

# 2010 年中国海洋微生物学研究成果\* Achievement of China Marine Microbiological Research in 2010

孙丕喜, 郑风荣, 陈皓文\*\*

SUN Pi-xi, 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:**2010 年中国学者对海洋微生物学的研究涵盖基础研究、应用研究以及基础研究与应用研究结合的产物, 对方法学的探求越来越追求精准快速并向检测对象的多样性发展, 对海洋病毒、海洋真菌、养殖生物病患、分类鉴定、生态和环境微生物学等方面的研究都有新的突破, 发表的海洋微生物学论文约有 350 篇, 其中水产学学科的论文约有 150 篇, 其余为基础性质的论文。学者们关注海洋微生物学的主要眼光正在从水产方面扩展, 中国海洋微生物学研究正日臻成熟。

**关键词:**海洋 微生物学 研究 成就

**中图分类号:**Q93 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2012)04-0277-10

**Abstract:** In 2010, the researches on marine microbiology included basic researches, application researches and the combination of two researches. The accuracy of methodology was improved and the variation of research objects increased. There were new breakthroughs in marine virus, marine fungus, mariculture diseases, classification identification, and ecology and environment microbiology. Articles related to marine microbiology was about 350, which 150 articles was about fisheries science and the rest articles was about basic researches. The researches of marine microbiology began to not just limit in fisheries science, which indicated the formation of China marine microbiology researches.

**Key words:** seas and oceans, microbiology, research, achievement

历经 60 年(1950~2010)的中国海洋微生物学研究已经全面成长并接近成熟期, 相关的各类研究正在蓬勃开展, 并取得了丰硕而令人振奋的成果。到 2010 年中国海洋微生物学的研究已经涵盖了基础研究和应用研究两方面, 有些则是基础研究和应用研究结合的产物, 包括传统的研究和分子的研究。本文解析 2010 年度中国海洋微生物学的研究状况, 以引起相关学者关注, 共同促进该学科发展。

## 1 研究动向及方法探求

2010 年, 中国学者关注海洋微生物学研究方向的势头有增无减, 涉及面进一步扩大, 包括海洋生态、古菌、海洋环境、微生物多样性及代谢产物、水产养殖生物病害和防治技术等方面, 关注更多的是国内外研究前沿<sup>[1,2]</sup>。比如, 李洪波等<sup>[1]</sup>进行了浮游病毒研究方法研究, 王新等<sup>[3]</sup>关注细菌生态学研究前沿, 赫荣乔<sup>[4]</sup>研究环境微生物, 贾仲君等<sup>[5]</sup>研究氨氧化古菌生态, 汪岷等<sup>[6]</sup>研究噬藻体遗传多样性。还有些研究涉及水产养殖动物病害防控技术、检测技术、疾病免疫、细胞生物膜感染的防治、药物防治、细菌耐药性, 包括珊瑚疾病的主要类型、生态危害及其与环境的关系<sup>[7]</sup>, 对虾白斑综合症病毒(WSSV, 下同)、传染性脾肾坏死病(ISKV)、病毒性神经坏死病(VNN)、流行性造血器官坏死病(EHN)、彩虹病

收稿日期: 2012-04-24

修回日期: 2012-09-26

作者简介: 孙丕喜(1955-), 男, 研究员, 主要从事海洋环境生态学

研究。

\* 海洋公益项目(200805031, 200905020)资助。  
\*\* 通讯作者: 陈皓文(1941-), 男, 研究员, 主要从事海洋、极地、环境和水产等微生物学及活性物质的研究。

毒等病害等研究<sup>[8]</sup>。另外,还有些研究涉及以细胞骨架为靶点的抗肿瘤大环内酯化合物、抗肿瘤活性物<sup>[9]</sup>、海洋细菌活性蛋白、活性肽、抗肿瘤药物的临床研究<sup>[10]</sup>、微包埋培养及应用等<sup>[11]</sup>。

对方法的探求,病毒和致病菌方面体现在检测方法、免疫分析、培养方法和芯片构建中,如 WSSV 环介导等温扩增检测,极早期基因启动子筛选文库构建,WSSV 和血卵涡鞭虫多重 PCR 检测,WSSV VP37 基因诱导重组载体构建、转化与自激活作用检测,大口黑鲈溃疡病综合症病毒 MCP 基因序列分析及 PCR 快速检测<sup>[12]</sup>,用于现场检测动物病毒的免疫芯片构建等等;细菌方面体现在希瓦氏菌单抗介导间接 ELISA 检测,副溶血弧菌双重 PCR 检测,创伤弧菌检测非培养法,溶藻弧菌外膜蛋白 *omPK* 基因表达和间接 ELISA 检测,鲍爱德华氏菌间接酶联免疫检测,刺参腐皮综合症 2 种致病菌间接荧光抗体检测,3 种病原菌多重 PCR 检测,6 种鱼病原菌免疫反应分析及其检测免疫芯片构建,贝类食用安全微生物检测及原位 PCR 检测细菌等<sup>[13]</sup>。这说明方法学越来越追求精准快速并向检测对象的多样性发展。

## 2 分子生物学研究

世界上其他国家用分子生物学理念和方法研究海洋微生物比中国早不多年。中国的相关研究进入本世纪后才有实质性的开展和进步,2010 年取得了不少成绩,体现在以下几个方面。

### 2.1 海洋病毒

2010 年中国海洋病毒研究与此前的不同之处在于题目不局限于养殖生物疾患,研究范围更为扩大,因而取得的成果是多方位的,其中包含基础性研究,预示中国海洋病毒学研究将跨上更全面发展之路。

2010 年中国海洋病毒研究成果主要有对虾白斑综合症病毒、传染性脾肾坏死病、病毒性神经坏死病、流行性造血器官坏死病、彩虹病毒、海水浴场肠道病毒<sup>[8]</sup>和微藻带急性坏死症病毒(AVNV)的研究<sup>[14]</sup>,传染性胰腺坏死病毒 VP3 蛋白原核表达及抗原性分析<sup>[15]</sup>,神经坏死病毒对卵形鲳鲹的致病性及外壳蛋白基因序列分析<sup>[16]</sup>,石斑鱼彩虹病毒 ORF162 和 ORF086 原核表达、纯化及抗体制备<sup>[17]</sup>,球石藻病毒硫氧化还原蛋白基因克隆、生物信息学分析<sup>[18]</sup>,鲈溃疡病综合症病毒 MCP 基因序列分析<sup>[12]</sup>,南极细菌胞外多糖体外抗单纯疱疹病毒

I 型<sup>[19]</sup>,红藻共附生微生物及抗植物病毒活性<sup>[20]</sup>等研究。对对虾白斑综合症病毒,主要涉及兔抗对虾白斑综合症病毒抗体制备<sup>[21]</sup>,对对虾白斑综合症病毒对克氏原螯虾血细胞的感染<sup>[22]</sup>,WSSV 相关基因表达特征 DDRT-PCR 分析<sup>[23]</sup>,酵母双杂交系统用于 WSSV 结构蛋白 VP39 相互作用的宿主蛋白基因研究<sup>[24]</sup>。对噬菌体,主要有嗜热细菌嗜菌体  $\beta$ V1 完整基因组序列和 proteomic 分析<sup>[25]</sup>,赤潮霍乱弧菌噬菌体分离筛选和特性<sup>[26]</sup>、噬菌体 EJ(3)9P1 ORF172 基因克隆和表达<sup>[27]</sup>等研究。对水产病毒检测,有水产动物病毒现场检测免疫芯片<sup>[28]</sup>、对对虾白斑综合症病毒和血卵涡鞭虫多重 PCR 检测<sup>[29]</sup>以及淋巴囊肿瘤病毒 DNA 疫苗研究<sup>[30]</sup>等。

### 2.2 海洋细菌

对海洋弧菌,有牙鲆弧菌 HQ010712-1 外膜蛋白<sup>[31]</sup>,DD-PCR 方法分离鳗弧菌刺激牙鲆差异 cRNA 及表达<sup>[32]</sup>,坎氏弧菌热不稳定溶血素基因克隆表达、蛋白纯化及其特性<sup>[33]</sup>,副溶血弧菌质粒图谱<sup>[34]</sup>,溶藻弧菌质粒 pVAE259 全序列与分子生物学特征<sup>[35]</sup>等研究。

