石、

海洋生物等各类样品中发现了数量众多的微生物种群, 其中以嗜冷、耐冷微生物为优势。一些高盐(海冰、盐湖)、高温(火山口)、酸性(湖泊)及高压(深海、深冰芯)等不同生境的存在, 丰富了极地微生物资源的多样性。此外, 两极地区因其独特的地理位置及严酷的自然环境条件, 还未受到人类大规模污染, 较好保留了原始状态。

两极地区不但成为记录地球系统历史演变过程的重要场所, 也成为了寻找微生物新物种的资源宝库。据笔者不完全统计, 1996~2006 年期间在《International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology》上发表的 71 个嗜冷菌新种、18 个新属中, 有 55 个新种、15 个新属是来源于极地环境。科研人员甚至在南极大陆最古老的冰层中发现了封存 800 万年、却仍然具有活性的远古微生物^[2]。

极地特殊生境造就了极地微生物在基因组成、酶学特性以及代谢调控等方面独特的分子生物学机制

基金项目: 国家自然科学基金(40676002); 国家“973 项目”(2004CB719601)

*通讯作者。Tel: +86-592-2183217; Fax: +86-592-2184528; E-mail: wshwzh@xmu.edu.cn

作者简介: 曾胤新(1971-), 男, 重庆人, 在职博士研究生, 副研究员, 研究方向为极地及海洋微生物学。E-mail: yxzeng@yahoo.com

收稿日期: 2007-10-26; 修回日期: 2008-02-17

与生理生化特性。近十多年来的研究显示,极地微生物在特殊环境(尤其是低温)适应机制、新药开发、新型酶制剂研制、新型保健食品开发等方面具有广阔的前景。

1.2 资源勘探与收集

虽然 1991 年的《南极条约环境保护议定书》规定,50 年内禁止在南极进行矿物资源活动。但该条例未包括生物资源。随着近十几年来极地科学考察活动的深入和后勤支撑能力的提高,极地微生物资源逐渐成为发达国家竞相占有和发掘的重要战略资源,有关极地微生物的资源勘探与活性产物的研究在国际上已经成为新的热点。

以药物、保健等为目标的新型活性化合物的研发工作已经在一些发达国家实验室及制药公司研发机构中进行,并有相关专利出现。1997 年一项俄罗斯专利是从南极黑色酵母中提取抗癌新产品。2002 年西班牙的一项专利是从南极细菌中提取能够修复受损头发、皮肤和指甲的蛋白。该蛋白还能愈合伤口。同年,一种来自南极绿藻的皮肤治疗方法,在德国取得专利。日本有项专利也是从南极藻类中提取可防止皮肤皱纹发生的刺激因子。英国在 2004 年南极条约协商会议(ATCM)上报告了至少 2 个涉及南极微生物活性化合物的专利。据路透社 2004 年的一项统计显示,欧洲专利局有 62 项专利依赖南极生物,美国专利和商标局有 300 项专利涉及南极,其中相当一部分专利与极地微生物有关。这表明在极地微生物资源勘探背后的国际竞争是相当激烈的。

资源收集是资源开发的基础。发达国家非常注意极地微生物资源的收集与保藏。澳大利亚 1986 年建立了南极微生物保藏中心(ACAM),并在 2000~2005 年开展了大规模收集行动。在美国,由政府提供资金支持的非赢利性组织保藏着包括极地微生物在内的 10 万株微生物。欧盟也保存着将近 10 万株微生物。德国微生物与细胞培养物保藏中心(DSMZ)在 1999~2001 年参加了由第 4 个欧洲框架计划资助、针对南极微生物多样性及新化合物研究的 Micromat 项目。比利时联合菌种保藏中心(BCCM)也在 2005~2008 年专门实施了极地微生物收集计划。在亚洲,日本通产省宣布从 2002 年开始,投资 60 亿日圆、由约 30 位专业研究人员负责收集和保存新发现的微生物,其数量到 2010 年将达 10 万株。

