

中国海洋微生物学 2009 年研究进展*

Research Progress of Marine Microbiology in China during 2009

郑风荣, 陈皓文**

ZHENG Feng-rong, CHEN Hao-wen

(国家海洋局第一海洋研究所, 山东青岛 266061)

(First institute of Oceanography, SOA, Qingdao, Shandong, 266061, China)

摘要: 2009 年中国海洋微生物学文章约有 429 篇文章之多, 攀上了新高峰, 其中海产养殖方面的微生物学文章占半数以上, 基础海洋微生物学文章仍少。学者们关注和跟踪国际先进的新理念、新方法, 包括分子生物学方法和技术的研究和应用得到较大的发展。与前几年相比, 本年度该领域的研究与国际间的交往正在加强, 研究势头正在强劲之中。

关键词: 海洋微生物学 基础 海产养殖

中图分类号: Q93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2011)04-0341-07

Abstract: In 2009, there are over 429 articles about China's marine microbiology, which reach the acme of publication. Most of these articles are related to mariculture. However, the articles about basic ocean microbiology are still rare. Currently, the scholars start to focus on the advanced idea and methods in the world. The application of molecular biology methods and technologies in marine microbiology are rapid developed. Therefore, the international cooperation and researches in this area increase.

Key words: marine microbiology, basis, mariculture

时光荏苒, 2009 年离我们而去已有一整年多了。中国海洋微生物学在以往大约 60 年的基础上迈上了新台阶, 创造出新成就, 以此为新世纪第一个年代画上了完美的句号, 令人难忘。据我们不完全统计, 2009 年海洋微生物学文章数量超过了历年水平达 429 篇以上。不少论文质量上佳, 并有新书出版, 使我国的相关研究离跻身世界先进水平越来越近。本文就 2009 年我国海洋微生物学研究发表的文章进行归类剖析, 将其分为基础和海产养殖两大分支阐述。

1 基础海洋微生物学

1.1 研究动向和方法

在浮游病毒遗传多样性, 鱼虾贝等水产品病毒及病原菌分离纯化检控技术, PCR 技术在对虾病毒检测上的应用^[1], 微生物培养新技术^[2], 古菌, 包括以硫化叶菌为代表的超嗜热古菌遗传操作系统^[3], 氨氧化古菌(古核生物)^[4]; 深海及其地微生物^[5]、生物圈酵母^[6]、极端酶; 极端微生物、极端环境嗜热/酸甲烷营养细菌; 超磁/磁敏细菌、趋磁菌生态^[7]; 对虾肝胰腺坏死性细菌、乳酸菌在水产业上的应用、鱼表皮粘液抗菌蛋白胶、贻贝抗菌肽等上的动态都有报道。

近几十年来, 分子生物学理论与技术风起云涌, 传遍世界。无论从病毒到真核生物, 如今都广泛运用了, 且还在不断发展。中国海洋微生物学研究方法的改进和完善也在不断进行中。这包括: 对虾白斑综合症病毒(WSSV, 下同)的提纯及应用^[8]。

收稿日期: 2011-07-08

修回日期: 2011-09-30

作者简介: 郑风荣(1975-), 女, 副研究员, 主要从事海洋生物学研究。

* “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD09A01)资助。

** 通讯作者: 陈皓文(1941-), 男, 主要从事海洋科学研究。

WSSV 单克隆抗体制备及 BA-ELDA 法的建立、对虾病毒的 RNA 干扰术、栉孔扇贝急性坏死病毒荧光定量 PCR 检测,巢式逆转录 PCR 检测鱼病毒性出血性败血症病毒(VHSV),间接 ELISA 术检测近江牡蛎类立克次体和迟钝爱德华氏菌。微微型真核生物分子多样性。热泉嗜热细菌依赖培养的检测,高磁性、无磁性、趋磁细菌的获得和磁小体释放术。PCR-变性高效液相色谱检测水产品溶藻弧菌和超声波平板法测该菌 Hy9901 生物被膜、牛津杯法测五倍子对大黄鱼病原弧菌的体外抗菌力。RAPD 法分析花鲈皮肤溃疡病抗性和敏感群体。毕赤酵母重组子 PCR 模板制备法比较。发光细菌法测水产品中氯霉素、微生物显色法测水产品中恩诺沙星含量。

1.2 普通微生物

这一类成果主要体现在各种海洋环境中一些类别微生物在不同生态因子中发生的生物学多样性^[9]、生物学或化学作用等。有古菌、浮游细菌生物量、异养细菌、多样性、氮再生、厌氧氨氧化、生物量与环境因子关系,难培养微生物的寡营养培养等^[10]。