对海洋弧菌以外的细菌,有地中海富盐菌 *phaB* 基因鉴定及 pHBV 前体供应<sup>[36]</sup>,红灯食烷菌黄素结合单加氧酶(AlmA)基因克隆及其烷烃诱导表达<sup>[37]</sup>,黄海希瓦氏菌单柱介质间接 ELISA 检测<sup>[38]</sup>,放线菌次级代谢力的核糖体工程改造<sup>[39]</sup>,沼泽红假单胞菌核酮糖-1S-三磷酸羧化酶/氧化酶基因克隆及表达<sup>[40]</sup>、抗鲶爱德华氏菌多克隆抗体制备及特性<sup>[41]</sup>,南极假交替单胞菌多糖合成酶 *UGD* 基因表达<sup>[42]</sup>、病原菌多重 PCR 法<sup>[43]</sup>、假单胞菌 CI4 抗菌蛋白纯化<sup>[44]</sup>等研究。对石油等环境微生物,有石油降解菌 16S rDNA 序列<sup>[45]</sup>、富集文库-菌落原位杂交筛选仿刺参微卫星标记<sup>[46]</sup>,浮游藻与巨型细菌 EhV 互换基因<sup>[47]</sup>,PCR-DGGE 解析阴离子交换膜生物反应器反硝化过程中微生物群落结构<sup>[48]</sup>,深海沉积物微生物基因组文库源的酯酶基因克隆、表达及酶学性质<sup>[49]</sup>,离子色谱法测嗜热厌氧菌发酵液有机磷液有机磷及无机阴离子<sup>[50]</sup>等研究。

### 2.3 海洋抗菌肽及其它

对海洋抗菌肽,有厚壳贻贝两抗菌肽 cDNA 基因克隆及序列<sup>[51]</sup>、三疣梭子蟹 I 型两抗菌肽基因克隆及基因表达<sup>[52]</sup>、家蝇抗菌肽对凡纳滨对虾生长性能及免疫<sup>[53]</sup>、红树林内生真菌 CIII-1 菌抗菌蛋白<sup>[54]</sup>等研究。其它,有侧孢短芽孢杆菌 Lh-1 株多肽 R-1 性质及作用,海洋金藻 16S rRNA 基因序列分类、白

色琼脂胶菌 QM38 $\beta$  琼脂酶基因 *agaDoz* 的克隆表达等研究。

### 3 鉴定、分类及系统发育研究

研究人员对气单胞菌、产电希瓦氏菌 sp. S2、丝状蓝藻等约 34 个微生物类别进行相关研究,这些研究涵盖了以细菌为主的微生物的分离、纯化、生理生化性状,乃至分子生物学测得的序列、系统发育分析等。这表明相关研究步入了新阶段,主要体现在新方法、广泛生境和研究深度上。

2010 年中国海洋微生物分离、鉴定或系统发育分析成果主要有:气单胞菌、鳃弧菌、欧鳃肝肾病原菌、锯缘青蟹混合感染菌和罗非鱼耐冷腐败菌的分离、鉴定、生长特性及其毒力<sup>[55]</sup>,迟钝爱德华氏菌黏附、侵袭特性和二/三聚吡啶类生物碱<sup>[56]</sup>,鳃爱德华氏菌的间接酶联免疫检测和多克隆抗体<sup>[41]</sup>,鳃利斯顿氏菌的 16S rRNA 和 *recA* 分离鉴定<sup>[57]</sup>,链球菌/无乳链球菌的致罗非鱼病原分离鉴定及药敏试验、系沙雷氏菌产河肠毒素<sup>[58]</sup>,产电希瓦氏菌 *Shewanella* sp. s2 筛选、产电分析、具电催化活性<sup>[59]</sup>,卵形鲳鲹致病菌美人鱼发光杆菌杀鱼亚种<sup>[60]</sup>,条石鲷尾白浊病原和参腐皮病<sup>[61]</sup>、黑鲷肠炎病原菌恶臭假单胞菌的分离、鉴定及系统发育<sup>[62]</sup>,溶藻弧菌的可溶性蛋白二维图谱、部分蛋白分子<sup>[63]</sup>,盐芽孢杆菌相似菌 whw5 菌的分离、鉴定、系统发育及嗜盐性<sup>[64]</sup>,创伤弧菌的非培养法<sup>[65]</sup>,产过氧化氢酶菌株 CE-1 的筛选、鉴定<sup>[66]</sup>,三疣梭子蟹病原副溶血弧菌的分离鉴定<sup>[67]</sup>,哈维氏弧菌的分离鉴定<sup>[68]</sup>,对坎氏弧菌、热不稳溶血素基因克隆、表达,蛋白纯化及特性<sup>[33]</sup>,黄鱼腐败菌的腐败能力、菌种鉴别<sup>[69]</sup>和假单胞菌、嗜冷菌、产 H<sub>2</sub>S 细菌的分离鉴定<sup>[70]</sup>等研究。另外,还从深圳赤潮中分离筛选了霍乱弧菌噬菌体并进行抗肿瘤活性的研究,对( $\beta$ )-半乳糖苷酶产生菌进行低温筛选、鉴定、生长特性和酶学性质研究。还有些研究涉及到有益菌如黄鱼弧菌拮抗菌的筛选、鉴定<sup>[71]</sup>,沼虾养殖池中芽孢杆菌的分离鉴定<sup>[72]</sup>,沼泽红假单胞菌的快速批量培养<sup>[73]</sup>,光管细菌的系统发育分析<sup>[74]</sup>,珊瑚礁-海草床固氮菌的分离、鉴定<sup>[75]</sup>,亚硝酸盐降解菌的筛选、鉴定及降解条件、效果研究<sup>[76]</sup>,好氧反硝化细菌 YX-6 株的特性、鉴定、分析<sup>[77]</sup>,好氧反硝化特性<sup>[78]</sup>,南海中海绵相关细菌强壮群海绵 (*Agelas robusta*) 的系统发育多样性<sup>[79]</sup>,防污细菌的筛选、鉴定<sup>[80]</sup>,丝状蓝藻的分子鉴定及对原油的耐受力的研究<sup>[81]</sup>,红树内

生细菌、内生真菌无孢类群(桐花树内)的促生菌遗传分析、鉴定、促生力研究<sup>[54]</sup>等等。

2010 年基础研究得到重视,研究人员发现了一些新菌种,如凝集海滩杆菌 (*Aestuariatibacter aggregatus*)、*Oceanibicola nitratreducens*、非典型弧菌 (*Vibrio atypicus*)、*V. marisflavi* 等,这些菌种已经被国际权威机构确认<sup>[82]</sup>。

### 4 生态和环境微生物学研究

与生态学研究关系密切的一类课题是环境微生物学研究。2010 年相关研究课题不少于 27 项,内容涉及不同类别微生物在不同生境中的活动,与环境、生态因子的关系等。其中一个突出的内容是微生物对原油/石油及农药的降解活动及其影响因子,例如解油微生物筛选及降解条件<sup>[83]</sup>,厦门近海水多环芳烃降解菌原位富集与其多样性<sup>[84]</sup>,食烷菌、海杆菌降解石油的协同效应<sup>[85]</sup>,原油降解微生物的 16S rRNA 序列<sup>[86]</sup>,产生物表面活性剂石油降解菌的筛选及降解特性<sup>[87]</sup>,印度洋表水石油降解菌多样性<sup>[88]</sup>,1 株高效降解多环芳烃的筛选、鉴定、特性<sup>[89]</sup>,伯克霍尔德里氏菌 DAZ 降解邻苯二甲酸、二甲脂<sup>[90]</sup>,多环芳烃的高效降解菌筛选及中间降解产物分析<sup>[91]</sup>,均匀设计优化新鞘氨醇菌 US6-1 降解高分子量多环芳烃<sup>[92]</sup>,1 株丝状蓝藻分离、鉴定及对原油的耐受性<sup>[81]</sup>等等。另一个突出内容是对养殖环境中微生物活动的研究,涉及有害微生物防治和有益微生物(包括固定化微生物)的利用,如 1 株亚硝酸盐降解菌的筛选、鉴定及降解力<sup>[76]</sup>,地衣芽孢杆菌 De 株降解凡纳滨对虾粪便<sup>[93]</sup>,红树林湿地希瓦氏菌 W3 还原腐殖质<sup>[94]</sup>,光合细菌对重盐碱地养殖池水质的作用<sup>[95]</sup>,海洋异养细菌对无机氮的吸收<sup>[96]</sup>,PCR-DGGE 解析阴离子交换膜生物反应器及硝化过程中微生物群落结构<sup>[48]</sup>,南极低温降解菌、筛选及对低温降解的适应<sup>[97]</sup>,菌藻系统处理养殖用海水<sup>[98]</sup>,中草药抗菌<sup>[99]</sup>,南极假交替单胞菌净化模拟海水养殖水<sup>[100]</sup>,海水养殖含氮废水复合生态制剂处理<sup>[101]</sup>,繁茂膜海绵、抗生素和加大水交换量对大菱鲆水境病原细菌的影响<sup>[102]</sup>,侧扁轮珊瑚乙醚提取物抗氧化、抑菌<sup>[103]</sup>等研究。