我国对极地微生物资源的调查始于 1986~1987

年中国第 3 次南极考察期间。但一直到 1997 年,部分研究机构才开始了较为系统的极地微生物资源收集工作。

2 极地微生物产天然药物的研究

自 1929 年发现青霉素以来,人们已经从微生物中开发了一百多种临床使用的抗生素、抗癌及抗病毒药物^[3]。具有新结构或新作用机制的天然化合物不但是化学合成新药的重要来源,同时也是新药开发的主要内容。天然药物的研究宜兼顾到 4 个因素^[4]:材料的稀有性(或研究相对比较薄弱)、结构的新颖性、功能的独特性以及药源的可供性。极地微生物因其特有的原始性、新颖性及多样性,较好地具备了这些因素,这为新型先导化合物及新药的筛选与研发提供了新的探索思路。

2.1 国外研究概况

产活性化合物菌株的分离、筛选是极地微生物学研究中的一个活跃领域。德国学者 Dawid 等^[5]在 1988 年就报道从南极土壤中分离到具有溶菌能力的嗜冷粘细菌。来自南极罗斯荒原地区的真菌,其细胞裂解物对蓝细菌、藻类均具有明显的生长抑制作用^[6]。生活在南极莫克莫多冰架池塘中的蓝细菌,其浸出物普遍具有磷酸酯酶抑制活性^[7]。从南极海洋^[8]、北极鱼类肠道^[9]等样品中,人们都分离到具有抑菌能力的细菌,其中部分细菌对气单胞菌、弧菌等鱼类致病菌具有显著抑制效果。这些具有溶(抑)菌、抑藻等活性的微生物,在先导化合物及新药开发方面具有潜在价值。

通过分离纯化,科研人员在极地微生物代谢产物中发现了新的天然活性化合物。Jayatilake 等^[10]从一株南极细菌 *Pseudomonas aeruginosa* 的代谢产物中分离到 6 种二酮吡嗪类化合物(其中 1 种为新的天然产物)、2 种已知吩嗪生物碱类抗生素。该代谢产物能抑制革兰氏阳性菌生长。南极嗜冷菌 *Pseudoalteromonas haloplanktis* TAC125 可产生 8 种具有抗氧化功能的胞外多肽^[11],其中 7 种为已知的二酮吡嗪、1 种为新的二酮吡嗪。2 种含有 pipercolinyl 基团的二酮吡嗪是首次从天然产物中分离获得。德国科研人员从北极海冰细菌 *Salgentibacter* sp.T436 的培养物中分离到 19 种芳香族硝基化合物^[12],其中 4 种是新的、6 种是首次在天然产物中发现。这些新型天然产物具有弱抗微生

物活性与细胞毒性,其中以 2-硝基-4-(2'-硝基乙烯基)-酚最具应用潜力。

放线菌以产生众多抗生素而一直被认为是医药工业中的重要资源。Ivanova 等^[13]分离到一株南极链霉菌 *Streptomyces* sp.1010,它能产生一系列具有天然活性的次级代谢产物,包括邻苯二甲酸二己酯、1,3-二(3-苯氧基)苯、己烷二酸十六烷酯和一种新的化合物:2-氨基-9,13-二甲基十七烷酸。他们还从企鹅粪便中分离到一株小双孢菌属放线菌 *Microbispora aerata* IMBAS-11A^[14],该菌能产生一类新型含硫天然生物碱-microbiaeratin。德国学者 Bruntner 等^[15]也从南极链霉菌 *Streptomyces griseus* NTK97 中分离到一种新型抗革兰氏阳性菌的 angucyclinone 类抗生素-frigocyclinone。上述研究表明,极地微生物在新型先导化合物与新药的筛选与研发方面的确具有广阔的前景和巨大的可能性。