普通微生物的分类鉴定和系统发育借助分子生物学技术对特定菌株作了比较深的研究,使人们对其分类地位和系统发育有了更深更广的理解。这些微生物包括嗜水气单胞菌、短小芽孢杆菌 ZH1-6、蛭弧菌、硝化细菌、反硝化细菌、溶血性葡萄球菌^[11]、巨大芽孢杆菌、芽孢杆菌 HN07、石油烃降解菌^[12]、解烷烃的戈登氏菌、耐盐原油降解菌、高效降解有机物和促藻生长的菌株、甲胺磷高效降解菌(巴氏葡萄球菌)、中等嗜热嗜酸菌、海南红树等植物根系/根际解磷菌、肺炎克雷伯氏菌、拮抗香蕉枯萎病的细菌、抗肿瘤放线菌、产纤维酶细菌、舟山抗菌活性菌、条石鲷出血病病原菌、大菱鲆迟钝爱德华氏菌、海南、北极根际放线菌,冷藏罗非鱼特定腐败菌、分离自鲍环境的细菌、文蛤菌、牙鲆肠弧菌等。

相关研究除了表达在菌株分类鉴定和系统发育关系上,还在遗传基因克隆、序列分析、菌种选育等上,比如印度洋深海热液区可培养细菌研究^[13],几丁质酶产生菌筛选及几丁质酶编码基因,沉积物宏基因组文库中产蛋白酶克隆的筛选及性质^[14]、细菌铁吸收调节蛋白(Fur)基因的克隆表达、链球菌疫苗免疫罗非鱼前后差异表达基因的鉴定与分析、破囊壶菌 $\Delta 57$ 延长酶和 $\Delta 4$ 脱饱和酶在酿酒酵母(尿嘧啶缺陷型菌株 INVSc1)中的共表达等等。此外分子生物学知识和技术也在海产养殖上得到应用^[15]。

对于海绵、海葵等微生物,进行了温度对厚指海绵体内真细菌的影响、相关微生物的分离培养及产物、海葵(产自浙江硃洲岛)的可培养细菌系统发育多样性及海藻表面细菌分离鉴定^[16]。

1.3 生态学

海洋微生物生态学研究以往注重异养细菌本身的生态,这些年来研究的眼光更大、更远、更细,研究扩及病毒、不同类别微生物内部及之间、微生物与动植物之间、微生物与环境、生态/微生态因子关系等等^[17]。2009 年的相关成果有:一些海区病毒生态分布、浮游细菌、异养细菌分布与环境因子关系、细菌群落分布、发光细菌生态分布与种类组成、蛭弧菌生长特性、异养菌对小球藻生长和无机营养盐吸收的影响、聚球藻和 Picoeuryaryates 时空变化、微藻与其病毒间微生态关系,米草对底泥微生物群落的影响等等。

1.4 环境微生物学

海洋环境的微生物已从狭义的海洋环境保护意义中扩展出来,它包括海洋及其邻近环境评价中的微生物及其在不同生态环境的长久良性发展中发挥的作用^[18]。相关的研究如下:沿岸海水甲肝病毒、造纸废水灌溉对芦苇湿地微生物影响、海水及其贝类生物中粪大肠菌群^[19]、环境因子对某些弧菌生长和胞外蛋白酶表达的影响、海滨区海水评价、发光细菌测沉积物毒性、河口水菌群脱氧、大西洋戈登菌降解柴油、 $C_{10}CC_{36}$ 直链烷烃^[20]、低温解烃的希瓦氏菌生长和解油、氮源对解油菌解柴油影响、植物根际解磷菌、解磷菌剂对盐土有效磷和油料作物生长的影响、巨大芽孢杆菌和巴氏葡萄球菌的高效甲胺解磷、近岸污染与半知菌群体关系、浅海养殖环境复合生态净化菌群及其净化力、盐沼底栖微藻分布特征及有机质产出的贡献等等。由此可见,2009 年的相关研究已经覆盖了不少生境微生物作用上。

对深海微生物,2009 年中国学者比以往任何年份都关注深海微生物的研究动向,这表明中国学者的研究触角正在伸向深邃的大洋。他们既紧盯国际动态,又开展实际的研究活动,如,深海及其地微生物等研究状况分析^[5],酵母、适冷菌、假交替单胞菌 SM9913 胞外多糖对 Pb^{2+} 和 Cu^{2+} 的吸附、沉积物宏基因组库中产蛋白酶克隆、劳盆地热液喷口沉积物细菌多样性、冲绳海槽黑烟卤微生物矿化作用^[21]、印度洋热液区可培养细菌^[13],及盐单胞菌 YD-7、大西洋中脊多环芳烃降解菌群^[18]、西太平洋“暖池”沉积物异化型硫酸盐还原菌基因多样性、中等嗜热