与生态学研究关系密切的另一类课题为深海、近岸、海湾、河口等的微生物本身或与其它生物、环境生态因子间关系分析,如深海沉积物微生物元基因组文库来源<sup>[49]</sup>、南海北部陆坡某海域某岩芯表层沉积物古菌多样性<sup>[104]</sup>、深海耐/嗜压菌细胞毒活性

生化代谢<sup>[105]</sup>、黄海西北近岸沉积物细菌群落空间分布<sup>[106]</sup>、趋磁细菌地域分布特征<sup>[107]</sup>、趋磁细菌 QH-3 鞭毛特征<sup>[108]</sup>、胶州湾表层沉积物细菌多样性<sup>[109]</sup>、天津渤海湾近岸表层沉积物细菌丰度与环境因子关系<sup>[110]</sup>、红树林区微生物群落结构<sup>[111]</sup>、浙江南麂岛海洋沉积物抗弧菌的放线菌<sup>[112]</sup>、东海赤潮高发区浮游细菌分布与活性<sup>[113]</sup>、长江口粪大肠菌等夏秋季节变化<sup>[114]</sup>、罗源湾水粪大肠菌分布年际变化<sup>[115]</sup>、深圳海区弧菌生态<sup>[116]</sup>、大鹏湾异养细菌群落结构、丰度及与环境因子培养力关系<sup>[117]</sup>、强降雨对虾池微生物的影响和细菌群落结构分析<sup>[118]</sup>、海水浴场肠道病毒<sup>[119]</sup>、南黄海夏季微小型浮游植物丰度<sup>[120]</sup>等研究。说明中国学者对相关研究的眼光、角度、广度和深度都有了更新、更大的变化。

## 5 海洋真菌研究

如果说以往对海洋真菌的研究比较零星,甚至边缘化的话,那么 2010 年的研究可以说是成果不少,甚至到了集体亮相的程度。2010 年研究涉及的海洋真菌地域之广、种类之多、手段之新等,都是历年之最。对红树林微生物的研究已经持续多年,2010 年对其共内生真菌等微生物的研究成果尤为突出,研究方法/手段更新、目标多样化更明确。

2010 年对海洋真菌,主要有海洋真菌代谢产物<sup>[121]</sup>,100 株真菌次生代谢产物的生物活性<sup>[122]</sup>,海绵源真菌具抗肿瘤活性的代谢产物<sup>[123]</sup>,环境胁迫对珊瑚共附生真菌 *Aspergillus ochraceus* LCTJ11-102 次生代谢的影响<sup>[124]</sup>,用 HPLC/ESI 技术分析南海红树林内生真菌 1403 # 代谢产物<sup>[125]</sup>,红海榄根际土壤泡盛曲霉 F12 及其代谢产物<sup>[126]</sup>,花刺柳珊瑚共生真菌 *Penicillium* sp. gx wz406 的次生代谢产物<sup>[127]</sup>,毛霉 *Mucor* sp. MNP801 转化香豆素的发挥性成分<sup>[128]</sup>,桐花树内生真菌 GT<sub>2002</sub> 1545 发酵液化学成分<sup>[129]</sup>,无孢类群真菌的分子鉴定<sup>[130]</sup>等研究;对真菌胞外多糖,有南极树粉孢鼠真菌胞外多糖分纯、结构和海绵内生真菌胞外多糖理化性质及清除自由基活性等研究;对真菌分离、鉴定、应用及分子生物学,主要有寄生海藻的卵菌和真菌<sup>[131]</sup>,海南某热带雨林丛枝菌根真菌<sup>[132]</sup>,灰黄青霉分子检测、蛋白融合基因<sup>[133]</sup>,酵母双杂交系统用于 WSSV 结构蛋白 VP39 相互作用的宿主蛋白基因<sup>[24]</sup>,副溶血弧菌 *tdh* 基因在毕赤酵母中表达及溶血性<sup>[134]</sup>,半知菌 JYX Z1 菌株 (*Penicillium grisco falvum*) 对重

金属的反应<sup>[135]</sup>,酵母、轮虫、小球藻、螺旋藻强化的轮虫培育 3 种仔鱼<sup>[136]</sup>等研究。

## 6 养殖生物病患的微生物学研究

病患从来都与生物相伴。有养殖对象,必有相应的病患发生,海洋的养殖生物也不例外。与此相伴而行的便是对病患微生物研究。多年来,中国海洋微生物学的研究,涉及养殖生物病患的课题始终是重头戏。在以往的基础上,2010 年对病患等的微生物研究则更上一层楼,其研究规模更大、研究手段更新、研究成果更多。2010 年研究对象已经涉及约 40 种各级各类动植物,研究方法包罗传统的和现代分子生物学的,因而研究成果显示出丰富多样和方法多样化。主要研究对象是鱼类和甲壳动物。病原生物以病毒和弧菌为多,所用研究手段和阐明问题方法以分子生物学见长。反映了中国海洋微生物学的研究手段正在不断更新中,因而其研究成果也正在赶超世界先进水平之中。对养殖生物病患的研究正在从“头痛医头,脚痛医脚”的穷于应付状态中走出。人们比以往更重视养殖环境和生态状态的综合研究治理,从更高更新更深的层次上阐明问题。

2010 年与海产养殖相关的微生物学研究成果主要有贝类、棘皮动物、软体动物、甲壳动物和鱼等方面的研究。对贝类,有青蛤鳃弧菌刺激后溶菌酶基因表达及磷酸酶活性<sup>[137]</sup>,菲律宾蛤仔育苗中光合菌 RPD-1 的作用<sup>[138]</sup>,牡蛎抗菌蛋白的制备及活性<sup>[139]</sup>,方斑东风螺肿吻症病原菌分离鉴定及药敏分析<sup>[140]</sup>,大扇贝单孢藻育幼体<sup>[141]</sup>,厚壳贻贝抗菌肽基因的克隆与序列分析<sup>[51]</sup>,缢蛏气单胞菌分离鉴定及毒性<sup>[142]</sup>,贝类食用安全微生物检测<sup>[13]</sup>等等的研究。

棘皮动物:对海参,有常见病因及防治,腐皮病、表皮溃烂和肿嘴病原<sup>[143]</sup>,肠道及养殖塘菌群组成 PCR-DGGE 分析<sup>[144]</sup>,肠道益生菌<sup>[145]</sup>,越冬池浮游菌<sup>[146]</sup>,越冬期病因<sup>[147]</sup>,育苗期病因<sup>[148]</sup>,灿烂弧菌胞外生物毒性<sup>[149]</sup>,内生真菌胞外多糖<sup>[150]</sup>,养殖池浮游病毒与环境因子<sup>[151]</sup>等研究;对海绵,有真菌产物研究。

软体动物主要是海蜇腐烂等防治研究。甲壳动物:对三疣梭子蟹,有副溶血弧菌分离鉴定<sup>[67]</sup>,底泥异养细菌群落<sup>[152]</sup>,抗菌肽基因克隆、重组、表达<sup>[52]</sup>等研究;对锯缘青蟹,有弧菌病害防治术,致病菌分离、鉴定、治疗,围垦区爆病等研究;对鲍,有弧菌病,罗源湾爆发性死亡原因等研究;对对虾,有 WSSV

病毒病,综合 WSSV 症早期基因启动子等研究;对中国对虾,有 WSSV 基因表达<sup>[23]</sup>,5-溴嘧啶处理受精卵<sup>[153]</sup>,兔抗 WSSV 抗体<sup>[119]</sup>,自然与人工感染 WSSV<sup>[154]</sup>,益生菌 ZD02 分离及在精养中作用<sup>[155]</sup>等研究;对日本对虾,研究了芽孢杆菌在育苗中的应用;对南美白对虾,有褐斑病、红体病(桃拉病毒)及其它常见病的研究;对凡纳滨对虾,有美人鱼发光杆菌免疫、抗病,抗 WSSV 选育、抗病与免疫,芽孢杆菌解粪,枯草芽孢杆菌改水质作饲料,固定化微生物在养成应用,强降雨影响菌群落菌等研究;对沼虾,有芽孢杆菌作为益生菌的研究;对克氏原螯虾,研究了白斑症病毒对血细胞的感染。