科研人员在南极真菌代谢产物中也发现了活性化合物。Möller 等^[16]分离到一株真菌 *Channopynisb alba*,能产环孢菌素 A。这是一种潜在的免疫抑制性化合物。Ivanova 等人^[17]从南极真菌 *Tritirachium* sp.HKI 0317 的发酵液中分离到二苯醚与 macrotriolides。此外,借助分子生物学技术,法国学者^[18]从南极深海古菌的基因组片段上发现了似奇霉素的操纵子。

科研机构与企业合作、共同研发,将有助于加快极地微生物产天然药物的筛选速率,加速成果的产出和应用进程。这也是国外的一个发展趋势。澳大利亚南极局 1995-2002 年与两家制药企业合作,对南极微生物进行广泛筛选以寻找与开发新型抗生素及其它人类新药。欧洲在 1999-2001 年推出了整合有英国、比利时、法国、德国、意大利及西班牙等国科研人员、联合跨国制药巨头 Merck 公司、Vicuron 药业公司及 Genenor 国际生物技术公司的 Micromat 项目,重点对南极微生物多样性及其新型化合物进行研究,现已工业化筛选了 3500 种生物。但要研究成果转化为推向市场的产品,估计还要 8~10 年的时间。

2.2 国内研究概况

随着近几年来国内对海洋及极端环境微生物资源关注度的提高,陆续开展了有关极地微生物产活性化合物的筛选及研究工作,发现了一批具有显著抗菌、抗肿瘤、杀虫活性的极地微生物及相关代谢产物。

中国医学科学院的胡继兰等人在 1993 年率先报道从南极乔治王岛土壤中分离到放线菌和丝状真菌。其中一株诺卡氏菌型放线菌 C₃₉₀₅ 能合成对精原细胞具有强活性、同时抗各种革兰氏阳性细菌的活性物质^[19]。该物质理化性质与缩肽类抗肿瘤抗生素 sandramycin 相同。而在嗜冷金孢霉 *Chrysosporium* sp.C₃₄₃₈ 的低温培养液中^[20],他们分离到铁色素,同时检测到具有抗菌作用的广谱碱性水溶性抗生素。笔者所在研究室从北冰洋沉积物中分离到 28 株放线菌^[21],包括 *Rhodococcus*、*Dietzia*、*Terrabacter*、*Janibacter*、*Kocuria* 及 *Arthrobacter* 等属。超过半数的菌与二苯并咪唑降解菌、丁基-2-乙烷基己酸盐降解菌及膈代谢菌具有 99% 以上的 16S rDNA 序列相似性,表明这些放线菌是活性代谢产物的潜在来源。

目前国内在产活性化合物菌株的筛选上开展了大量工作。中国海洋大学顾谦群研究小组^[22]从 259 株南极微生物中筛选到具有强抗肿瘤活性的 20 株细菌、6 株放线菌及 3 株真菌。他们还从 101 株北极海洋微生物中筛选到了 1 株抗小鼠乳腺癌细菌、8 株具有抑菌活性的细菌^[23]。国家海洋局第三海洋研究所从 70 株极地细菌中筛选到 1 株具有细胞毒性的细菌^[24],此外,通过构建南极土壤微生物宏基因组文库的方法,筛选到 13 个具有抗肿瘤活性的克隆子,其中克隆子 AE-3 对卵巢癌细胞具有明显的生长抑制作用^[25]。笔者所在研究室通过抗耐药菌感染等各种筛选模型,从极地微生物中筛选到 5 株对金黄色葡萄球菌、万古霉素耐药菌具有抑菌活性的真菌,以及 1 株对植物青枯病原菌具有抑制作用的真菌。