嗜酸菌、南冲绳海槽沉积物中度嗜盐菌及极端酶等的研究都令人兴奋。

对极地微生物,多年来中国学者一直关注并从事着极地微生物学研究[12],近年的工作包括产低温淀粉酶的微球菌、特定细菌胞外多糖溶液冻结特性的差示扫描量热[22]、超微细菌——极地之星交替单胞菌外膜蛋白和脂多糖提取物对黑鲷的免疫活性[23]、放线菌 NJ-F2 萃取物的抗菌性[24]、低温降解石油烃的希瓦氏菌 NJ49 生长和降解活动[25]、白令海北部表层沉积物细菌多样性、北极海洋微生物石油降解菌筛选及系统发育[12]、北极黄河站植物根际土壤放线菌、西北冰洋表层沉积物厌氧菌[26]及岩芯中厌氧菌分布[27]和极地微生物菌种数据库。

对红树林的微生物,红树林的微生物学研究已持续了一些年数。南方学者在以往研究基础上,正在扩展相关研究深度,如,南海红树林内生真菌 ZZF13、B2、次级代谢产物及筛选重组人 DNATopojsomerase(hTopoI)拓朴异构酶 I 抑制剂[28]、溶磷菌鉴定及溶磷力测定、优化培养、根际解磷细菌筛选及其鉴定、混合发酵的产氢菌群中梭菌 Fe-氢酶基因(hydA)的克隆及序列分析、根际土壤分离小双孢菌[29]。

1.5 病原微生物学

1.5.1 病毒

作为生态系统结构与功能的重要调控者,人们对它比以前引起了更大注意。除了分析浮游病毒生态分布特征和遗传多样性外,2009 年中国学者对病毒的关注则主要放在养殖水产品的相关研究上,如对对虾白斑综合症病毒(WSSV)发表了不少论著,包括提纯方法、VP28 基因表达及与血细胞的结合、基因组同源重复区结合蛋白 WSSV021 的鉴定、囊膜蛋白 VP19 的单克隆抗体制备及定位、早期启动子的新型杆状病毒表达载体的构建与分析[21]、卵黄抗体对凡纳滨对虾免疫相关酶活力和抗病毒能力的影响、抗 WSSV 囊膜蛋白(VP28、VP19)单抗的体内中和效果[15]、WSSV 对锯缘青蟹的致病性及血清酶指标的影响。对淋巴囊肿病毒也作了一些研究,如它的实时定量 PCR 检测方法、锌指蛋白基因 Kn140 的原核表达与结构、牙鲆的该病毒纯化及不同来源病毒免疫特性、双抗体夹心 ELISA 检测法。虹彩病毒也为学者们所关注,这包括大菱鲆被它感染后的病理学、主要衣壳蛋白基因在毕赤酵母中的重组分泌表达。鱼被它感染,但无症状时用套式 PCR 分析。对于急性病毒性坏死病毒(AVNV)在

栉孔扇贝中的存在用荧光定量 PCR 检测,对在卵内的垂直传播途径也作了研究。对贝类产品中诺如病毒的感染和流行作了探讨。对鱼的病毒性出血性败血症病毒(VHSV)已用巢式逆转录 PCR 检测。此外,对球石藻的病毒之杆状菌主要外壳蛋白基因作了克隆与序列分析。

1.5.2 致病菌

6 种弧菌 36kDa 外膜蛋白特性、副溶血弧菌耐热直接溶血毒素基因克隆及原核表达、副溶血弧菌温-盐度双因素预测模型、副溶血弧菌 III 型分泌系统、鳗弧菌 rpos 基因克隆及在大肠杆菌中表达和溶血毒素基因 Vah4 的基因克隆及表达[30]、PCR 法检测溶藻弧菌、及用 PCR 微阵列法检测沿岸海水创伤弧菌,并对其危害作评估。迟钝爱德华氏菌致病相关因子。杀鲑气单胞菌杀日本鲑亚种胞外产物毒性及免疫原性。由此可见相关研究均比过往更深更细。

1.6 有益菌

对芽孢杆菌,研究其在水产养殖中的作用机制、发酵代谢产物。海洋芽孢杆菌 B-9987 菌株代谢产物 BMME1 抑制病原真菌茄链格孢菌的致病机理、B09 菌株的筛选及其发酵条件。饲料中加该菌和中草药制剂对凡纳滨对虾免疫力的影响、对泥蛤和养殖场底质中菌群的影响。

对蛭弧菌,该菌制剂用于检测并应用于水产养殖、Bdh5221 株理化特性和 16SrDNA 序列分析、噬菌蛭弧菌防对虾的弧菌感染、鳗肠道蛭弧菌的防病作用。

对光合细菌,展望它在水产养殖中的应用前景,研究了罗非鱼鱼苗养殖水质及抗病力影响、对凡纳滨对虾养殖池水质及抗病力影响及液态浓缩制剂保藏。

对放线菌,已经对两株抗肿瘤病的放线菌作了分离鉴定、云南红豆杉 4 株内生放线菌对半滑舌鳎病原弧菌的拮抗作用、分离并纯化出产抗真菌物质的链霉菌 GB-2,对其稳定性也作了研究。