鱼类:对牙鲆,有淋巴囊肿病毒<sup>[156]</sup>,河流弧菌感染后血清抗菌<sup>[157]</sup>,鳗弧菌刺激相关的牙鲆差异 cDNA 及表达<sup>[31]</sup>,抗鳗弧菌病家系筛选<sup>[158]</sup>,秦皇岛弧菌外膜蛋白<sup>[159]</sup>,鲈爱德华氏菌<sup>[160]</sup>等研究;对大菱鲆,有腐败菌生长曲线<sup>[161]</sup>,中草药治肠炎<sup>[162]</sup>,工厂化中的病害防治<sup>[163]</sup>,鱼病诊断和有效投药方法<sup>[164]</sup>,海绵等对环境病原菌调控<sup>[102]</sup>等研究;对大口黑鲈,有溃疡病毒,尖吻鲈凝结芽孢杆菌对消化酶及非特异性免疫酶的影响等研究;对卵形鲳鲹,有神经坏死病毒致病、外壳蛋白基因序列<sup>[16]</sup>,发光菌分离鉴定<sup>[60]</sup>等研究;对红鳍东方鲀,有哈维氏弧菌胞外产物致病的研究;对石斑鱼,有虹彩病毒 ORF162 蛋白表达、纯化、抗体、乳酸菌, RNA 技术等研究;对斜带石斑鱼,有乳酸菌在模拟胃肠环境中存活的研究;对点带石斑鱼,有乳酸菌在模拟胃肠环境中存活的研究;对中华倒刺鲃,有灭活菌免疫后血免疫指标的研究;对黑鯛,有恶臭假单胞菌分离、鉴定的研究;对条石鯛,有尾白浊症病原恶臭分离、鉴定的研究;对罗非鱼,有益生菌<sup>[165]</sup>,分鉴链球菌病及诊治<sup>[166]</sup>,无乳链球菌分离、鉴定、致病性<sup>[167]</sup>,耐冷腐败菌分离、鉴定及生长<sup>[168]</sup>,海藻酸钠涂膜保鲜<sup>[169]</sup>,芽孢杆菌制剂<sup>[170]</sup>等研究;对条纹斑竹鲨,有哈氏弧菌对酶活影响的研究<sup>[171]</sup>;对斑点叉尾鱼,有鲁氏耶尔森氏菌分、鉴及系统发育,虹彩病毒等研究;对黄鱼,有冷藏中腐败菌鉴别及能力<sup>[172]</sup>,抗弧菌的放线菌<sup>[112]</sup>,染哈氏弧菌后血液及组织病理<sup>[173]</sup>,溃疡病组织病理<sup>[174]</sup>等研究;对鲟,有烂腮、胃充气,病害调研防治等研究;对大龙六线鱼,有链球菌(与海肠链球菌似的)防治研究<sup>[175]</sup>;对鳗,有利斯硕氏菌分离鉴定、胺肾病病原分离、鉴定等研究;对军曹鱼,有神经坏死病毒致病性的研究。

## 7 论文发表情况

分析相关刊物发表的论文数量,可知 2010 年中国海洋微生物学论文数约 350 篇,比 2009 年少一些<sup>[176]</sup>。将文章大体分为基础和水产两类,水产学科的文章约 150 篇,其余为基础(包括应用基础)性质的,后者比前者多,这似乎说明学者们对基础性课题比以往有所重视。在相关刊物间比较所载的论文数量,按数量多寡排序,前 8 份刊物依次是《中国海洋大学学报》(51 篇)>《海洋科学》(26 篇)>《海洋与湖沼》(25 篇)>《微生物学报》=《水学学报》(23 篇)>《海洋学报》(20 篇)>《中国海洋药物》(19 篇)>《中国水产科学》(16 篇),这 8 份刊物所载论文数占相关论文总数的 58%,若加上《渔业科学进展》和《齐鲁渔业》两刊的论文,则该比率升至 67.7%。学者们在学术性较强刊物上发表的论文比以往增多,少量中国学者还在国外刊物发表论文<sup>[25,30,82]</sup>,这意味着学术水平有所提高。这些刊物的学术性、权威性都比较高,说明刊物主要性质由以往以水产学科类为主向包括广泛的微生物学在内的综合性刊物转移,也表明学者们关注海洋微生物学的主要眼光正在从水产方面扩展,即由侧重病害研究向全面研究转移。全年英文论文至少发表了 20 篇,作者来自中国大陆、香港或是在国外工作/学习的华人。一些相关的国际会议在中国举行,证明中国学者在世界范围内论述观点、展现成果的信心和愿望有所增强,能力和水平均有提高。以上各点表明中国海洋微生物学研究正日臻成熟。

## 8 结束语

作者自上世纪末以来,一直关注海洋微生物学研究的国内外动态,连续发表一些论述。就我们所掌握的材料看,中国海洋微生物学历经 60 余年的研究,整体正在进入成熟期。中国相关学者的数量、研究水平和研究成果都有很大增加、提高,有些研究已跻身世界水平。可以预见中国海洋微生物学研究将会在更加通盘考虑和更加深广化的努力中再取辉煌。当前我们不仅要追求论文数量、质量,更要高瞻远瞩、关注外界动态,加强加大经费投入。全面考虑、统筹安排、集中优势,有大的气魄,建立和巩固有自身特色的研究领域和路线。不仅要搞好自己领海的海洋微生物学研究,更要有深海大洋意识,做大做强,为世界范围的海洋微生物学研究做出海洋大国乃至强国的应有贡献。加强薄弱环节,比如深海水、

空、地微生物学及微生物在生态系统中的作用和地位等等的研究。这包括研发方法、思路和仪器设备等的更新、创新和研制,以形成具有自身特色并可可持续发展的群体,而不仅仅是跟踪先进。只有这样,方能在世界范围内屹立于不败之地,方能成为真正的海洋微生物学研究强国。

