

厦门经济特区创建以来,厦门市充分发挥对外开放的优势,大力发展外向型经济,海洋经济不仅在规模上有了长足的发展,而且在层次与结构上也都发生了巨大的变化。形成了以港口航运业、临海工业、滨海旅游业和海洋水产业四大海洋产业为主的海洋经济体系。与此同时,海洋高新技术产业也得到了—定的发展,形成了一批相关的企业和产品。2000年,厦门海洋产业增加值约占全市国内生产总值的五分之一。海洋产业已经成为厦门市的支柱产业之一。

目前,厦门海洋经济增长中科技进步的贡献率还不高,海洋高新技术产业发展的步伐比较慢,规模、结构和档次均有待进一步提高。这与厦门市拥有的雄厚海洋科技力量是不大相称的。厦门市拥有一批国家、省、市级海洋科研、教学机构,其中以海洋生物技术为最大优势。国家海洋局第三海洋研究所的徐洵教授,是目前国内海洋生物技术领域惟一的一位中国工程院院士。她领导的国家海洋局海洋生物工程重点实验室,多年来取得了一批具有国际和国内领先水平的科技成果。厦门的其他海洋科研、教学单位在海洋生物技术领域也取得了不少成果。

海洋生物技术涉及良种培育、病害防治、海洋环境监测与保护、海洋新材料与新药开发等诸多领域。许多沿海国家纷纷把海洋生物技术列入21世纪优先发展的重点领域,并投入巨资,促进海洋生物技术成



果的产业化。海洋生物技术产业将由目前的形成阶段进入快速发展阶段。根据《厦门市海洋经济发展规划》,厦门市海洋经济发展的目标是:到2010年,全市海洋经济增加值达到800亿元,年均递增18%,占全市国内生产总值的比重达到35%。要实现这一宏伟目标,除了现有的四大重点海洋产业需要继续发展之外,应当充分发挥厦门在海洋生物技术领域得天独厚的优势,加强应用研究与产品开发,加速其科技成果转化,尽快形成以海洋生物技术产业为主体的海洋高新技术产业群。

一、加大力度,把海水养殖生物育种、育苗产业做大,使厦门成为我国南方海水养殖优良种苗的繁育中心

厦门陆地面积为1565 km²,海域面积为340 km²,海域面积仅为陆地面积的22%。厦门市发展定位为建设国际性港口风景城市,由于港口运输和

海上景观的需要,海水养殖必然受到—定的限制。而且随着西海域整治力度的加大和海湾型城市建设步伐的加快,可养殖面积将进一步减少,发展海水养殖业的潜力不大。因此,在继续适度发展海水养殖业的同时,应当把重点放在把育种、育苗产业做大。目前,水产养殖的品种基本上都是源于海区的天然品种,优良品种的培育远远落后于农作物和家禽家畜。一些水产养殖生物经过多年的养殖和近亲繁育之后,种质退化,出现免疫力下降、抗病能力减弱、早熟、个体变小等问题。应用生物技术可以很好地解决种质退化问题。在育种方面,徐洵院士的海洋生物工程重点实验室,已成功地分离和克隆了三种海洋鱼类的生长激素基因,为培育转基因鱼打下良好的基础。生长激素转基因鱼可以大大加快生长速度,解决一些名贵鱼类生长缓慢、养殖周期长、成本高、风险大的问题。应用生

物技术还可以培育抗病毒转基因鱼、虾等优良养殖品种。近年发展起来的分子标记辅助育种等高新技术受到了重视。此外,厦门市多家科研单位开展了能够加快养殖生物生长的多倍体技术研究,并取得了不少成果,有些成果已趋成熟,有待产业化和投入实际应用。大力发展育种、育苗产业,使厦门成为我国南方海水养殖生物优良品种的繁育中心,除了满足福建海水养殖业发展的需要之外,还可向浙江、江苏、广东、广西、海南等南方沿海省份提供优良种苗,部分适温范围广的优良种苗还可以向全国各沿海省份推广,在为我国海水养殖生物主要品种实现良种化作出贡献的同时,给厦门自身带来良好的经济效益和社会效益。