对真菌(菌物),已经对它的代谢产物研究作了展望。除了对红树林的内生真菌有所研究外,青岛农大学者就山东渤海海岸的木生海洋真菌作了研究,连续发表了 7 篇论文[31,32]。发现了 *Monosporascus cannonbullus*。鉴定出抑制烟草花叶病毒及抗肿瘤的两株真菌,对其次级代谢产物作了研究。研究胶州湾近岸污染与半知菌群体的关系。就产生碱性蛋白酶的 yeast fi 的生物活性肽生

产作了评估。对德巴利酵母、克鲁维酵母、虫道酵母的生化营养成分作了分析、南极地衣提取物抗氧化能力。酵母不同处理后分散度和对轮虫培养的影响。

1.7 活性物质及微生物制剂酶

一些海洋微生物体内有活性物质自古以来就引人注意,现代人从更深广的角度更本质地去认识和开发利用它,这一势头正在加强之中^[16]。是年,人们关注其国内外动态(包括真菌代谢产物)。进行的具体研究包括筛选具抗弧菌的细菌、分析玫瑰弧菌发酵液活性成分、从小单胞菌 FIM03-1149 获得抗真菌抗生素。从酵母获取碱性蛋白酶及活性肽、海绵的真菌等微生物的抗肿瘤等活性物筛选。

微生物絮凝剂对微颗粒高岭土悬浊液的絮凝特性,用于养殖环境调控的微生物制剂评价法^[33]、含嗜水气单胞菌气溶素的免疫制剂刺激复合物用于欧鳗免疫、微生物制剂对桉树人工林土质的影响、复合剂的应用、植物源杀菌剂、制剂养欧鳗、光合细菌液态浓缩制剂保藏、食品添加剂、乳酸菌在水产养殖上的用途。红树林内生真菌的重组 LDNA 拓扑异构酶 I 抑制剂、地衣芽孢杆菌 MP-2 酯酶性质、细菌低温溶菌酶的抗 angiogenic 活性。假交替单胞菌 LJ1 菌株产褐藻胶裂解酶。产琼脂酶细菌 DF-7 培养基优化、琼脂酶(分离自白色食琼脂菌)纯化、酶学性质及降解产物分析。噬纤维菌 (*Cytophaga fucicola*) 和芽孢杆菌 HN07、产碱性纤维素酶、沙蚕消化道 D2 菌株胞外蛋白酶抗肿瘤。

2 海水养殖的微生物学

2.1 海水养殖动物疾病及养殖环境总论

溶藻弧菌检测法^[34]、柱状黄杆菌研究动态、硝化/反硝化细菌的应用、阿维菌素杀线虫、中草药对致病菌的抑制作用、疾病流行特点及预防措施、病害(包括山东的)测报^[35]。洞头海区鱼病预报模式、温州鱼病害调查、底泥芽孢杆菌多样性^[36]、溃疡病预报模型^[37]。高位池 WSSV 病症病毒变化。对虾养殖池沉积物细菌遗传多样性^[38]、抗生素对水体细菌区系的影响、光催化降解虾池废水中有机物及灭菌、有效微生物菌群对养殖池水体细菌生态和水质的影响、益生菌调控水中浮游生物生态、细菌与水质关系、养殖模式与清洁养殖关键技术、池内细菌群落的 PCR-DGGE 分析^[34]、两种菌剂对对虾存活及消化酶活力的影响、对虾池套养白鲳鱼防虾病、浮游微藻、乳酸杆菌不同生物量对池内优势微藻的影响、浙