#### 参考文献:

- [1] 李洪波,肖天,林凤翔.海洋浮游病毒的研究方法[J].海洋科学,2010,34(9):97-101.
- [2] 陈皓文,孙丕喜.2008年中国海洋微生物学研究概况[J].管理观察,2010,11:143-146.
- [3] 王新,周艳艳,郑天凌.海洋细菌生态学的若干前沿课题及其研究新进展[J].微生物学报,2010,50(3):291-297.
- [4] 赫荣乔.国内同行对水环境相关微生物的研究给予了重视[J].微生物学通报,2010,37(1):1.
- [5] 贾仲君,翁佳华,林先贵,等.氨氧化古菌的生态学研究进展[J].微生物学报,2010(4):431-437.
- [6] 汪岷.同群噬藻体遗传多样性的研究进展[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2010(8):73-79.
- [7] 黄玲英,余克服.珊瑚疾病的主要类型、生态危害及其与环境的关系[J].生态学报,2010,36(5):1328-1340.
- [8] 陈爱平,刘富林,吴凡修.2010年水产养殖病害发生情况与2011年流行趋势分析[J].中国水产,2011(3):56-59.
- [9] 任红,崔承彬.海洋微生物抗肿瘤活性产物研究进展[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2010,40(5):057-063.
- [10] 郭雷,宋晓凯,王淑军,等.海洋抗肿瘤药物的临床研究进展[J].海洋科学,2010(3):82-87.
- [11] 冀世奇,刘晨光,张晓华.海洋微生物微包埋培养及应用研究进展[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2010(4):53-59.
- [12] 马冬梅,白俊杰,邓国成,等.大口黑鲈溃疡综合征病毒 MCP 基因序列分析及 PCR 快速检测方法的建立[J].中国水产科学,2010,17(6):149-1156.
- [13] 兰睿曠,叶淑红,卢兴旺,等.海产贝类食用安全微生物快速检测方法的建立及应用[J].海洋环境科学,2010(4):582-585.
- [14] 张婧宇,李贇,任伟成,等.主要浮游微藻携带急性病毒性坏死症病毒(AVNV)的研究[J].水产学报,2010(8):1254-1259.
- [15] 赵丽丽,刘敏,哈卓,等.传染性胰腺坏死病毒 VP3 蛋白原核表达及抗原性分析[J].水产学报,2010,34(4):604-610.
- [16] 许海东,区又君,郭志勋,等.神经坏死病毒对卵形鲳鲹的致病性及外壳蛋白基因序列分析[J].上海海洋大学学报,2010,19(4):482-488.
- [17] 夏立群,张红莲,梁海鹰,等.新加坡石斑鱼彩虹病毒 ORF162 蛋白表达、纯化、抗体制备[J].上海水产学报,2010,19(1):1-6.
- [18] 张彦峰,刘静雯,张维兰,等.球石藻病毒硫氧化还原蛋白基因克隆、生物信息学[J].海洋与湖沼,2010,41(2):293-300.
- [19] 陈豪,郑洲,赵格,等.南极细菌胞外多糖体外抗单纯疱疹病毒 I 型的实验研究[J].中国海洋药物,2010(5):22-25.
- [20] 侯捷,王新红,陈震,等.红藻共附生微生物的分离及抗植物病毒活性筛选[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2010(5):96-98.
- [21] 韦秀梅,绳秀珍,唐小千,等.兔抗对虾白斑症病毒(WSSV)独特型抗体的制备及其特性分析[J].海洋与湖沼,2010(2):286-292.
- [22] 王轶南,战文斌,唐小千,等.白斑症病毒(WSSV)对克氏原螯虾血细胞的感染规律[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2010(9):56-60.
- [23] 赖晓芳,孔杰,王清印,等.中国对虾抗 WSSV 相关基因表达特征的 DDRT-PCR 分析[J].中国水产科学,2010(2):193-200.
- [24] 王维新,黄健,高天翔.酵母双杂交系统用于 WSSV 结构蛋白 VP39 相互作用的宿主蛋白基因的初步研究[J].海洋湖沼通报,2010(2):11-16.
- [25] Liu Bin, Wu Suijie, Xie Lianhui. Complete genome sequence and proteom analysis of a thermophilic bacteria phage BV1[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2010, 29(3):84-89.
- [26] 蔡俊鹏,孙丽滢.深圳赤潮中霍乱弧菌噬菌体的分离筛选及生物学特性分析[J].微生物学通报,2010(1):12-18.
- [27] 董浩,艾云灿.海洋噬菌体 EJ(3)9P1 ORF172 基因的克隆与表达[J].江西农业大学学报,2010(6):1253-1256.
- [28] 徐晓丽,绳秀珍,战文斌.一种水产动物病毒现场检测免疫芯片的制备与应用[J].海洋与湖沼,2010(5):698-706.
- [29] 施慧,许文军,谢建军,等.史海东白斑综合征病毒(WSSV)和血卵涡鞭虫多重 PCR 检测方法的建立[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2010(6):557-561.
- [30] Zheng Fengrong, Sun Xiuqin, Hongzhan, et al. Distribution and expression in vitro and in vivo of DNA vaccine against lymphocystis disease virus in Japanese flounder (*paralichthys olivaceus*) [J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2010, 28(1): 67-74.
- [31] 王忠,邓灯,程顺峰,等.鱼肠道弧菌外膜蛋白抗原性

- 分析[J]. 水产科学, 2010(8):455-459.
- [32] 范玉顶,陈妍婕,钟其旺,等. 利用 DD-PCR 分离鳃弧菌刺激相关的牙鲆差异 cDNA 及表达[J]. 中国水产科学, 2010(3):431-438.
- [33] 孙婧,孙铂光,贾爱荣,等. 坎氏弧菌热不稳定溶血素基因的克隆表达、蛋白纯化及其活性[J]. 中国水产科学, 2010(4): 745-752.
- [34] 王淑娟,魏见芳,李天保,等. 副溶血弧菌质粒图谱及其抗药性研究[J]. 齐鲁渔业, 2010(11):1-4.
- [35] 苏婷,罗鹏,任春华,等. 溶藻弧菌质粒 pVAE259 全序列测定与分子生物学特征分析[J]. 微生物学报, 2010(2):162-168.
- [36] 冯博,蔡双凤,韩静,等. 地中海富盐菌中 *phaB* 基因的鉴定及 PHBV 前体供应途径的分析[J]. 微生物学报, 2010(10):1305-1312.
- [37] 王万鹏,邵宗泽. 红灯壳烧菌 (*Alcanivorax hongdengensis*) 黄素结合单加氧酶(AlmA)的基因克隆及其烷烃诱导表达[J]. 微生物学报, 2010(8):1051-1057.
- [38] 景宏丽,李强,吴秋仙,等. 黄海希瓦氏菌单抗介导间接 ELISA 快速检测技术的建立[J]. 大连水产学院学报, 2010(6):547-550.
- [39] 韩晓,崔承彬,韩小贤,等. 放线菌野生株代谢功能的核糖体工程改造与新产抗肿瘤活性产物研究[J]. 国际药学研究杂志, 2009(6):435-442.
- [40] 杜翠红,刘静雯,周集体. 沼泽红假单胞菌 (*Rhodospseudomonas palustris*) 核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶/氧化酶基因克隆及其在大肠杆菌中的表达[J]. 海洋与湖沼, 2010(3):315-321.
- [41] 李华,李重实,李明,等. 抗鲶爱德华氏菌多克隆抗体的制备及特性分析[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(10):29-32.
- [42] 李江,沈继红,何培青,等. 环境因子对南极菌 *Pseudoalteromonas* sp. S-15-13 多糖合成关键酶 UGD 基因表达的影响[J]. 海洋与湖沼, 2010(6):824-828.
- [43] 李晨,王秀华,黄健. 3 种主要水产病原菌多重 PCR 检测方法的建立[J]. 渔业科学进展, 2010(3):100-106.
- [44] 任慧娟,许煜泉,董德贤,等. 假单胞菌株 M18 *gacA* 基因的克隆、表达及蛋白纯化[J]. 微生物学通报, 2010(3):401-406.
- [45] 郝旭光,孙寓姣,王红旗. PCR-酶切技术在石油烃降解菌筛选鉴定中的应用[J]. 环境工程学报, 2010(2):449-452.
- [46] 卢超,包振民,彭薇,等. 富集文库-菌落原位杂交筛选仿刺参微卫星标记[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(10):137-141.
- [47] 作者不详. 海洋浮游藻与巨型细菌大规模互换基因 [J]. 齐鲁渔业, 2010(5):54-54.
- [48] 高孟春,梁方圆,杨丽娟,等. 徐婕 PCR-DGGE 解析阴离子交换膜生物反应器反硝化过程中微生物群落结构变化[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(4):79-84.
- [49] 徐士庆,胡永飞,袁爱花,等. 深海沉积物微生物元基因组文库来源的新的酯酶基因的克隆、表达及酶学性质[J]. 微生物学报, 2010(7):891-896.
- [50] 法芸,张聪,杨海燕,等. 离子色谱法同时测定嗜热厌氧菌发酵液中的有机酸与无机阴离子[J]. 海洋科学, 2010(11):23-26.
- [51] 廖智,刘梅,王日昕,等. 厚壳贻贝抗菌肽 mytilin 和 myticin 的 cDNA 基因的克隆与序列分析[J]. 水产学报, 2010(7):1025-1033.
- [52] 申望,叶茂,石戈,等. 三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) I 型 Crustin 抗菌肽的基因克隆与真核重组表达[J]. 海洋与湖沼, 2010(3):371-377.
- [53] 陈冰,曹俊明,陈平洁,等. 家蝇抗菌肽对凡纳滨对虾生长性能及免疫相关指标的影响[J]. 中国水产科学, 2010(2):258-266.
- [54] 张兴峰,柳凤,向红,等. 红树内生真菌 CIII-1 菌株鉴定及胞外抗菌蛋白性质[J]. 微生物学报, 2010, 21(2):222-227.
- [55] 夏小安,吴清洋,李远友,等. 锯缘青蟹混合感染症致病菌的分离鉴定与感染治疗[J]. 热带海洋学报, 2010(5):103-110.
- [56] 王斌,刘双凤,袁甜. 迟钝爱德华氏菌黏附及侵袭特性的研究[J]. 大连水产学院学报, 2010(1):1-7.
- [57] 王成义,闫茂仓,陈少波,等. 基于 16S rRNA 和 *recA* 香色鳃利斯顿氏菌的分离鉴定[J]. 海洋通报, 2010(1):84-90.
- [58] 胡星夏,鲍洁妮,孟欲飞,等. 产红色素的沙雷氏菌的诱变与筛选[J]. 嘉兴学院学报, 2010(6):34-36.
- [59] 王博,许玫英,孙国萍. 脱色希瓦氏菌 (*Shewanella decolorationis*) S12 还原不同电子受体的厌氧发酵罐培养方法[J]. 微生物学通报, 2010(2):179-185.
- [60] 王瑞旋,冯娟,苏友禄,等. 卵形鲳鲆美人鱼发光杆菌杀鱼亚种的分离鉴定[J]. 中国水产科学, 2010(5):1020-1027.
- [61] 闫茂仓,单乐州,马爱敏,等. 条石鲷烂尾白浊症病原菌的分离鉴定及系统发育分析[J]. 上海海洋大学学报, 2010(1):50-55.
- [62] 毛芝娟,王美珍,陈吉刚,等. 黑鲟肠炎病原恶臭假单胞菌的分离和鉴定[J]. 渔业科学进展, 2010(3):23-28.
- [63] 庞欢瑛,李岩,鲁义善,等. 溶藻弧菌全菌可溶性蛋白二维图谱的建立及部分蛋白分子的鉴定[J]. 中国水产科学, 2010(3):404-413.

