

# 发展中的海洋生物技术

吴志纯

(中国科学院科技政策局)

生物技术向海洋发展是 80 年代的事。海洋生物技术是随着海洋生物学的发展和人们对开发海洋的迫切需要,以及生物技术的不断发展和日趋成熟而兴起的。这是当前生物技术发展的又一重大趋势。及时捕捉生物技术的新动向,跟踪其发展是我国高技术发展计划的目的之所在。

## 一、发展海洋生物技术的意义

### (一) 海洋是个巨大的宝库

随着地球上人口的不断增长和工农业的发展,对自然资源的需求日益增长,又由于对自然资源不合理的开发利用,使某些重要资源已呈现萎缩乃至枯竭状态。人们不得不考虑合理开发利用和保护自然资源的问题,并积极谋求新的出路。70 年代以来,向空间和海洋进军已提到许多国家的议事日程。尤其是海洋,它占地球面积的 71%,蕴藏着极其丰富的自然资源。且不说海底大量的石油、锰、钴、镍、铜等金属矿藏及几十种元素,仅海洋中的动、植物就约有 40 万种之多,微生物就更不计其数,海洋中微生物的数量是同体积空气中微生物数量的 100 万倍。海底珊瑚礁中有比陆地热带雨林中更为丰富的生物种群。海洋生物尤其是深海生物处于高压、低温和卤素离子浓度很高的特殊环境中,因此体内会产生相应的酶和一些结构不寻常的代谢产物。这些产物将是一些具有特殊医疗价值的药品或重要的工业原料。有人预计,世界海洋为今后 1000 年储备着资源。这些情况充分说明,海洋确实是个巨大的宝库。

海洋资源的战略地位及对人类社会进步和经济发展的重大作用,将使海洋成为人们取得生存物质的“另一个星球”。不过目前海洋仍是地球上调查和研究得最少的区域,广阔的海里还有很多“禁区”,使它更具神秘色彩和吸引力。人类面临人口、食物、资源、环境的严峻形势,开发海洋具有深远的战略意义。可以预计海洋将是下世纪各国争夺最激烈的领域之一。

### (二) 海洋有取之不尽的蛋白质资源

海洋浮游生物每年可为海洋动物提供约 5000 亿吨的食物。若每年从海洋取得 30 亿吨水产品,亦不致破坏海洋生物的生态平衡。据专家估计南极磷虾资源就有约 5 亿吨,每年最大可捕量可达 3000 万吨,目前最高捕量仅 53 万吨。海洋能给人类提供的食物将超过陆地农业耕种收获的 1000 倍。可是目前全世界年捕鱼量约 7000—7500 万吨,仅占人类食用动物蛋白的 1/5。迄今世界各地捕鱼活动主要集中在大陆架水深约 200 米以内的近海水域,它仅占整个海洋水域的 7—8%,捕鱼量却占了 91%。可见开发和利用海洋蛋白质资源具有何等巨大的潜力,人类应将这个世界上最大的蛋白质源早日利用起来。

### (三) 海洋生物技术是开发海洋生物资源的强有力手段

就海洋生物资源开发情况而言,除长期通过捕捞取得有用资源外,近数十年中,藻、鱼、贝、

虾类的传统养殖业增长很快。海产业正从采捕型向增殖、养殖型转变。近 10 几年来,扩大了对海洋生物的调查研究范围、积累了丰富的知识,有利于引入生物技术;也由于生物技术在陆地微生物和动植物方面比较深入的研究和广泛应用,无论在基础知识还是在技术方面,都有相当的积累并日趋成熟,向海洋生物发展已成为必然趋势。例如:可将生物技术应用用于海产养殖业中优良品种的选育、有价值的新品种的创造、养殖物的性别控制;可以通过海洋微生物发酵生产单细胞蛋白、许多稀有的药物及其它对人类有用的代谢产物;以及降解污染物等。生物技术是向海洋索取生物资源和改造传统海产增养殖业的强有力手段。科学家们已预感到拥有取之不尽的食品、药品、工业品和工业原料的海洋,必将产生出一批生物技术的新产业,故把海洋生物技术视为继蛋白质工程、染色体工程和生物电子学之后的又一新的生物技术领域。