二、应用生物技术改造传统饲料产业,使厦门成为生产高技术水产养殖饲料的重要基地

饲料直接关系到水产养殖生物的健康生长和养成后水产品的品质,而水产品的品质尤其是食用安全性,又直接关系到消费者的健康,因此饲料是非常重要的。现有的水产养殖皆为人工合成饲料,有的为了加速养殖生物的生长和防治疾病,在饲料中添加了某些人工合成激素和抗菌素,对环境和人体(通过食物链传递)造成一定影响。徐洵院士的重点实验室成功地构建了高效表达的鱼类天然生长激素基因工程菌。通过发酵的方式,就可以得到大量的鱼类天然生长激素基因产品。她们以该产品作为饲料

添加剂,在海上网箱中进行了鱼类养殖的对比实验。结果表明,在饲料中添加了2%鱼类生长激素基因产品后,在同一养殖周期内,鱼类的生长速率可以提高20%以上。目前该项成果正在加紧进行中试,一旦正式投产和进入实际应用,将使厦门市水产养殖饲料的技术含量跃上一个新的台阶。应用生物技术还可以构建具有抗病毒活性物质的工程菌等,生产抗病毒系列饲料,开发厦门市水产饲料名牌产品,向全省及其他沿海省市推广。

三、发挥生物技术优势,发展海洋环境保护产业

从发展趋势看,生物技术在环保方面的应用,正日益受到重视,可望形成两大产业。其一是环境监测产业。国家海洋局第三海洋研究所已成功开发出对虾白斑杆状病毒(该病毒是20世纪90年代以来造成我国虾病暴发与流行的罪魁祸首)的PCR检测试剂盒,并举办了数期培训班,在我国各沿海省市推广应用。PCR检测试剂盒、核酸探针等用于环境中细菌、病毒及其他污染物的监测,发展非常迅速,并可能取代常规水质分析中微生物检验的方法。此外,应用生物传感器技术,检测环境中的特定污染物,近年来发展也很快,有的已达到应用水平。其二是环境污染治理产业。环境污染治理有物理、化学、生物等方法。近10年来,生物修复技术作为一项高效、安全、节能、不会产生“二次污染”的环保技术,受到了国内外的普遍重视。有的技术成果

已被用于治理被污染的土壤、地下水和海洋环境等。当前,“超级工程菌”的构建及其产业化尤为引人注目。所谓“超级工程菌”,就是应用生物工程技术,将若干种能够降解环境中不同有害物质的微生物的降解基因,重组到同一菌株中,构建出具有多种降解功能的“超级工程菌”。根据需要和不同用途,人们可以分别构建降解石油、农药或各种有机物的“超级工程菌”。据报道,美国科学家构建的“超级嗜油工程菌”,其降解石油的能力比天然菌株高上万倍,只需几个小时即可迅速消除海上油污染。鱼池、虾塘和海上网箱养殖区,在人工养殖过程中,由于残剩饲料、鱼虾排泄物及其死亡的尸体等,造成了有机物污染。天然微生物分解这些有机物不仅速度缓慢,而且消耗溶解氧,并产生有害物质,影响养殖环境质量,危害水产养殖业本身。应用生物技术构建分解多种有机物的“超级工程菌”,能够快速分解水体和底质中的有机物,而不消耗溶解氧,不产生有害物质,达到迅速修复养殖生态环境的目的。此外,还可以通过构建杀灭有毒赤潮生物的“超级工程菌”来防治赤潮等。厦门市的海洋科研、教学单位在生物修复技术方面开展了许多研究,基础比较好,有的成果已在养殖环境的修复中得到应用,而且具有开发“超级工程菌”的能力。尽管目前生物修复技术在海洋环境保护中的应用还很有限,但发展很快,具有广阔的前景。