江海产品环境副溶血弧菌微毒力基因。

2.2 养殖品种

2.2.1 无脊椎动物

对南美白对虾(凡纳滨对虾),研究了生态养殖与防病、综合防治 WSSV 及常见病防治、乳酸菌发酵饲料养殖、梅雨季时防病、爆发性传染病病原;WSSV 卵黄抗体对对虾免疫相关酶及抗病毒力的作用、芽孢杆菌和中草药制剂对免疫功能的影响、副溶血弧菌的表型及分子特征、弧菌拮抗菌对对虾的抑菌防病作用、虾溶菌酶基因在大肠杆菌中的表达和活性、黑鳃及红体病诊治。对中国明对虾,研究了蚯蚓、蝇蛆对对虾生长及抗 WSSV 感染、WSSV 非结构蛋白 ICP11、WSSV 囊膜蛋白 VP19 的单克隆抗体制备定位、对 WSSV 的抗性遗传标记筛选和遗传多样性^[39]、WSSV 的 VP2f 基因表达及其与血细胞结合、传染性肌肉坏死病毒、新型杆状病毒^[21]、胰腺腺坏死细菌研究现状。对螯虾,研究了 WSSV 单抗的制备及检测、克氏原螯虾病因及防治。对蟹,研究了 WSSV 对锯缘青蟹的致病性及血清酶指示作用、溶藻弧菌对溶菌酶和磷酸酶活性的影响、微藻强化酵母、致病性及血清酶指示作用、三种易发病、早期病因、常见病;三疣梭子蟹苗种病害、抗特定病原 (SPR) 三疣梭子蟹养殖性能与免疫力、轮虫对中华绒螯蟹溞状幼体的影响。对文蛤,有疾病研究进展、内脏产气荚膜毒素基因的 PCR、需钠弧菌的鉴定和生物学特性、哈维弧菌引起暴死等方面的研究;对泥蚶,芽孢杆菌对蚶及底质的影响。对蚌,有生蚌中细菌生理生化特性、枯草芽孢杆菌对泥蚶及底泥中细菌、弧菌总数的影响等方面的研究。对扇贝,研究了栉孔扇贝急性病毒坏死病毒 (AVNV) 荧光定量 PCR 检测及卵内的垂直传播途径^[40]、海湾扇贝弧菌病超微病理微生物学^[41]。对方斑东风螺,研究了吻管水肿病病原菌。对缢蛏,研究了养殖中的病害、大面积死因。对海参,研究了刺参及其育苗中常见病病因及防控、腐皮综合症病原灿烂弧菌检测探讨^[42]及中草药对病原菌体外抑菌;灭活气单胞菌菌苗对部分免疫因子的影响、附着期“化板症”病原菌(弧菌)分离鉴定及来源。对鲍,有九孔鲍附着基质上细菌膜系统发育多样性^[43]、患病苗中异养菌产胞外酶、脱板期养殖环境细菌分离及分子鉴定;耳鲍血淋巴抗菌性;福建鲍病因等方面的研究。对海胆,进行了硃洲岛马粪海胆可培养细菌多样性研究。对海绵,进行了相关微生物分离培养,获得了活性物。

2.2.2 脊椎动物

进行了鱼病防诊治术及春冬季病防治、虹彩病毒无症状感染的套式 PCR 分析、类立克次氏体胰腺坏死细菌(NHP β)的 a 蛋白菌、弧菌的耐药性及主要外膜蛋白 OmpK 基因检测^[38]、弧菌病免疫技术、嗜水气单胞菌对三种鱼血红蛋白的影响、链球菌病及诊治、乳酸菌分离及其抑菌机制、细菌性败血症疫苗制备检测、出血病及爆发性出血病防治、肝胆综合症、水霉病防治等方面的研究。对大菱鲆,进行了杀鲑气单胞菌无色亚种鉴定及组织病理学研究;虹彩病毒感染后的大菱鲆,可引起红体病,该病毒主要衣壳蛋白基因在毕赤酵母中的重组特征表达^[44,45]。对牙鲆,有淋巴囊肿病毒靶器官上病毒结合蛋白的鉴定和纯化及不同来源病毒免疫特性比较、双抗体夹心 ELISA 检测、海水循环养殖系统生物膜上 3 种细菌数量与代谢活性、鱼苗病害防治、河流弧菌对表皮粘液的趋化性、南方鲆(斑漠牙鲆)病毒、细菌、寄生虫防治^[46]等方面的研究。对鲈鱼,有地衣芽孢杆菌对尖吻鲈鱼血液生化生理指标的影响、引起内脏白点病的哈维氏弧菌^[47];加州鲈鱼病害防治;澳洲宝石鲈鱼细菌病防治;花鲈由哈氏弧菌引起的皮肤溃疡敏感或抗性群体 RAPO 分析及常见病防治等方面的研究。对鳗,有中草药对致病菌的抗菌效果、肺炎克雷伯氏菌的分离鉴定^[48]、夏季病害的防治;鳗肠道蛭弧菌的作用;日本鳗体表溃疡病原嗜水气单胞菌分离鉴定及抗克隆制备^[18]及水霉科真菌所致的腐皮病研究。对石斑鱼,有斜带石斑鱼幼鱼消化道与养殖水体中可培养菌群;龙胆石斑鱼源美人鱼发光杆菌生物学特性及系统发育分析研究。对鲷、鲈,有黑鲷抗菌肽 hepcidin 在毕赤酵母中的表达及抗菌性;条石鲷出血病病原分离鉴定;暗纹东方鲷常见病、育苗及越冬期病害防治;红鳍东方鲷肠道弧菌生物学特性研究。对条纹黑鲷,研究病毒和机械损伤后的细菌感染。对黄颡鱼,研究了红头病病原和疾病防治技术。对鲟鱼,进行了骨蛋白酶酶解物抗菌性酶解工艺优化研究。对罗非鱼,有链球菌疫苗免疫前后差异表达基因的鉴定分析、枯草芽孢杆菌对鱼苗养殖水体水质及抗病力影响、常见细菌性病及防治、鱼及养殖环境中食源性致病菌菌谱^[49]、冷藏时腐败菌鉴定和生长动力学、微生物发酵对下脚料蛋白酶解液脱腥去苦效果研究。对倒刺鲃,研究养殖中常见病防治技术。对舌鳎,进行了土霉素对半滑舌鳎肠道细菌耐药性影响与药物残留分析、鳗利斯顿氏菌表型及分子特征分析。对大黄鱼,