相对于大量的筛选工作,国内在化合物活性追踪与结构分析等深层次方面的工作开展较少。笔者所在研究室与华东理工大学合作,在南极海洋细菌 *Marinomonas* sp.BSw10005 的发酵液中发现了对于植物病原真菌具有明显抑制作用的抗菌物质^[26],其中包含了吡咯-2-甲酸、吡咯并[1,2 α]哌嗪-1,4-二酮等小分子化合物。这些化合物在 30~100 稳定,且在强酸条件下具有良好稳定性。国家海洋局第一海洋研究所的田黎等^[27]也对南极真菌 *Gliocladium catenulatum* T31 发酵液对小菜蛾的杀虫作用进行了研究,得到 9 个化合物,其中 3 个化合物黑麦酮酸 D、大黄素、羟基大黄素对小菜蛾、蚜虫、菜青虫、棉铃虫均具有较强触杀和胃毒作用。上述极地微生物活性产物在生物

农药上具有应用潜力。北京大学天然药物及仿生药物国家重点实验室近年来通过对南极真菌活性成分的活性追踪与研究,已发现多种结构新颖的化合物,其中一些化合物具有明显的真菌抑制活性和抗肿瘤细胞活性(私人通讯内容)。

与国外相比,我国在极地微生物产天然药物的研究开发方面存在起步晚、研究力量弱、研究深度不够等不足之处,相关专利还是空白,也缺乏企业的参与。如何形成科研机构之间的优势互补,避免重复筛选与单兵作战,争取在较短时间内在药物或生物农药等活性化合物的研究上有所突破,是国内相关科研人员需要认真思考的问题。

3 存在不足与展望

无论是在国内还是国外,人们从极地微生物中寻找新型药物的研究时间并不长。目前人们对于极地微生物资源的了解还十分有限,其主要限制因素包括:

(1) 极地科学考察后勤支撑条件的限制。这涉及到如何在极地生境中采样、但不破坏或污染当地的原始状态。1996年人们发现了南极中心地区一个深达800米的淡水湖-东方湖。它被厚达4000m的冰盖覆盖,长期以来与地球表面隔绝,湖水或许有1000万年历史。生物学家对其中的微生物充满兴趣,认为这将是研究极限环境中生命生存和未知生物的一次难得机会。俄罗斯与法国合作在上世纪90年代末在湖区钻出了一口深达3623m的井。但人们担心如果继续钻探数百米穿过冰盖,将会导致湖水污染而毁了整个湖。因为现在尚不具备能够冲破通向湖水的冰层而不会造成任何污染的超净技术。

(2) 现有微生物培养技术方法的缺陷。目前人们所培养的微生物仅占自然界存在微生物的1%左右或更少。这是由于自然界中的很多微生物不能在常规分离平板上生长。随着过去20年来核酸技术的发展,人们对微生物多样性的认识取得了巨大发展,目前公认的原核生物分类系统已由1987年传统意义上的26个门(phyla)增加至现在系统分类意义上的53个门^[3],其中半数未培养、经核酸技术获得的。核酸技术同样可应用于极地微生物资源的发掘与利用。如宏基因组技术,可以避开微生物分离培养的难题而又能筛选到新颖的生物活性物质^[3]。尽管如此,分离培养微生物的工作仍是必不可少,只有获得活菌株人们才

能从根本上了解到它们的生理特性、代谢功能以及代谢产物的多样性等信息。许多学者正致力于新的分离培养技术的探索,包括采用含有非传统的电子供体与电子受体的生长底物、低浓度培养液以及模拟天然环境的细胞微胶囊法与扩散小室法等新技术方法^[28]。

(3) 活性化合物筛选等基础工作比较薄弱。微生物的代谢产物是复杂、多样的。对同一菌株的发酵液、甚至是同一代谢产物,采用不同的药物筛选模型,很可能会得到不同的筛选结果。这需要人们建立系统化、规模化、高通量的活性物质筛选方法去处理微生物的代谢产物,实现多模型多活性的筛选。20世纪80年代后期发展起来的高通量筛选(High throughput screening, HTS)技术现已成为发现新先导化合物及最终开发成为新药的重要方法和途径。但HTS应用和推广的关键在于必须具备相应的药物筛选模型,因为筛选模型的数量多少直接影响到筛选结果的全面性、可靠性。如前所述,对360株极地微生物进行活性筛选,仅筛选到不足40株具有抗肿瘤或抑菌活性的菌株,这一结果很大部分归因于药物筛选模型数量的匮乏。因此,开发适用于HTS新药筛选模型工作的滞后将会影响到对极地微生物新型活性化合物的发掘和利用。