四、海洋新材料的开发及其产业化

近 10 余年来,国内外对海洋新材料的开发非常重视,希望能够弥补陆地材料资源的不足,以造福人类。目前,对于甲壳质及其衍生物在医药方面的应用研究十分活跃。以甲壳质和甲壳胺为原料,可以制备人工皮肤、手术缝合线、医用纤维纸及其粘合剂、止血剂、免疫促进剂、药用胶囊等,此外还可应用于食品工业、农业等领域。以甲壳质为原料制成的人工皮肤,具有良好的组织相容性,并能加速创面愈合,受到了临床关注。目前,厦门海洋研究开发院开发的甲壳素系列产品已进入中试阶段,具有良好的产业化前景。

近几年来,“白色污染”问题受到了世界的关注。市场上出现了一些所谓“容易降解”的塑料产品,实际上除了含有一些易降解的天然物质(如淀粉等)之外,塑料含量往往高达 90% 以上,并不能被完全降解。目前,许多国家都在寻找新的可降解塑料产品,以替代目前广为使用的合成塑料。某些海洋细菌能够合成一种塑料多聚物 3-羟基丁酯-3-羟基戊酯(即 PHBV)。作为新型塑料,PHBV 有许多引人注目之处:纯天然,可再生,在自然环境中能被迅速彻底地降解成为 CO_2 和 H_2O ,贮存时又能保持一定的稳定性,在医疗产品与一次性卫生用品等方面具有广阔的应用前景。目前存在的主要问题是成本太高,无法投放市场。随着研究的深入,相信在不久的将来

来 PHBV 的成本可能大大低于合成塑料。

五、海洋生物活性物质的提取及其产业化

海洋是巨大的医药宝库。有人预言,21 世纪将是海洋药物的世纪。无论这种说法是否确切,它都反映了人们对提取海洋生物活性物质和开发海洋药物的关注。海洋生物中存在着很多陆地生物所没有的、大量的具有各种生理活性的天然产物,可利用其开发新的药物。当前癌症、艾滋病等各种免疫性疾病及流行性疾病,对人类健康构成严重威胁。在现有的陆地天然药物与化学合成药物效果不理想、副作用比较大的情况下,另辟新药途径,把目光瞄向研究最少、未知领域最多的海洋生物活性物质及其药物开发是必然的。我国近海已发现具有药用价值的海洋生物达 700 多种。目前的研究主要集中于抗肿瘤、抗心血管疾病、抗病毒和抗菌活性物质,以及海洋生物毒素的研究和提取。虽然海洋生物活性物质一般都以微量的形式存在,但是随着海洋生物技术的发展,人们可以将有价值的生物活性物质基因分离,转移到微生物体内让其表达,然后通过发酵的方式,即可得到大量所需的活性物质,解决了药用海洋生物资源不足的问题。海洋新药开发周期长、风险大。厦门海洋科技界在海洋新药的开发方面虽然起步较晚,但起点高。国内第一个海洋药源生物标本库、种



质资源库、基因库、信息库的建设已初具规模,并取得了一批具有良好产业化前景的成果。例如,在海洋生物毒素提取方面,厦门海洋研究开发院已成功地提取出河豚毒素晶体,该项成果现已基本完成中试工作,正着手产业化的前期准备工作。河豚毒素是戒毒的高效物质,一旦投产和投入实际应用,厦门市可望成为全国最大的戒毒中心。另外,在应用生物技术提取几丁质糖方面,取得了具有世界领先水平的成果。几丁质糖是几丁质的衍生物,具有多种生物活性,在艾滋病和癌症治疗,以及口腔医学领域有着广泛应用。几丁质糖是几丁质工业中的高附加值产品。目前采用化学降解法生产几丁质糖,不仅成本高,而且污染环境。国家海洋局第三海洋研究所的科技人员已成功开发出低成本、大量制备把几丁质降解为几丁质糖的工业化粗酶的技术,从而解决了应用酶法生产几丁质糖的关键技术,而且产品质量将远高于目前的出口标准,具有很好的产业化与市场前景。