#### (四) 发展海洋生物技术对我国有极大的现实意义

我国人口已突破 11 亿,粮食的供求矛盾越来越大。有人估计,我国土地资源生产力,即每年生物生产量约 32 亿吨干物质(含约 8000 亿斤粮食),其合理人口承载量为 9.5 亿,目前已是超负荷。在我国人民的膳食结构中,蛋白质尤其是动物蛋白的摄入量不足。提高膳食中蛋白质的摄入量,无论对保障人民健康还是节约粮食都有重要意义。但提高蛋白质产量和扩大蛋白质来源都或多或少受到现有耕地和粮食产量的限制。针对我国的实际情况,农业部门提出要改变单纯着眼于 15 亿亩耕地和粮食的观念,放眼于草原和山山水水,广辟食物和蛋白质来源。由此看来,大力发展食草动物和水产捕捞与养殖业势在必行。

在大力发展水产养殖方面,淡水养殖仍有很大潜力,但从长远看,应更重视海产养殖和海洋蛋白资源的开发利用。海洋动物蛋白不仅量大质优,而且大量的藻类蛋白也可作为食品和饲料的主要添加剂。养殖藻类每亩可生产 40 公斤蛋白质,相当于 10 亩草场生产的畜产品所提供的蛋白质。

我国拥有 470 万平方公里的大陆架海区,约占陆地的 1/3,有 18000 公里海岸线和大小 6000 多个岛屿,四大海区渔场共 42 亿亩,可供海产养殖的浅海滩涂 2000 多万亩。加上我国地处北温带和亚热带,气候相宜,适合各种海洋生物生长,海洋生物资源丰富,四大海区生物各有特色。我国虽有如此优越的自然条件,却未充分利用,如目前浅海滩涂的利用仅达 1/4 左右,海产养殖年产仅 80 万吨。这说明我国开发海洋生物资源有巨大潜力。为了改变落后的状况,传统的养殖业必须逐渐实行技术改造,转变为以科学技术为基础的现代养殖业。有人估计,到本世纪末,我国可以实现海产养殖的农牧化。如果我们对海洋生物技术现在就“未雨绸缪”,那么,到下世纪的头 10 年内,有可能实现海产养殖的全面技术改造。

## 二、国外海洋生物技术与开发简况

### (一) 美、日争相发展海洋生物技术

80 年代以前,生物技术在海洋方面的应用几乎是空白,甚至很少有人以海洋生物为生物技术的研究材料。近 5 年来的情况则大不相同,各发达国家中海洋生物技术发展很快。美国在生物技术的研究和应用开发方面,是处于领先地位的国家。目前,世界上海洋生物技术研究最多,发展最快的仍是美国,其次为日本。

美国海洋大气局和海洋基金会每年投资约 850 万美元,用于与海产养殖有关的生物技术。美国海军研究办公室、国立卫生研究院和美国科学基金会都投资支持有关的基础研究。在伍

兹霍尔 (Woods Hole) 海洋研究所、斯克利斯海洋研究所以及马里兰大学、约翰·霍普金斯大学、迈阿密大学、夏威夷大学、明尼苏达大学、加利福尼亚大学圣巴巴拉分校等约 10 所大学, 都采用生物技术在细胞和分子水平上对不同的海洋生物进行研究。设在 Woods Hole 的海洋生物实验室是研究和培养高级人才的中心。一些大学也陆续成立了配备有优秀科学家的研究中心, 如马里兰大学的海洋生物技术中心。近 5 年来, 每年都举行有关海洋生物技术的讨论会。1986 年夏举行的美国戈登会议, 就是一次专门的海洋生物技术会议。美国也出现了正式从事海洋生物技术研究与企业, 如加州的海洋遗传公司、新泽西州的海洋药物公司等。海洋遗传公司已有相当的规模, 仅大型海藻就养殖了 300 多种, 已从中提取多种藻类制品。

