

海洋新探索丛书

秦松 主编

新兴的 海洋生物 技术



山东科学技术出版社

ISBN 7-03-014449-5

16.00元

海洋生物技术



化学工业出版社

海洋新探索丛书

新兴的海洋生物技术

秦 松 主编

山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新兴的海洋生物技术/秦松主编. —济南: 山东科学技术出版社. 1999

(海洋新探索丛书)

ISBN 7-5331-2393-X

I. 新… II. 秦… III. 海洋生物资源-海洋开发-技术
IV. p745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 22462 号

谨以此书献给导师曾呈奎院士九十华诞

编者: 秦 松 郭希明 宋林生 李建宏
王昭萍 黄 捷 王宏田 翁新楚
杨惠萍 阙华勇

海洋新探索丛书
新兴的海洋生物技术
秦 松 主编

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路 16 号 邮编 250002)

山东科学技术出版社发行

(济南市玉函路 16 号 电话 2014651)

山东莒县印刷厂印刷

*

850mm×1168mm 1/32 开本 5.375 印张 111 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷

印数: ~~771000~~

ISBN 7-5321-2393-7

P·29 定价 ~~12.00 元~~

序

广袤无垠的大海，曾激起人们多少遐思，无数骚人墨客遥望大海，赋诗吟唱；多少英雄豪杰面对沧海，抒怀咏志。

今天，大海已不再仅仅是诗人灵感的源泉，在人类生存空间日趋拥挤、资源日趋匮乏和环境日趋恶化的地球上，大海是人类拓展生存空间的重要场所，是人类补充陆地资源匮乏而有待开发的广阔领域。同时，它作为行星规模的庞大整体，在很大程度上决定着人类生存环境的变化。于是，人类把目光投向了无尽的海洋。

对大尺度的海气相互作用的研究，会使灾害天气的研究成果为陆地农业的丰收还是欠产做出预测；对广漠的大洋底的研究，会使人类找到最急需的油气资源和各种金属矿藏；对种类繁多的海洋生物的研究，会丰富我们的餐桌，满足因人口增加而急剧增大的蛋白质需求；对海洋活性物质的研究，会为增进人类健康做出贡献。所以，海洋科学研究和海洋开发是一个非常重要的领域，人类在这个领域里将不惜巨资，不遗余力！

目前的高技术领域，核技术、信息技术蓬勃发展，

生物技术、材料技术方兴未艾,而海洋科学作为一门综合性学科,更是日益重要地被提上研究日程。当代科学的主要工作,是围绕着解决人类面临着的争取持续发展这一重大问题而进行的。海洋有矿、有粮,有宝、有药,有巨大的空间!海洋开发呼唤人类,呼唤有志的青年投身其中。

在世纪交替之际,山东科学技术出版社组织出版了《海洋新探索丛书》,这是在提高全民族海洋意识方面的添砖加瓦之举。这套丛书共四册,从海洋资源开发、海洋生物技术、海气相互作用、物理海洋等方面介绍了海洋科学领域的新探索。它不是普通意义上的启蒙读物,而是用较通俗的语言对目前海洋科学的前沿和焦点问题进行阐述。作者大多是青年科学家,海洋科学的未来是属于他们的。我们要大力支持青年学者在这方面的创意性的工作。

《海洋新探索丛书》将告诉大众尤其是青少年,现在的海洋科学家正在做什么,以期唤起他们的兴趣,为建设开发祖国的万里海疆贡献力量。书中虽有缺点和不足之处,但瑕不掩瑜,值得向广大读者推荐。

中国科学院院士

秦蕴珊

1999年7月

目 录

进军海洋——知识经济时代的海洋生物技术	1
一、海洋生物技术的概念	1
二、高新技术与海洋生物资源的开发利用	3
三、新的生长点——海洋生物基因组计划	5
海洋牧业——海洋鱼类生物技术	9
一、基因工程技术	9
二、细胞工程技术	10
三、生物技术与我国的海水鱼养殖	18
高技术产业——三倍体贝类育种	20
一、三倍体贝类育种的意义	20
二、三倍体贝类的主要特点	21
三、育种的基本原理	24
四、一般方法	25
五、应用现状及发展趋势	30
微藻反应器——基因工程探索	32
一、微藻基因的研究与应用	33
二、具有特色的微藻基因工程载体	34
三、微藻基因转移的机理	37
四、外源基因高效、稳定表达的手段	40
五、微藻基因工程育种	41
六、生产有用产品的微藻表达系统	42