- [64] 张国庆,董晓芳,佟建明,等.一株芽孢杆菌的分离和鉴定[J].微生物学通报,2010(8):1159-1163.
- [65] 许斌福,陈秀锦,刘晓东,等.创伤弧菌 FJ03-X2 株培养条件的优化研究[J].中国人兽共患病学报,2010(11):1008-1011.
- [66] 张增祥,王伟,郝建华,等.产过氧化氢酶菌株 CE-1 的筛选与鉴定[J].海洋科学,2010(11):54-58.
- [67] 阎斌伦,秦国民,暴增海,等.三疣梭子蟹病原副溶血弧菌的分离与鉴定[J].海洋通报,2010(5):560-566.
- [68] 张凤萍,彭志兰,张健,等.鲑鱼弧菌病原菌(哈维氏弧菌)的分离与鉴定[J].微生物学报,2010(3):304-309.
- [69] 李学英,许钟,杨宪时,等.大黄鱼腐败菌腐败能力分析与其特定腐败菌鉴别[J].上海海洋大学学报,2010(4):547-552.
- [70] 邓显文,谢芝勋,刘加波,等.罗非鱼荧光假单胞菌的分离鉴定[J].广西农业科学,2010(6):612-615.
- [71] 王娟,封永辉,蔡立胜,等.来自大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 肠道的弧菌拮抗菌的筛选与鉴定[J].海洋与湖沼,2010(5):707-713.
- [72] 刘涛,黄保华,石天虹,等.一株发酵液接种用枯草芽孢杆菌的分离鉴定[J].山东农业科学,2010(11):71-73.
- [73] 王妹,陈有光,段登选,等.沼泽红假单胞菌快速批量培养的初步研究[J].海洋湖沼通报,2010(1):89-94.
- [74] 陈梅娟,蒋进元,周岳溪,等.自养硝化细菌的分离、鉴定及系统发育分析[J].环境科学研究,2010(3):340-345.
- [75] 凌娟,董俊德,张燕英,等.一株珊瑚礁-海草床复合生态系统固氮菌的分离与鉴定[J].微生物学通报,2010(7):962-968.
- [76] 熊焰,刘力源,罗睿,等.1株亚硝酸盐降解菌的筛选、鉴定、降解条件及效果[J].中国水产科学,2010(6):1264-1271.
- [77] 安健,宋增福,杨先乐,等.好氧反硝化细菌 YX-6 特性及鉴定分析[J].中国水产科学,2010(3):561-569.
- [78] 高喜燕,刘鹰,郑海燕,等.一株海洋好氧反硝化细菌的鉴定及其好氧反硝化特性[J].微生物学报,2010(9):1164-1171.
- [79] Sun we, Dai Shikun, Wang Guamgh. Phylogenetic diversity of bacteria associated with the marine sponge *Agelas robusta* from the South China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2010, 29(5): 65-73.
- [80] 段东霞, 蔺存国, 郑纪勇. 海洋防污细菌的筛选与鉴定[J]. 海洋环境科学, 2010, 5: 649-652.
- [81] 唐霞, 何丽媛, 党志, 等. 一株丝状蓝藻的分离鉴定及其对原油耐受性能的研究[J]. 环境科学学报, 2010(10):1992-1998.
- [82] Wang yang, Zhang Xiaohua, Yu min, et al. *Vibrio alpicus* sp. nov. isolated from the digestive tract of the Chinese prawn (*Penaeus chinensis O'sheck*) [J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2010, 60(1):2517-2523.
- [83] 包木太, 陈庆国, 范晓宁, 等. 海洋石油降解微生物的筛选及降解条件优化[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2010(6):115-120.
- [84] 陈亮, 董纯明, 何进, 等. 厦门近海海水中多环芳烃降解菌的原位富集与降解菌多样性[J]. 微生物学报, 2010(10):1392-1398.
- [85] 崔志松, 郑立, 杨佰娟, 等. 两种海洋专性解烃菌降解石油的协同效应[J]. 微生物学报, 2010(3):350-359.
- [86] 梁静儿, 李宇, 叶倩, 等. 原油降解微生物的 16S rDNA 序列研究[J]. 海洋环境科学, 2010(4):513-515.
- [87] 刘海燕, 丁存宝, 贾长虹, 等. 产生物表面活性剂石油降解菌株筛选及降解特性[J]. 海洋环境科学, 2010(4):545-547.
- [88] 吴常亮, 王鑫, 邵宗泽. 印度洋表层海水石油降解菌的多样性[J]. 微生物学报, 2010, 50(8):1218-1225.
- [89] 王丽平, 郑丙辉, 隋晓斌, 等. 一株高效多环芳烃降解菌株的筛选鉴定及其特性研究[J]. 海洋环境科学, 2010(6):799-803.
- [90] 郭晓洁, 辛宝平, 马兴泰, 等. 克雷伯氏菌和伯克霍尔德氏菌复合菌群催化三硝基甲苯降解[J]. 催化学报, 2009(12):1261-1268.
- [91] 宋兴良, 王江涛, 张哲. 多环芳烃高效降解菌的筛选及其降解中间产物分析[J]. 海洋环境科学, 2010(6):815-818.
- [92] 郑伟, 田蕴, 郑天凌. 基于均匀设计优化新鞘氨醇菌 US6-1 对高分子量多环芳烃的降解条件[J]. 应用与环境生物学报, 2010(6):875-878.
- [93] 曹煜成, 李卓佳, 林小涛, 等. 地衣芽孢杆菌 De 株对凡纳滨对虾粪便的降解效果[J]. 热带海洋学报, 2010(4):125-131.
- [94] 吴鹏, 洪义国, 顾继光, 等. 红树林湿地希瓦氏菌 W3 的分离及腐殖质还原特性研究[J]. 环境科学, 2010(4):1041-1046.
- [95] 张明磊, 段登选, 王志忠, 等. 光合细菌对重盐碱地养殖池塘水质的影响[J]. 海洋湖沼通报, 2010(1):173-178.
- [96] 王秋璐, 周燕遐, 王江涛, 等. 海洋异养细菌对无机氮吸收的研究[J]. 海洋通报, 2010(2):231-234.
- [97] 刘芳明, 缪锦来, 董春霞, 等. 南极低温降解菌的筛选、鉴定与低温降解适应性分析[J]. 海洋与湖沼, 2010(5):692-697.
- [98] 宋学章, 李春岭, 李文敏, 等. 菌藻系统处理养虾海水