日本通产省制定了一项为期 10 年 (1986—1995 年) 的开发海洋生物的计划, 计划在面临暖流海域和寒流海域的城市, 如岩手县的釜门市和静冈县的清水市分设研究所, 对从微生物到鱼类的各种海洋生物进行综合考察和研究。日本科技厅从 1986 年起开始执行一项 5 年计划, 着手进行 6000 米深海域的微生物的研究与开发。目的是企图从深海这种特殊环境条件的微生物中, 寻找出有特殊性能的物质和耐高盐度等功能的基因。他们在技术上已解决海水微生物的大量培养问题。这是目前世界上唯一进行这方面研究的国家。日本拥有世界上最雄厚的发酵工业基础, 这些方面是美国所不及的。日本也是最早进行鱼类和鼠间细胞融合 (细胞杂交) 试验的国家。为进行与鱼类育种有关的细胞融合研究, 他们开展了鱼类细胞培养的研究。在鱼类、贝类、藻类的细胞工程育种方面已进行了许多卓有成效的开创性研究。近年来, 又应用重组 DNA 技术于鱼类育种。日本协合发酵工业株式会社和北里大学、东京大学海洋所、东京水产厅养殖研究所等单位, 都集中了一批优秀科学家从事海洋生物技术的研究与应用。陆地面积有限的日本把海洋视为发展其产业的新领域, 并把 1988 年定为“海洋生物技术之年”。日本政府、工业企业界和学术界对海洋生物技术都给予了很大的关注和支持。

## (二) 海洋生物技术已深入到三大类海洋生物

海洋生物技术研究材料越来越多, 已涉及三大类海洋生物。一类是游泳生物, 鱼类为主要成员, 海洋中鱼类约有 4 万种, 是蛋白质的重要来源, 经济价值最大; 另一类为浮游生物, 种类繁多, 数量最大, 是鱼、虾、贝类的饵料, 另外藻类也是单细胞蛋白质的重要来源, 藻类的光合作用比植物还强得多, 故越来越受重视; 还有一类是底栖生物, 主要成员是腹足类软体动物和腔肠动物, 尤其是前几年对海胆的研究取得重大成果。科学家利用分子生物学方法和生物技术第一次观察到, 海胆胚胎发育时, 一些基因快速启动, 有些基因慢慢关闭, 有些基因则在胚胎发育全过程都起作用; 科学家还发现, 仅构建一个胚胎就需要动用上万个基因, 约为海胆所有基因的一半多。有 60% 的基因仅用于胚胎期及幼体期, 到成体期则不表达。他们还用已经克隆的、在胚胎最早期十分活跃的基因, 通过基因分离及基因重组等方法研究清楚, 哪些基因在胚胎发育的哪个时期和在胚胎的哪些细胞中表达。海胆发育遗传机制的进一步阐明不仅有重大的理论意义, 而且有巨大的实用价值。近几年, 对与珊瑚、海绵共生的微生物和藻类的研究, 也有许多新的发现。

## (三) 生物技术的应用在拓宽

生物技术中的重组 DNA 技术、组织和细胞培养技术以及细胞融合技术应用于育种的工作越来越多; 杂交瘤技术用于生产单抗, 诊断鱼、贝类的疾病, 以及用于分离、提纯、鉴定海洋生物天然产物的工作亦有报道; 通过发酵工程生产海洋微生物代谢产物的研究已经开始。

目前生物技术应用得最多的方面是海产养殖和海洋生物天然产物的开发,利用基因工程菌对海洋环境污染进行生物降解也有一些工作。

### 1. 海产养殖

(1) 基因工程育种:近年来最大的成功是转基因鱼的培育。

① 转移生长激素基因:1986年,美国已将控制虹鳟(Rainbow trout)生长的激素基因转到鲤鱼、鲇鱼(Catfish),转基因鲇鱼的养殖时间可从18个月缩短到12个月。其它转基因成功的鱼还有北部狗鱼(Northern pike)、突眼狗鱼(Walleye pike)和鲈鱼(Striped bass)。鲈鱼和白鲈(White Perch)的金属硫基组蛋白(MT)的基因库已建立,MT基因可作生长激素基因的启动子,它可由重金属或皮质固醇所诱导,这对海产养殖非常有用。1984—1986年,日本相继从鲑、鳗、大马哈鱼的脑下垂体中分离出它们生长激素的信使核糖核酸(mRNA),从而合成了它的互补DNA(cDNA),通过重组DNA技术,转移到大肠杆菌中批量生产。用鲑鱼的生长激素注射到幼鲑的腹腔,可得到与成鱼一样的天然生长激素。将大马哈鱼的生长激素注射到虹鳟幼鱼中,40天后试验组比对照组平均体长增加1.2倍,体重提高1.6倍。1984年,美国加利福尼亚大学圣巴巴拉分校纯化了鲍鱼精子的DNA,从中切出控制生长激素合成的有关基因,通过重组DNA技术转入大肠杆菌和酵母中大量生产,用这种激素促进贝类(蛤、牡蛎、扇贝、贻贝、鲍鱼)及其它软体动物幼体的生长发育,可提高产量约25%。1986年,美国马里兰大学建立了一种鲍鱼生长激素的cDNA库。