此外,从事大规模的资源开发,尤其是新药的筛选与研发,往往伴随着高风险与高投入,这使得资助极地微生物研究、样品筛选以及相关专利申请的企业数量非常有限。如何吸引更多的企业加入到极地微生物资源的研究开发中来、增强在这方面基础性工作的经费投入,也是影响到极地微生物资源开发的一个重要因素。

极地微生物资源的新颖性,蕴藏着代谢产物的新颖性,同样也蕴藏着功能的新颖性。在今后一段时间内极地微生物产天然活性药物的研究重点,笔者认为其一应该是筛选、发现结构新颖的新型先导化合物。这是获得新药候选化合物和新药的重要途径;其二是筛选、发现高效的新型生物农药。相对于人用医药,生物农药的研发投入低、风险小、技术要求低、成果转化周期短,因此见效更快。从极地微生物资源中寻找、开发抗生素、抗肿瘤药物等新药,以及具有杀虫、抑菌等功效的新型生物农药,这在科学认知及保障人类健康、提高生活质量等方面都具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 阎章才, 东秀珠. 微生物的多样性及应用前景. 微生物学通报 (*Microbiology*), 2001, 28(1): 96–102.
- [2] Bidle KD, Lee S, Marchant DR, *et al.* Fossil genes and microbes in the oldest ice on earth. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104(33): 13455–13460.
- [3] 李翔, 秦岭, 戴世鲲, 等. 海洋微生物宏基因组工程进展与展望. 微生物学报 (*Acta Microbiologica Sinica*), 2007, 47(3): 548–553.
- [4] 谭仁祥. 海洋微生物: 新天然药物的重要源泉. 中国天然药物 (*Chinese Journal of Natural Medicines*), 2006, 4(1): 2–4.
- [5] Dawid W, Gallikowski CA, Hirsch P. Psychrophilic myxobacteria from Antarctic soils. *Polarforschung*, 1988, 58(2/3): 271–278.
- [6] Ocampo-Friedmann R, Friedmann EI. Biologically active substances produced by antarctic cryptoendolithic fungi. *Antart J US*, 1993, 28 (5): 252–254.
- [7] Hitzfeld BC, Lampert CS, Spaeth N, *et al.* Toxin production in cyanobacterial mats from ponds on the McMurdo ice shelf, Antarctica. *Toxicon*, 2000, 38(12): 1731–1748.
- [8] Lo Giudice A, Brilli M, Bruni V, *et al.* Bacterium-bacterium inhibitory interactions among psychrotrophic bacteria isolated from Antarctic seawater (Terra Nova Bay, Ross Sea). *FEMS Microbiol Ecol*, 2007, 60(3): 383–396.
- [9] Ringo E, Seppola M, Berg A, *et al.* Characterization of *Carnobacterium divergens* Strain 6251 Isolated from Intestine of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Syst Appl Microbiol*, 2002, 25(1): 120–129.
- [10] Jayatilake GS, Thornton MP, Leonard AC, *et al.* Metabolites from an Antarctic sponge-associated bacterium, *Pseudomonas aeruginosa*. *J Nat Prod*, 1996, 58(3): 293–296.
- [11] [11] Mitova M, Tutino ML, Infusini G, *et al.* Exocellular peptides from Antarctic psychrophile *Pseudoalteromonas Haloplanktis*. *Mar Biotechnol (NY)*, 2005, 7(5): 523–531.
- [12] [12] Al-Zereini W, Schuhmann I, Laatsch H, *et al.* New aromatic nitro compounds from *Salegentibacter* sp. T436, an Arctic Sea ice bacterium: taxonomy, fermentation, isolation and biological activities. *J Antibiot (Tokyo)*, 2007, 60(5): 301–308.