- 效果研究[J]. 中国水产, 2010(6):49-52.
- [99] 李建志, 杨丽珍, 刘文丽, 等. 7种中草药抗菌作用实验研究[J]. 黑龙江医药, 2010(1):107-108.
- [100] 迟明磊, 阚光锋, 史翠娟, 等. 一株南极细菌 (*Pseudoalteromonas* sp.) 对模拟海水养殖水体的净化作用[J]. 极地研究, 2010(3):313-320.
- [101] 周鑫, 王素英, 宋霖霞. 海水养殖含氮废水处理的复合微生态制剂研制[J]. 微生物学通报, 2010(4):543-546.
- [102] 张喜昌, 张卫, 薛凌云, 等. 繁茂膜海绵、抗生素和加大水交换量对大菱鲆水环境中病原细菌调控效果的比较[J]. 海洋环境科学, 2010(3):351-355.
- [103] 刘蕾, 魏玉西, 王长云, 等. 侧扁软柳珊瑚 (*Subergorgia suberosa*) 乙醇提取物抗氧化和抑菌活性研究[J]. 海洋科学, 2010(9):19-22.
- [104] 张勇, 苏新, 陈芳, 等. 南海北部陆坡神狐海域 HS-373PC 岩心表层沉积物古菌多样性[J]. 海洋科学进展, 2010(3):318-324.
- [105] 易志伟, 汤熙翔, 李宁, 等. 一株深海耐压菌的细胞毒活性次生代谢产物研究[J]. 台湾海峡, 2010(3):352-358.
- [106] 张健, 赵阳国, 李海艳, 等. 黄海西北近岸沉积物中细菌群落空间分布特征[J]. 海洋学报, 2010(2):118-127.
- [107] 张文燕, 张圣姐, 潘永信, 等. 趋磁细菌的地域分布特征[J]. 环境科学, 2010(2):450-458.
- [108] 周克, 潘红苗, 岳海东, 等. 青岛海洋趋磁球菌 QH-3 的鞭毛特征[J]. 海洋科学, 2010(12):88-92.
- [109] 刘欣, 肖天, 张文燕, 等. 胶州湾海域表层沉积物细菌多样性[J]. 海洋科学, 2010(10):1-6.
- [110] 肖慧, 唐学玺, 乔旭东, 等. 渤海湾天津近岸表层沉积物中细菌丰度及其与环境因子的相关性研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(6):87-90.
- [111] 刘慧杰, 杨彩云, 田蕴, 等. 基于 PCR-DGGE 技术的红树林区微生物群落结构[J]. 微生物学报, 2010(7):923-930.
- [112] 赵淑江, 刘健, 杨星星, 等. 南麂岛海洋沉积物中抗大黄花 (*Pseudosciaena crocea*) 致病弧菌的放线菌分离和筛选研究[J]. 海洋与湖沼, 2010(4):571-576.
- [113] 王新, 李志江, 郑天凌. 海洋浮游细菌在东海赤潮高发区的分布与活性[J]. 环境科学, 2010(2):287-295.
- [114] 方涛, 李道季, 唐静亮, 等. 长江口及毗邻海域粪大肠菌和细菌总数在夏秋季的变化[J]. 海洋湖沼通报, 2010(3):36-40.
- [115] 蔡雷鸣. 罗源湾海水中粪大肠菌群的分布和年际变化[J]. 海洋通报:英文版, 2010(1):48-58.
- [116] 陈明霞, 李和阳, 李刚, 等. 深圳海域弧菌种类组成、数量分布及其与环境因子的关系研究[J]. 海洋学报, 2010(5):117-126.
- [117] 池缔萍, 郭翔宇, 钟仕花. 近 5a 来深圳大鹏湾南澳赤潮监控区营养盐变化及其结构特征[J]. 海洋环境科学, 2010(4):564-569.
- [118] 胡晓娟, 李卓佳, 曹煜成, 等. 强降雨对粤西凡纳滨对虾养殖池塘微生物群落的影响[J]. 中国水产科学, 2010(5):987-995.
- [119] 明红霞, 樊景凤, 关道明, 等. 重点海水浴场主要肠道病毒的调查[J]. 海洋学报, 2010(3):138-145.
- [120] 屈佩, 张学雷, 王宗灵, 等. 南黄海夏季微微型浮游植物丰度的分布[J]. 海洋学报, 2010(4):55-167.
- [121] 霍娟, 李玲, 易杨华, 等. 海洋生物内生真菌中萜醌类次生代谢产物的研究[J]. 中国海洋药物, 2010(3):48-54.
- [122] 徐新霞, 易志伟, 马群, 等. 100 株深海真菌次生代谢产物的生物活性初步研究[J]. 台湾海峡, 2010(4):466-472.
- [123] 陈立, 顾谦群. 海绵来源真菌代谢产物中抗肿瘤活性成分研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(5):69-71.
- [124] 周雅琳, 王义, 刘培培, 等. 环境胁迫对珊瑚共附生真菌 *Aspergillus ochraceus* LCJ11-102 次生代谢产物的影响[J]. 微生物学报, 2010(8):1023-1029.
- [125] 夏雪奎, 梁智斌, 刘昌衡, 等. HPLC/ESI/MS 技术在南海红树林内生真菌 1403# 的次级代谢产物分析中的应用[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2010(5):75-78.
- [126] 常敏, 王娟, 田峰, 等. 红海榄根际土壤来源的泡盛曲霉 (*Aspergillus awamori*) F12 及其代谢产物的抗菌活性分析[J]. 微生物学报, 2010(10):1385-1391.
- [127] 滕宪存, 庄以彬, 王义, 等. 花刺柳珊瑚共生真菌 *Penicillium* sp. gx wz406 的次生代谢产物研究[J]. 中国海洋药物, 2010(4):11-15.
- [128] 王鸿, 倪建良, 曹小吉, 等. 海洋毛霉属真菌 *Mucor* sp. MNP801 转化天然香豆素后的挥发性成分研究[J]. 中国海洋药物, 2010(5):6-9.
- [129] 王芳芳, 李青山. 海洋红树植物桐花树内生菌 GT20021545 发酵液的化学成分研究[J]. 中国海洋药物, 2010(2):40-43.
- [130] 邓祖军, 曹理想, 陆勇军, 等. 红树林植物桐花树内生真菌主要无孢类群的分子鉴定[J]. 海洋学报, 2010(2):161-167.
- [131] 董卓, 郑忠辉, 鲁春华, 等. 海藻真菌菌株 *Aspergillus* sp. AF044 中的两个新天然产物[J]. 中国天然药物, 2010(5):370-372.
- [132] 梁昌聪, 赵素叶, 刘磊, 等. 海南霸王岭热带雨林常见植物丛枝菌根真菌调查[J]. 生态学杂志, 2010(2):