② 转移抗冻基因:一般经济鱼类要在两年以上才能达到商品规格,而许多鱼类都不耐寒,难以过冬,使养殖受到限制。现已从生活在南北极和北美海域的一些鱼类的血液中,分离到3种结构不同,但功能相同的抗冻蛋白质或多肽。其中一种是有高度 $\alpha$ -螺旋结构和富含丙氨酸的抗冻糖蛋白;另一种是富含胱氨酸,具有 $\beta$ -结构的抗冻多肽;还有一种是既不含丙氨酸或胱氨酸,又不具 $\alpha$ -螺旋或 $\beta$ -结构的多肽。它们都可抑制细胞内冰晶的形成,从而防止了因细胞结冰所导致的死亡。现已从鱼的血清中分离到抗冻肽的mRNA,合成了它的cDNA并转移到重要经济鱼——大西洋鲑鱼中;还有将抗冻肽的基因,以花椰菜花叶病毒(CMV)作载体,转移到烟草中,正在深入研究并观察烟草的抗霜冻性。

③ 抗盐基因的转移:海洋生物和海滩生物均具耐盐性,已知海洋鱼类对盐度的适应是受鳃中盐腺所调控,一旦阐明了其调控机理和海洋生物耐盐机理,就有可能通过基因转移至陆生植物中。

④ 控制生长发育有关基因的转移:鲍鱼经济价值很高,但需数年才能成商品,故促进其产卵、幼体固定和诱导变态对养殖业很重要。通过对贝类生长发育的研究,发现其发育过程受外源和内源化学因子的诱导,如腹足类软体动物的产卵受前列腺素调控,前列腺素为生殖组织中前列腺素合成酶所合成,该酶又受海水中少量过氧化氢的诱导;一种鲍鱼幼体的固定和变态是受来自补充藻类(Recruiting algae)释放的一种氨基酸的衍生物——氨基丁酸(GABA)的诱导,已知GABA是一种神经递质,作为信号,幼体皮肤上有它的相应受体。诸如此类的研究还在多种材料上进行,不断有新的发现。诱导生长发育的内源因子一旦被鉴定,对其中某些因子的基因,可以克隆并转移到微生物中进行大量生产或转移到幼体中。

### (2) 细胞工程育种

① 在鱼、贝类方面:日本首次通过组织培养,将生产珍珠的珠母贝的外套膜细胞在体外



悬浮培养成功,结合其它技术,可以大大提高名贵珍珠的成珠率;他们还将进一步通过珠母贝的细胞融合和培育,以期生产出至今尚未有的彩色珍珠。日本还试图通过细胞融合改变某些经济鱼类的习性,如鲑是生活在北方属冷水性鱼类,通过用暖水性鱼和冷水性鱼的细胞融合,然后将杂交核移植于鲑鱼卵中,希望获得暖水型并具洄游性的鲑鱼。

② 在藻类方面:日本已成功地将一种增殖很慢,但含有大量防止血液凝固和降低胆固醇成份的海水小球藻与另一种增殖很快的淡水小球藻细胞融合成功。这种杂种小球藻具双亲特性,为大量生产上述有效成份开辟了新途径。在藻类原生质体培养和细胞融合方面还有不少工作,如目前已得到 28 属藻的原生质体,其中紫菜营养细胞原生质体培养,已诱导出小紫菜;在产海藻胶的藻类中,通过细胞融合得到了新的高质量的栽培藻种;原生质体融合还使不能进行有性繁殖、雌雄生殖细胞很少或难以同步发育的经济藻类的育种成为可能。

③ 在其它方面:鱼、虾的性别控制和单倍体、多倍体育种也是海产养殖中重要和实用的细胞工程育种手段。已取得成功的有全雌鲑鱼、对虾、全雄罗非鱼等,个体都较大;单倍体海带和多倍体虹鳟、鲷鱼、贝、牡蛎、扇贝等个体也较大。