- [13] Ivanova V, Oriol M, Montes M J, *et al.* Secondary metabolites from a *Streptomyces* strain isolated from Livingston Island, Antarctica. *Z Naturforsch*, 2001, 56(1-2): 1–5.
- [14] Ivanova V, Kolarova M, Aleksieva K, *et al.* Microbiaeratin, a new natural indole alkaloid from a *Microbispora aerata* strain, isolated from Livingston Island, Antarctica. *Prep Biochem Biotechnol*, 2007, 37(2): 161–168.
- [15] Bruntner C, Binder T, Pathom-aree W, *et al.* Frigocyclinone, a novel angucyclinone antibiotic produced by a *Streptomyces griseus* strain from Antarctica. *J Antibiot (Tokyo)*, 2005, 58(5): 346–349.
- [16] Möller C, Bühler T, Dreyfuss MM. Intraspecific genetic diversity of *Chaunopycnis alba* detected by random amplified polymorphic DNA assay. *Mycol Res*, 1995, 99 (6): 681–688.
- [17] Ivanova V, Kolarova M, Aleksieva K, *et al.* Diphenylether and macrotriolides occurring in a fungal isolate from the antarctic lichen *Neuropogon*. *Prep Biochem Biotechnol*, 2007, 37(1): 37–45.
- [18] Moreira D, Rodríguez-Valera F, López-García P. Analysis of a genome fragment of a deep-sea uncultivated Group II euryarchaeote containing 16S rDNA, a spectinomycin-like operon and several energy metabolism genes. *Environ Microbiol*, 2004, 6(9): 959–969.
- [19] 胡继兰, 张春颖, 娜仁, 等. 产生抗肿瘤抗生素 Sandramycin 的南极放线菌 C₃₉₀₅. 微生物学报 (*Acta Microbiologica Sinica*), 2000, 40(6): 646–651.
- [20] 鲁敏, 王文翔, 王丽萍, 等. 南极土壤嗜冷真菌 *Chrysosporium* sp. C₃₄₃₈ 活性代谢产物 C_{3438A} 的分离及结构鉴别. 中国抗生素杂志 (*Chinese Journal of Antibiotics*). 2002, 27(1): 9–12.
- [21] Yu Y, Li H, Zeng Y, *et al.* Isolation and phylogenetic assignment of actinomycetes in the marine sediments from the Arctic Ocean. *Acta Oceanologica Sinica*, 2005, 24(6): 135–142.
- [22] 朱天骄, 顾谦群, 朱伟明, 等. 南极微生物的分离及抗肿瘤活性筛选. 中国海洋药物杂志 (*Chinese Journal of Marine Drugs*), 2006, 25(1): 25–27.
- [23] 商红强, 朱天骄, 顾谦群, 等. 一株抗小鼠乳腺癌和一株有抑菌活性的北极细菌的初步研究. 微生物学报 (*Acta Microbiologica Sinica*), 2005, 32(5): 5–9.
- [24] 李根, 林昱. DDRT 法筛选抗肿瘤海洋微生物. 中国抗生素杂志 (*Chinese Journal of Antibiotics*), 2004, 29(8): 449–451.
- [25] 赵晶, 杨祥胜, 曾润颖. 南极土壤微生物宏基因组文库构建及其抗肿瘤活性初探. 自然科学进展 (*Progress in Natural Science*), 2007, 17(2): 267–271.
- [26] 郭少华, 王伟, 李元广, 等. 南极海洋细菌 BS_{w10005} 生长特性研究. 微生物学通报 (*Microbiology*), 2006, 33(1): 38–41.
- [27] 牛德庆, 田黎, 周俊英, 等. 南极生境真菌 *Gliocladium catenulatum* T31 菌株杀虫活性的研究. 极地研究 (*Chinese Journal of Polar Science*), 2007, 19(2): 131–138.
- [28] 焦瑞身. 新世纪微生物学者的一项重要任务-未培养微生物的分离培养. 生物工程学报 (*Chinese Journal of Biotechnology*), 2004, 20(5): 641–645.