- 269-273.
- [133] 白树猛,田黎,史振平,等. 近岸污染指示半知菌灰黄青霉 (*Penicillium griseofulvum*) 的分子检测[J]. 微生物学报,2010(1): 76-80.
- [134] 赵永刚,战文斌,萨仁高娃,等. 副溶血弧菌 *adh* 基因在毕赤酵母中的表达及溶血活性检测[J]. 海洋科学,2010(9):10-14.
- [135] 白树猛,田黎,史振平,等. 半知菌 JYX-201 菌株 (*Penicillium griseofulvum*) 对海洋污染重金属反应的研究[J]. 海洋学报,2010(5):127-134.
- [136] 杜涛,黄洋,罗杰. 酵母轮虫和以小藻、螺旋藻强化的轮虫对3种仔鱼人工育苗效果的影响[J]. 大连水产学院学报,2010(2):158-161.
- [137] 潘宝平,宋欣,罗凯娅,等. 青蛤 (*Cyclina sinensis*) 溶菌酶基因在鳃弧菌 (*Vibrio anguillarum*) 刺激下的表达[J]. 海洋与湖沼,2010(6):901-906.
- [138] 王芳,李筠,盛军,等. 一株光合细菌菌株 RPD-1 的生物学特性及其在菲律宾蛤仔育苗中的应用[J]. 海洋科学,2010(7):1-7.
- [139] 王春波,兰晓明,王洪江,等. 牡蛎软体中抗菌蛋白的制备及活性研究[J]. 海洋与湖沼,2010(1):33-38.
- [140] 张新中,文万饶,冯永勤,等. 方斑东风螺肿吻症病原菌的分离鉴定及药敏分析[J]. 海洋科学,2010(5):7-12.
- [141] 苏浩,刘卫东,鲍相勃. 不同单细胞藻类对大扇贝幼体的饵料效果初探[J]. 齐鲁渔业,2010(9):14-15.
- [142] 王兴强,曹梅,阎斌伦,等. 缢蛏致病性气单胞菌的分离鉴定及毒力研究[J]. 海洋环境科学,2010(5):671-674.
- [143] 王印庚,谢建军,荣小军,等. 养殖刺参腐皮综合征2种致病菌间接荧光抗体快速检测方法[J]. 中国水产科学,2010(2):329-336.
- [144] 王铁南,朱世伟,常亚青. 刺参肠道及养殖池塘菌群组成的 PCR-DGGE 指纹图谱分析[J]. 渔业科学进展,2010(3): 119-122.
- [145] 周慧慧,马洪明,张文兵,等. 仿刺参肠道潜在益生菌对稚参生长、免疫及抗病力的影响[J]. 水产学报,2010(6): 775-783.
- [146] 李彬,荣小军,姜卓,等. 秋、冬季节刺参养殖池塘浮游细菌数量变化规律的研究[J]. 渔业科学进展,2010(3):44-48.
- [147] 李文全,孔维军,张健. 2009年海参越冬病害高发原因浅析[J]. 河北渔业,2010(5): 32-32.
- [148] 张豫,胡炜,李成林,等. 刺参人工育苗及其病害防治技术[J]. 齐鲁渔业,2010(7): 31-32.
- [149] 许乐乐,麦康森,马洪明,等. 仿刺参体腔细胞原代培养以及灿烂弧菌胞外产物对其毒性的研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2010(3): 7-10.
- [150] 陈荫,郭守东,徐健,等. 海绵内生真菌胞外多糖理化性质及自由基清除活性研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2010(5): 1-4.
- [151] 姜北,周遵春,董颖,等. 仿刺参养殖池塘浮游病毒丰度与环境因子的相关性分析[J]. 生态学杂志,2010(4): 702-710.
- [152] 孙苏燕,张德民,钱丽君,等. 三疣梭子蟹养殖塘表层底泥异养细菌群落比较研究[J]. 水产学报,2010(5):820-828.
- [153] 张天时,赖光艳,孔杰,等. 5-溴尿嘧啶处理受精卵对中国对虾抗病和生长的影响[J]. 渔业科学进展,2010(3): 37-43.
- [154] 张天时,李素红,孔杰,等. 中国对虾 (*Fenneropenaeus Chinensis*) 自然感染与人工感染 WSSV 抗病力的比较[J]. 海洋与湖沼,2010(5):763-768.
- [155] 丁贤,李卓佳,于明超,等. 益生菌 ZD02 的分离及其在对虾集约化精养中的应用[J]. 生态学杂志,2010(12):2419-2424.
- [156] 邢明青,孙修勤,郑凤荣,等. 牙鲆淋巴囊肿病自愈过程中细胞因子的表达研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2010(12): 43-50.
- [157] 邹文政,纪荣兴,鄢庆彬,等. 河流弧菌 (*Vibrio fluvialis*) 感染后牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 血清抗菌物质的研究[J]. 海洋与湖沼,2010(4): 477-482.
- [158] 徐田军,陈松林,田永胜,等. 牙鲆抗鳃弧菌病家系筛选及其分析[J]. 中国水产科学,2010(1): 59-68.
- [159] 程顺峰,邓灯,张毅,等. 牙鲆秦皇岛弧菌 HQ010712-1 外膜蛋白及其抗原性分析[J]. 中国水产科学,2010(6):1272-1277.
- [160] 肖颖,李晓玥,张亚宁,等. 牙鲆迟钝爱德华氏菌的分离及其鉴定[J]. 河北师范大学学报:自然科学版,2010(4): 481-486.
- [161] 崔正翠,许钟,杨宪时,等. 大菱鲆腐败菌生长动力学研究和预测[J]. 海洋渔业,2010(4): 454-460.
- [162] 丁春林,李文全,马骞. 大菱鲆肠炎病的中草药防治[J]. 科学养鱼,2010(7): 57-57.
- [163] 丁春林,李文全,李桂华,等. 工厂化养殖大菱鲆病害防治中存在的问题及对策[J]. 河北渔业,2010(12): 40-40.
- [164] 殷禄阁,赵春龙,宫春光,等. 大菱鲆的鱼病诊断和有效的投药方法[J]. 齐鲁渔业,2010(4):33-34.
- [165] 王彦波. 益生菌 *B. coagulans* 对罗非鱼生长性能和肌肉营养成分的影响研究[J]. 饲料工业,2010(1): 74-77.
- [166] 王艺红. 罗非鱼链球菌病的诊治技术[J]. 中国水产,2010(2): 59-59.
- [167] 柯剑,赵飞,罗理,等. 广东省罗非鱼主养区无乳链球菌的分离、鉴定与致病性[J]. 广东海洋大学学报,2010(3):22-27.

(下转第297页)

别,说明湾内人类活动及陆源排污产生的石油类污染较少,海湾的石油类污染主要来源于湾外海域。此外,防城港重点海湾水质 Cu、Pb、Zn、Cd 监测结果全部符合一类海水水质标准,重金属污染程度很低。

防城港近岸 3 个海湾的海水化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐的污染程度均呈现上升趋势,其中,防城湾及珍珠湾的营养水平和有机污染程度也均呈现明显上升趋势。目前普遍认为,近岸海域氮、磷营养盐和耗氧有机物的大量输入是水体富营养化的先决条件,而水体富营养化则是导致赤潮发生的物质基础。在北部湾近岸海域中,部分城市所辖海域以前有发生赤潮的报道<sup>[1]</sup>,防城港近岸海域 2010 年前未曾有报道。2011 年 10 月底至 11 月初,防城港东西湾海域发现一种赤潮生物——棕囊藻的爆发性繁殖,受天气和海水污染等因素影响,棕囊藻快速繁殖,影响面积波及整个东湾和西湾小部分海域,另外,防城港红沙—沙螺寮沿岸海域也受到钦州港海域赤潮的影响。防城港近岸海域发生赤潮,说明海湾的水体富营养化程度加重,需要引起足够重视,实施严格的陆地污染源排放总量控制,搞好沿海产业结构和工业布局,提高工业废水和市政污水处理率,逐步减少污水直接排海量,加大海洋环境保护执法力度,重视沿岸在建、已建工程的海洋环境监督管理。同时,还要合理调整海水养殖业的布局,实行科学养殖,生态养殖,在潮间带宜林区开展人工种植红树林、修复滩涂湿地生态等海洋环境生态修复项目,改善水质状况。

#### 参考文献:

- [1] 韦蔓新,赖廷和,何本茂. 防城湾水质特征及营养状况趋势研究[J]. 海洋通报,2003,22(1):44-49.
- [2] 蒙珍金,覃盈盈,何祥英,等. 珍珠湾海水增殖区 2004~2008 年丰水季节的水环境变化趋势分析[J]. 广西科学院学报,2011,27(1):25-28.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. GB17378.4-1998,海洋监测规范第 4 部分:海水分析[S]. 北京:中国标准出版社,1998.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. GB17378.4-2007,海洋监测规范第 4 部分:海水分析[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [5] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. GB/T112763.4-1991,海洋调查规范第 4 部分:海水分析[S]. 北京:中国标准出版社,1991.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. GB/T112763.4-2007,海洋监测规范第 4 部分:海水分析[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [7] 国家环境保护总局. GB3097-1997,海水水质标准[S]. 2002.
- [8] 海水增殖区监测技术规程[S]. 2002.
- [9] 郭卫东,章小明,杨逸萍,等. 中国近岸海域潜在性富营养化程度的评价[J]. 台湾海峡,1998,17(1):64-69.
- [10] 防城港市海洋局. 2010 年防城港市海洋环境质量公报[S]. 2011.
- [11] 李凤华,赖春苗. 广西海域赤潮调查及对策建议[J]. 环境科学与管理,2007(9):76-77,109.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 286 页)

- [168] 张韵思,郝淑贤,黄卉,等. CO 发色罗非鱼片中耐冷腐败菌的分离、鉴定及其生长特性[J]. 中国水产科学,2010(3):570-577.
- [169] 张杰,王跃军,刘均忠,等. 抗菌性海藻酸钠涂膜在罗非鱼片保鲜中的应用[J]. 渔业科学进展,2010(2):102-108.
- [170] 袁翠霖,李卓佳,杨莺莺,等. 芽孢杆菌制剂对养殖前罗非鱼池塘微生物群落代谢功能的影响[J]. 生态学杂志,2010(12):2464-2470.
- [171] 马骞,洪娟妮,蒋秋芬,等. 哈维氏弧菌对条纹斑竹鲨 4 种酶活性的影响[J]. 台湾海峡,2010(2):196-204.
- [172] 王玉婷,邵秀芝,冀国强. 大黄鱼冷藏过程中品质变化及腐败菌的分析及抑菌研究[J]. 肉类研究,2010(11):11-15.
- [173] 徐晓津,徐斌,王军,等. 大黄鱼感染哈维氏弧菌后血液生化指标的变化及组织病理学观察[J]. 水产学报,2010(4):618-625.
- [174] 戴瑜来,吕永林,李凯,等. 大黄鱼溃疡病的组织病理和超微病理研究[J]. 热带海洋学报,2010(5):174-179.
- [175] 冯春明,景宏丽,李莹,等. 大龙六线鱼链球菌病的病原及其防治[J]. 大连水产学院学报,2010(3):270-274.
- [176] 郑风荣,陈皓文. 中国海洋微生物学 2009 年研究进展[J]. 广西科学院学报,2011,27(4):341-347.

(责任编辑:陈小玲 邓大玉)