### (3) 疫苗

海洋中一些弧菌、病毒、厌氧菌和其它致病菌可感染鱼、贝引起多种疾病,尤其是从卵到幼体发育阶段是贝类生活史中高度危险的阶段,关系到养殖的成功率。美国和英国已通过基因工程制成抗弧菌疫苗,用于对付鲑鱼的毁灭性疾病。通过杂交瘤生产单抗,用于诊断鱼、贝的病毒性疾病、赤鳍病和红斑病,以防止其流行。

## 2. 海洋生物代谢产物的研究与开发

对海洋生物代谢产物的研究与开发,一般靠采集海洋生物直接进行分离提取、纯化后加以利用。药品还可在搞清化学结构后,进行修饰、改造和人工合成,不必靠采集来获取。目前进展到分离出有关基因,通过重组 DNA 技术转移到微生物中,进行工厂化大量生产。

### (1) 海洋药品

海洋生物为了适应海洋的特殊环境,其代谢类型不同于陆生生物,因此海洋是一个到处会遇到新化合物的世界。事实上,近年来从海洋天然产物中筛选到生物活性物的机率越来越高,如已知海绵中就含有上百种生物活性物,其中很多结构特殊,不少是强效抗菌、抗病毒和抗癌活性物。从海洋生物中筛选抗癌剂是美国国立卫生研究院癌症研究所的重点研究方向,他们做了大量筛选工作。

### (2) 海洋毒素

在海洋生物天然产物的研究中,毒素占有重要的地位,因凡是毒素都具有强烈的生理效应。现在发现与海洋生物尤其是与无脊椎动物共生的微生物是产生毒素的重要来源。海洋毒素除少数可直接作药用外,更多的是以其结构为模式,加以改造,变成高效低毒的药物,主要用于神经和心血管系统;另外也有抗菌、抗病毒和抗肿瘤的活性;有些毒素在生物大分子结构与功能、膜、离子通道等生物学的基础研究中起了很重要的作用。

日本已将沙蚕分泌的毒素,开发成稻螟杀虫剂投放市场。1987 年,日本将从珊瑚礁中分离到的共生微生物成功地进行了人工大量培养,从而解决了从海洋动植物体上分离共生微生物的难题。他们从 30 种培养的微生物中筛选到 5—6 种生物活性物;从一种单细胞藻类中筛选出来的 3 种新的生理活性物,其抗癌作用比目前广泛使用的抗癌丝裂霉素高 1400 倍。

单克隆抗体已用于分离、纯化、鉴定毒素和研究其结构与功能的关系,以及用于生产抗毒素(解毒药),如腔肠动物蛋白毒素的抗血清及其它几种毒素的抗血清均已试验成功。

### (3) 工业用化合物

这类化合物的种类很多,最主要的是海洋多糖(琼脂、黄原胶、藻酸盐、几丁质等)、类胡萝卜素以及一些特殊化合物,如特殊的糖、酶和藻脂等。海洋多糖的量最大,因其具有相对稳定性、胶粘性、吸附性及防水性,故有广泛的用途,经济价值也很大。已采用单克隆抗体去发现、鉴定和纯化重要的海洋多糖。

产生多糖的 LST 菌是一新菌种,现正构建它的全部 DNA 库,以便挑选出那些与多糖生物合成和分泌有关的基因。一种弧菌产生的壳二糖的基因已经克隆。降解几丁质的几丁质酶基因亦已克隆,这种几丁质酶基因若转移到植物中,转基因植物即可获得抗虫性。

### 3. 海洋环境中污染物的生物降解

海洋污染物包括工业废物、废水、放射性物质、海洋生物毒素、过量的氮素及海上浮油等。随着海底石油资源的开采,海上石油污染的问题日益严重。对于难以分解的人工合成的高分子化合物、卤化物等,现正从放线菌、真菌、细菌、光营养微生物、厌氧微生物和寡营养微生物中,着意去筛选能分解这些物质以及转移过量氮的微生物。日本将异养细菌、光合细菌和藻类混合培养做成生物反应器,以选择处理工业废物。通过重组 DNA 构建的“超级菌”可分解海上石油,其降解烃类的能力比野生菌高出几十倍至几百倍。降解相同面积的海上石油,野生菌需要一年以上,“超级菌”只需数小时。美国构建的这种“超级菌”是第一个获美国专利的生物种。