进行了哈氏弧菌、溶藻弧菌对该鱼 6 种酶活性的影响、该弧菌单克隆抗体制备及应用、弧菌多重 PCR 检测^[50]、拮抗菌对溶藻弧菌粘附大黄鱼表皮粘液的影响、网箱养殖病与环境因子关系^[36]及溃疡病预报。对鳕鱼,研究了加工过程中的磷酸盐抑制大肠菌群的作用。对比目鱼,研究了接种海豚链球菌后免疫球蛋白水平变化; *Pseudosciaena crocea* 注射溶藻弧菌的免疫感应。对鲨,进行了长鳍真鲨源哈氏弧菌生物学性状研究。

2.2.3 海藻养殖及其他

对条斑紫菜,进行丝状体细菌附着症、外生细菌及其多聚酮合酶(PKSI)基因筛选^[51]。对坛紫菜,研究了病烂及烂苗的对策。研究了麒麟菜死因的对策。此外还有,除菌处理对强壮前沟藻和青岛大扁藻生长的影响;不同浓度碳源中肋骨条藻和海洋异养细菌对磷酸盐吸收的竞争、藻叶面附着细菌生理特性及荧光杂交分析^[47]、羊栖草提取物抗动植物致病菌活性及化学成分^[52];龙须菜附生细菌对铜离子的吸附性能比较;几种藻表面细菌分离及鉴定^[53]; Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 对单胞兰细菌聚胞藻 PCC6803 生长和色素的效应;藻蓝蛋白类重组大肠杆菌^[54]、蓝细菌附着水生生物^[55]等方面的研究。

3 结束语

发表 2009 年 429 篇中国海洋微生物学文章的刊物大体分为水产学科、海洋学科、微生物学、环境科学、综合类等 5 种。发表在水产学科刊物上的文章为 190 篇,以篇数多寡排序为《中国水产》、《渔业科学进展》、《中国水产科学》、《科学养鱼》。由此可见 2009 年中国海产学科文章占总数的 44.3% (190/429)加上在其他学科刊物上发表的海产养殖微生物学文章,可知海洋微生物学研究成果仍与以往一样,与海产养殖密切相关,占了很大份额。在海洋学科等刊物上发表的论文计 147 篇,以篇数多寡排序分别为《中国海洋大学学报》、《海洋与湖沼》(包括英文版)、《海洋环境科学》、《海洋科学》。海洋学科文章数占文章总数的 34.3% (147/429)。全年以英文发表的论文计 19 篇,这表明中国学者同国际交流的愿望和能力越显增强。跟踪先进,新方法的研究已开始崭露头角。2009 年学者们关注起海洋中分布广泛、作用和机制并不十分明晰的病毒。海洋古菌、微微型真核生物已引人注目。另外全球海洋以深海大洋为主体,随着学者们眼光的深广化和国力的增强,有关深海及其地微生物学研究正方兴未

艾。参与文章发表的作者已逾千人。2009年由科学出版社出版了一部重要的工具用书,即《海洋原核生物名称·Names of Marine prokaryotes》,该书是我国首部包括海洋古菌、海洋细菌中文/拉丁文名称的专著,它必将大大方便相关科学工作者的研究^[56]。可以预见,随着我国从事海洋微生物学及其相关学科的学者数量的增多,研究质量也将提高。

从总体上看,我国学者跟踪先进较为积极,“拿来主义”较为盛行,但是创新不多,无亮点,要做到原创有自身特色不易,占领国际制高点更难。十年来,形成了自身优势团队,但是强有力的、令国际同行刮目相看的领军人物尚无,即便在国内同行间的规模交流也不多。中国海洋微生物学的发展任重道远,应减轻乃至抵御急功近利思想及其影响。静下心来,从长计议,挑起振兴祖国的大梁。相信随着我国研究资金投入的增多,研究水平也将会大幅度地提升。

参考文献:

- [1] 孙颖杰,周优,岳志芹,等. 淋巴囊肿病毒实时定量PCR检测方法的建立和应用[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(2): 253-362.
- [2] 张秀明,张晓华. 海洋微生物培养新技术的研究进展[J]. 海洋科学, 2009, 33(11): 99-104.
- [3] 张帆,张兵,向华,等. 极端嗜盐古菌中CRISPR结构的生物信息学分析[J]. 微生物学报, 2009, 49(11): 1445-1453.
- [4] 胡安谊,焦念志. 氨氧化古菌——环境微生物生态学研究的—个前沿热点[J]. 自然科学进展, 2009, 19(4): 370-379.
- [5] 陈皓文,孙丕喜,高爱国. 微生物学向深海进军[J]. 海洋地质动态, 2009, 25(2): 14-20.
- [6] 曾乐平,黄菊芳. 深海生物圈酵母的研究进展[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(1): 108-112.
- [7] 潘红苗,武洪庆,肖天. 趋磁细菌生态学研究进展[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2107-2114.
- [8] 姜有声,战文斌,程顺峰,等. 一种改进的对虾白斑综合症病毒提纯方法[J]. 上海海洋大学学报, 2009(3): 372-325.
- [9] 刘兵,李太武,苏秀榕,等. 宁波北仑港冬季浮游细菌多样性研究[J]. 台湾海峡, 2009, 28(2): 217-222.
- [10] 田甜,李冬梅,戴世鲲,等. 海洋环境中难培养微生物的寡营养培养[J]. 微生物学通报, 2009, 36(7): 1031-1039.
- [11] 黄增全,汪城墙,尹腾飞,等. 鹿道口高盐环境中一株溶血性葡萄球菌的分离鉴定与生理特征[J]. 海洋湖沼通报, 2009(4): 67-71.
- [12] 林学政,沈继红,杜宁,等. 北极海洋沉积物石油降解菌的筛选及系统发育分析[J]. 环境科学学报, 2009, 29(3): 536-541.
- [13] 刘艳,黄晓航,何培青,等. 印度洋深海热液区可培养细菌的分子鉴定与系统发育分析[J]. 海洋科学进展, 2009, 27(2): 193-200.
- [14] 郭巧玲,杨祥胜,赵晶,等. 深海沉积物宏基因组文库中产蛋白酶克隆的筛选及性质分析[J]. 应用与环境生物学报, 2009, 15(4): 407-510.
- [15] 李青龙,战文斌,绳秀珍,等. 抗WSSV囊膜蛋白(VP28和VP19)单抗的体内中和效果研究[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(6): 56-61.
- [16] 李鹏,高鹏,王建鑫. 海洋微生物活性物质研究[J]. 河北渔业, 2009(2): 43-47.
- [17] 白洁,宋亮. 黄海西北部浮游细菌生物量分布特征及其与环境因子的关系[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(4): 592-596.
- [18] 崔志松,邵宗泽. 大西洋中脊深海多环芳烃降解菌群的优势与分析[J]. 微生物学报, 2009, 49(7): 902-909.
- [19] 蔡雷鸣,翁葵洲,吴品焯. 罗源湾海水中粪大肠菌群的来源及空间分布[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(4): 414-420.
- [20] 王丽萍,刘昱慧,邵宗泽. 一株来自大西洋表层海水的烷烃降解菌 *Gordonia* sp. S14-10 的分离鉴定及其降解相关性的分析[J]. 微生物学报, 2009, 49(12): 1634-1642.
- [21] 吕利群,徐鸿绪,王浩. 基于对虾白斑综合症病毒早期启动的新型杆状病毒表达载体的构建与分析[J]. 微生物学报, 2009, 49(9): 1253-1258.
- [22] Feng Jun, Li Jianghai, Chu Fengyou. A study of the microbial mineralization in submarine black smoker Chimneys from the Okinawa Trough[J]. Acta Ocean Sin, 2009, 28(2): 87-95.
- [23] 何培青,李江,王昉. 南极细菌胞外多糖溶液冻结特性的差示扫描量热研究[J]. 生态学报, 2009, 29(11): 5766-5772.
- [24] 刘芳明,缪锦来,臧家业,等. 影响南极海洋石油降解菌希瓦氏菌 NJ49 生长和降解率的环境因素研究[J]. 极地研究, 2009, 21(2): 81-90.
- [25] 李江,林学政,沈继红,等. 南极放线菌 NJ-F2 萃取物的抗菌活性初步研究[J]. 海洋科学进展, 2009, 27(4): 483-488.
- [26] 高爱国,陈皓文,赵冬梅. 西北冰洋海域表层沉积物中厌氧菌分布特征[J]. 环境科学学报, 2009, 29(10): 2209-2214.
- [27] 高爱国,陈皓文,赵冬梅. 北冰洋沉积物岩芯中厌氧细菌分布[J]. 海洋科学进展, 2009, 27(4): 469-476.