Polar microorganisms, a potential source for new natural medicines-A review

Yinxin Zeng^{1,2}, Bo Chen², Yang Zou^{1,3}, Tianling Zheng^{1,3*}

⁽¹⁾Institute of Applied and Environmental Microbiology, School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

⁽²⁾Key Laboratory for Polar Science of State Oceanic Administration, Polar Research Institute of China, Shanghai 200136, China)

⁽³⁾State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Microorganisms are an important component of polar ecosystems. Based on the unique features of geographical location, climate and environment of polar regions, the novelty and biodiversity of polar microorganisms have attracted an increasing attention for their significant values in both scientific research and resources exploitation. Bioprospecting and natural products research of polar microorganisms have become a hot field of microbiology. In this review, following the introduction of bioprospecting and culture collection of polar microorganisms in recent years, the research and development of microbial bioactive compounds aimed for pharmaceuticals and biological agriculture chemicals are summarized. In addition, factors that currently limit the research progress are discussed. It is believed that the resources exploitation of polar microorganisms can provide an opportunity for discovery of new natural medicines. Compared to human pharmaceuticals, the research and development of biological agriculture chemicals has more possibilities to achieve a breakthrough in a short period of time.

Keywords: Antarctica; Arctic; microorganism; natural medicine

Supported by the National Natural Science Foundation of China(40676002) and the Key Project of National Programs for Fundamental Research and Development of China(2004CB719601)

*Corresponding author. Tel: +86-592-2183217; Fax: +86-592-2184528; E-mail: wshwzh@xmu.edu.cn

Received: 26 October 2007/ Revised: 17 February 2008

《微生物学报》发表的论文荣获“第五届中国科协期刊优秀学术论文奖”

为了提高学术期刊质量,鼓励科技工作者发表高质量的学术论文,促进学科发展和人才成长,自2003年起,中国科协每年举办一次期刊优秀论文评选活动。2007年《微生物学报》编辑部推荐中国农业大学生物学院李峰等的论文参加第5届评比活动【李峰,李颖,姜伟,王珍芳,李季伦.趋磁螺菌遗传操作体系的建立及磁小体缺失突变株的筛选.2004,44(4):440-444】,经专家评审委员会评审,此文荣获第5届中国科协期刊优秀学术论文奖。

2004年中国科学院微生物研究所陈远童等人的论文获得了第2届优秀学术论文奖【陈远童,庞月川,郝秀珍.微生物发酵生产十三碳二元酸的研究.39(3):279-281】。

每年中国科协评奖数量都有所增加,不限制编辑部论文的数量。《微生物学报》编辑部希望能有更多的作者参与此项活动,今后我们将会积极参加这项活动大力向科协推荐,使本刊成为广大作者真正的朋友。以下为参评的具体要求(有意参加者请先发e-mail告知编辑部。欢迎参与!)

1.评选范围:评选当年前6年内发表在本刊的学术论文。

2.参评论文要求:具有科学性、创新性和探索性,论点明确、论据可靠,论证严谨,结论正确。

3.论文推荐途径:采用“编辑部推荐”和“作者个人自荐”两种方式。有意自荐者,可通过中国科协网站 <http://www.cast.org.cn> 下载“自荐表”。

4.参评材料:

(1)纸质材料(要求用A4纸):论文完整页码的复印件;有关论文的获奖和引用的证明材料,一式两份;填写好的自荐表,一式两份。请作者在每年7月10日前将上述3份材料邮寄到本刊编辑部,信封上请注明:优秀论文评比。

(2)电子文件(由编辑部和学会准备):论文的电子文件(与发表期刊一致的PDF格式电子文件;学会统一填写的上报论文登记表。