六、基因芯片的开发及其产业化

基因芯片是将半导体芯片

制作技术与生物分子的组装技术相结合,在一微小芯片表面上产生成千上万个不同 DNA 二维探针阵列,让已知的有机分子与要测定的 DNA 分子“杂交”,获取所需的 DNA 信息。科学家预言, DNA 芯片不仅将推动电子学“量”的发展,还将使其产生“质”的飞跃。开发基因芯片技术及其产业化,成了当前争夺的“制高点”,许多国家投入巨资,开发研制今后生物技术实际应用中所不可少的生物计算机。由于基因芯片具有双向性、杂交性、实时性、并行性和多样性等特性,它将为分子生物化学、电子信息科学、疾病诊断治疗、新药开发、农作物与水产养殖生物优良品种培育、食品卫生与环境保护等诸多领域开辟新的研究方向。厦门市电子技术 with 生物技术力量雄厚,已经具备了开发基因芯片的能力。

海洋高新技术产业发展的领域还很多,一个城市只能根据自身的资源优势和特点,选择发展的重点领域。厦门市在上述可望形成海洋生物技术产业群的领域,基础比较好,有的产品已投入生产和实际应用;有的产品已经进入中试阶段;有的产品在实验室已开发成功;有些方向已具备开发能力,有待项目启动。

七、加快厦门海洋生物技术产业发展的若干对策

加快厦门海洋生物技术产业的发展,是一项系统工程。一要政府和社会各界的大力支持。海洋生物技术产业是一项高投入、高风险、高回报的产

业。单靠科研单位自身之力不可能使它得到快速发展。市政府应当在政策、资金等方面对海洋生物技术产业的发展予以扶持。鼓励技术创新和产品开发,对具有自主知识产权、应用前景广阔、预期经济效益良好的海洋生物技术产品开发和成果转化给以重点支持。目前市政府对厦门海洋研究开发院的产品开发和成果转化工作给予了一定经费支持,但力度偏小。为促进科技成果的转化和产业化,厦门市已设立了一项“风险投资”基金,但资金数量偏少(仅 3 000 万元),已难于满足高新技术产业迅速发展的需要。建议适当增加基金数和资金数量。深圳市已设立了 10 多个“风险投资”基金,资金达数亿元。此外,厦门“风险投资”基金在运作方式方面也存在一些差距,由于资金数量少,风险意识不强,在选择支持的项目上过于谨慎。目前厦门市一年有 1 亿多元的科技三项经费,相对集中使用,有重点地对海洋生物技术产品的研发予以支持,可以更好地促进海洋生物技术产业的发展。二要加大技术创新和产品开发的力度。海洋科研、教学单位应当使自身的研究、开发和技术创新活动更加紧密地贴近社会和生产实际,更好地为经济建设发展服务,更加积极主动地做好产品开发和高新技术成果转化为实现生产力的工作。多渠道地争取经费支持,除了争取政府财政、“风险投资”基金、创新基金等的支持之外,还可以吸纳企业资金或外资,用于产品开发、成

果转化和创办海洋生物技术产业。把自身的科技优势转化为经济优势,促进厦门市和福建省海洋经济的发展。三要有“孵化器”。建议厦门市创建海洋生物技术产业化的中试基地(即“孵化器”)。通过中试基地的“孵化”,提高海洋生物技术产品的成熟度,促进科技成果转化为现实生产力。根据厦门市高科技园“一园多区”的构想,建议创办海洋生物技术园区,为海洋生物技术产业的发展创造便利的条件,提供优惠的政策,促进厦门海洋生物技术产业群的尽快形成和发展壮大,并带动一批相关产业的发展。四要走产、学、研一体化的海洋生物技术产业发展的路子。主管领导和部门,要精心组织,选准主攻方向,协调厦门市的海洋科技力量,发挥群体优势,协同攻关,快出成果,多出人才。与此同时,建立和完善海洋生物技术产业发展的协调机制,为科研单位和相关企业牵线搭桥,引导和鼓励企业与科研机构联合,形成良好的成果转化机制。科技管理部门、产业部门、科研机构分工合作,密切配合,共同努力,推进厦门海洋生物技术产业的发展,为厦门海洋经济的发展作出更大的贡献。

(作者单位 国家海洋局第三海洋研究所)