## 三、我国海洋生物技术的现状

我国在海洋生物学方面过去已做了大量的工作。在海洋生物的资源调查和引种、遗传育种、人工养殖等方面取得了一系列令人瞩目的成就。这些成就和生物技术的进展是我国发展海洋生物技术的基础。近几年来,国内有些单位已经开始在海洋生物技术方面做了一些工作。1987 年,我国成立了海洋生物技术学会,并召开了第一次学术交流会。

### (一) 转基因方面

1985 年,我院水生生物所的研究人员,在国际上首次将人的生长激素基因转移到泥鳅受精卵中获得成功,转基因的泥鳅,其生长比同种非转基因鱼及亲本鱼快 4 倍。以后水生生物所和发育生物所又分别将人或牛的生长激素基因转移到鲤、银鲫及金鱼中,得到表达,也有将健康的鲫鱼、团头鲂的 DNA (含抗出血病的遗传因子) 转移到草鱼中,以培育抗草鱼出血病的新品种的试验,结果在观察中。这种转基因的技术一经走通,即不难应用到海洋生物上。近两年,国内已有好几个单位开展了对海水鱼抗冻基因及其产物抗冻肽的研究,如对冬鲷鱼抗冻多肽的化学修饰、生物合成与季节性的关系及其调控的研究,抗冻基因结构和扩增的研究。我院遗传所还从黄海浅海黄盖鲷鱼类中分离到抗冻肽的 mRNA、并已人工合成了 cDNA,通过重组 DNA,转移到微生物中得到表达;构建了黄盖鲷的基因库,并将进一步研究其基因转移。海洋所亦已开展了转移抗冻肽基因的研究。转基因如获成功,将为我国经济鱼类的品质改良以及南鱼北移提供可能。

## (二) 原生质体培养和细胞融合方面

1984—1985年,上海植物生理所和其它数个单位的科研人员通过对紫菜的原生质体培养,诱导出小紫菜,为紫菜育苗开辟了新途径,缩短紫菜生长期数日,该成果已在生产上推广应用。1987年,山东海洋学院首次用激光诱导细胞融合,使泥鳅受精卵的融合获得成功,个别卵已发育成幼鱼。这种技术的进一步完善,当可提高融合后的成功率,较电诱导融合为优。

## (三) 从海洋生物筛选生物活性物方面

我国这方面的工作开始于70年代末,目前的工作多集中在从南海的软体动物和腔肠动物中筛选。已初步筛到抗血凝、降压、防治心血管疾病、抗病毒及抗癌的活性物。值得提出的是,已在18种海绵和几种珊瑚中筛到对肿瘤有强效的活性物,显示出药用潜力。

现在国内从事海洋生物技术研究的单位不少,已具备开展工作的基本条件,但投入的人员不多,工作较零星,研究工作的面不广;对海洋多糖和海洋生物毒素的研究几乎处于空白状态。从总体上看,我国海洋生物技术的研究尚处于准备和起始阶段。

## 四、几点建议

1. 在海洋生物的研究与开发上,无论是传统养殖业和海产加工业的技术改造,还是海洋天然产物化学工业(含制药工业)和新的海洋生物产业的建立,海洋生物技术都大有用武之地。从现在起,就应对有关海洋生物技术的研究作出规划和部署。

2. 对某些较成熟的技术,可以采取“拿来主义”,用于海洋生物的研究和开发。如:原生质体培养和细胞融合,我国实力雄厚,而且有丰富的实践经验并已取得不少重大成果;在转基因技术方面,已在鱼类、哺乳动物和高等植物中取得成功。对于这些技术,都可以采取“拿来主义”的办法,以使我国的生物技术尽快赶上国际发展。

3. 不应只满足于模仿和跟踪,在选题上还要有创新。针对我国海洋生物资源的特色和经济建设中的迫切要求,可做的工作很多,如海洋生物耐盐机理的研究及与耐盐有关基因的转移;鲨鱼为什么极少生病,即使受重伤后亦能迅速恢复;海参体内为何不含胆固醇等等。这些特性机理的阐明和有关基因的转移,对我国的经济建设、卫生保健和科技发展都有极大的价值。中国科学院的研究所更应多做一些超前和创新的工作。在这方面,国家应在政策和经济上给予保证和支持。

4. 加强与海洋生物技术较发达国家的科技合作和交流,也是发展我国海洋生物技术的捷径。

总之,只要国家重视,组织得当,选好有限目标,我相信,在较短的时间内,我国的海洋生物技术一定会取得可喜的成果。