- [28] 张奕,杨昌,许芳,等.南海红树林内生真菌 B2 次级代谢产物研究[J].中山大学学报,2009(3):16-138.
- [29] 徐小雄,林海鹏,阮继生,等.从红树植物根际土壤选择性分离小双孢菌[J].微生物学通报,2009,36(9):1299-1304.
- [30] 闫斌伦,许冰,董丹.鳗弧菌溶血素基因 Vah4 的克隆及表达[J].生物技术,2009,19(5):7-9.
- [31] 陈忠元,刘子琳,张涛,等.南海中东部海区发光细菌的生态分布与种类组成[J].海洋学研究,2009,27(2):71-78.
- [32] 刁立功,金静,罗丽.山东海岸木生海洋真菌的研究Ⅶ[J].菌物学报,2009,28(4):483-489.
- [33] 王雷,刘梅,王宝杰,等.用于养殖环境调控的微生物制剂评价方法的研究[J].海洋科学,2009,33(5):6-10.
- [34] 郑秋月,曹际娟,王秋艳,等.水产品中溶藻弧菌 PCR-变性高效液相色谱检测方法的建立[J].水产科学,2009,28(3):136-138.
- [35] 冯东岳,王立新.我国水产养殖动植物病情测报工作开展情[J].科学养鱼,2009(8):48-49.
- [36] 温丹,张德民,初航.网箱养殖海区底泥产芽孢杆菌多样性[J].齐鲁渔业,2009(5):615-621.
- [37] 倪海儿,王国良.网箱养殖大黄鱼溃疡病的预报模型[J].水产学报,2009,33(2):334-341.
- [38] 罗鹏,胡超群,张吕平,等.凡纳滨对虾海水养殖系统内细菌群落的 PCR-DGGE 分析[J].中国水产科学,2009,16(1):31-38.
- [39] 李素红,张天时,张杰,等.中国对虾抗病性状遗传标记筛选及遗传选择性分析[J].渔业科学进展,2009,30(2):54-59.
- [40] 任伟成,王崇明,孙世春,等.栉孔扇贝急性病毒性坏死病毒荧光定量 PCR 检测方法的建立和应用[J].中国水产科学,2009,16(4):565-571.
- [41] 邓欢,周遵春,徐晓红,等.养殖海湾扇贝弧菌病的超微病理和组织化学观察[J].水生生物学报,2009,33(1):130-133.
- [42] 王印庾,张凤萍,李胜忠,等.刺参腐皮综合症病原性灿烂弧菌检测探针的制备及应用[J].水产学报,2009,33(1):126-131.
- [43] Ma Ying, Wang Zhiyang, Chen Zhenyqing, et al. Phylogenetic diversity of bacterial biofilms covering the settlement substrates of nona-porous abalones (*haliotis diversicolor supertexta*) [J]. Acta Ocean Sin, 2009, 28(5): 94-102.
- [44] 于佑安.栉孔扇贝急性病毒性坏死病毒(AVNV)卵内的垂直传播途径[J].水产学报,2009,33(6):1031-1036.
- [45] 吴成龙,史成银,黄健,等.大菱鲆虹体病虹彩病毒主要衣壳蛋白基因在毕赤酵母中的重组分泌表达[J].渔业科学进展,2009,30(3):55-61.
- [46] 牟希东.南方鲈的病害防治技术[J].科学养鱼,2009(4):45-51.
- [47] 张静,施慧,谢建军,等.网箱养殖鲈鱼内脏白点病原的分离与鉴定[J].浙江海洋学院学报,2009,28(2):174-175.
- [48] 樊海平,吴斌,曾占壮,等.日本鳗鲡体表溃疡病病原菌的分离鉴定及单克隆抗体制备[J].中国水产科学,2009,16(2):295-302.
- [49] 邓国成,罗霞,江小燕,等.草鱼出血病混合感染的嗜水气单胞菌的分离、鉴定与理化特性[J].微生物学通报,2009,36(8):1170-1177.
- [49] 李来好,吴燕云,李凤霞,等.广东省罗非鱼及其养殖环境中食源性致病菌菌谱分析[J].水产学报,2009,33(5):823-831.
- [50] 祝景琳,王国良,金珊.养殖大黄鱼病原弧菌多重 PCR 检测技术的建立和应用[J].中国水产科学,2009,16(2):156-164.
- [51] 方文雅,杨锐,朱鹏,等.紫菜外生细菌抑菌活性及其多聚酮合酶 CPXSI 基因筛选[J].微生物学报,2009,49(2):246-250.
- [52] 林雄平,郑怡,陈晓青.羊栖菜提取物抗动植物病原菌活性及化学非分初步分析[J].热带海洋学报,2009,28(2):77-82.
- [53] 孙进,于敏,任晓亮,等.海藻叶面附着细菌群落生理特性与荧光原位杂交分析[J].海洋湖沼通报,2009(4):51-61.
- [54] 张伟杰,杨雨,关翔宇,等.产重组别藻蓝蛋白类荧光蛋白的重组大肠杆菌发酵条件的优化[J].海洋科学,2009,27(9):57-61.
- [55] Li Dunhai, Li Genbao, Chen Wuxiong. Interactions between a cyanobacterial bloom (*Microcystis*) and the submerged aquatic plant *Ceratophyllum oryzetorum* Kom Chinese [J]. Journal of Oceanology and Limnology, 2009, 27(1): 38-42.
- [56] 张晓华,陈皓文.海洋原核生物名称[M].北京:科学出版社,2009:248.

(责任编辑:邓大玉)