七、清除污染、变废为宝的微藻反应器	42
八、海洋微藻基因工程新探索	43
沧海桑田——海带基因工程	47
一、海带基因工程育种的意义	49
二、构建海藻基因工程模型	51
三、海带蛋白质改良基因工程育种	63
海洋活性物质——神奇的鱼油	66
一、鱼油中生物活性物质的发现	66
二、EPA 和 DHA 的神奇功效	68
三、揭开鱼油神奇功效的面纱	69
四、人体如何获取更多的 EPA 和 DHA	71
五、可能引起的副作用及其预防方法	72
蓝色药业——海洋药物生物技术	74
一、基因工程	77
二、细胞工程和发酵工程	86
三、大有可为的生物反应器技术	90
“分子烙印”——遗传标记技术	92
一、分子遗传标记技术	98
二、六种对虾基因组 DNA 多态性及亲缘关系	118
三、日本对虾野生种群和养殖种群的遗传变异	122
四、四种紫菜基因组 DNA 的多态性及坛紫菜的种质鉴定	125
“亡羊补牢”——海水养殖动物疾病诊断	129
一、核酸检测新技术	130
二、免疫检测新技术	132
最后的“净土”——海洋环境污染防治技术	136

一、海洋环境的污染途径	136
二、海洋环境污染物	137
三、海洋环境污染防治技术	147
四、生物技术的应用前景	152
后记	155
参考文献	158

进军海洋——知识经济时代的 海洋生物技术

海洋是生命的摇篮，也是人类赖以生存和发展的生物资源宝库。海洋生物技术作为继蛋白质工程、染色体工程和生物电子学之后又一个新的生物技术领域，其潜力正在为越来越多的人所认识。

海洋生物技术可以从多个角度、多种层次来认识，有广义的概念，也有狭义的概念；有传统的技术，也有现代的高新技术。如单纯从字面上看，海洋生物技术=海洋生物+技术，或海洋+生物技术。前者指从海洋生物本身发展而来的有关技术，如海洋生物特有的养殖和加工技术；后者指现代生物技术应用于海洋生物领域，包括高新技术应用于海洋生物资源的开发利用，后者正是本书着重介绍的内容。

人类在即将迈入 21 世纪这一生命科学和海洋科学世纪的时候，迎来了知识经济的大潮，海洋生物技术因此备受人们的关注。

一、海洋生物技术的概念

海洋生物技术有广义的概念，也有狭义的概念；有传统的

技术,也有现代的高新技术。

1. 广义的概念

海洋生物技术的广义概念是指研究、生产及利用海洋生物体系的有关技术。从这个概念看,19世纪中期开始的藻胶制取技术,应是一种传统意义上的海洋生物技术,而基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等四大工程应用于海洋生物领域,则属于高新技术应用的范畴。

(1) 海洋生物体系利用、改造技术:指直接利用或加以改造后利用海洋生物的组织、细胞、分子的技术。它以四大工程的应用为代表,即基因工程、细胞工程、酶工程及发酵工程。例如,用外源基因的转移和高效稳定表达技术培育优质、高产、抗逆海藻新品种,作为食品或药物;利用细胞工程技术增殖海藻生活史某一阶段的细胞作为栽培苗种;又如,人们发现深海鱼油中的多不饱和脂肪酸(PUFA)来自低等海洋生物,因而采用发酵工程技术培养海洋细菌生产多不饱和脂肪酸;再如,海洋生物多糖,如甲壳质是得到广泛应用的新材料,目前有关利用、改造技术正得到发展。

(2) 海洋生物体系生产及生物转化技术:严格意义上讲,海洋生物养殖技术不能列入生物技术的范畴,但是,由于微藻养殖以生产单细胞蛋白(SCP)和天然产物为目的,国际上已将有关技术称为微藻生物技术,例如大规模培养盐藻生产 β -胡萝卜素。利用生物反应器进行生物转化是海洋生物技术的重要领域,例如利用固定化海洋蓝藻生产谷氨酸等,具有广阔的应用前景。

(3) 海洋生物学研究技术:严格意义上讲,海洋生物学研究技术不能列入海洋生物技术范畴,但是由于近年来一些高新

技术手段不断应用于海洋生物学研究中,如分子系统学技术等,因而有人也将此称为“海洋生物技术”。

2. 狭义的概念

(海洋)生物基因 + (海洋)生物反应器生产目的产物,指利用海洋生物的基因,经特定的生化反应过程,在海洋生物体系中生产出目的产物来,这个经基因改造后的海洋生物体系本身,也可理解为新品种。利用海洋生物表达陆地生物基因或利用陆地生物表达海洋生物基因的技术,是由此衍生的生物技术。这里的海洋生物反应器,既指特定的培养设备,又指海洋生物体系本身。

3. 综合概念

上面两个概念,特点在于其目的性和定向性。有目的地利用及定向改造海洋生物体系(组织、细胞、分子)的技术,被称为一般意义上的海洋生物技术。

二、高新技术与海洋生物资源的开发利用

海洋生物是高新技术应用的新领域,高新技术是开发海洋生物资源的强动力。海洋生物多样性为高新技术应用提供了广阔的舞台,高新技术既具有定向性,又具有有效性,以基因为核心,经特定的生化过程,生产目的产物,为海洋生物资源的开发提供了有力手段。

将现代高新技术应用于海洋生物资源开发始于 80 年代中期,进入 90 年代以来发展十分迅速。目前个别技术已实现产业化,显示出经济效益,如贝类多倍体育种;有些技术正在得到应用,如生物反应器技术用于海洋生物活性物质的生产;一

批技术已显示出应用前景,如大型海藻基因工程等;许多有益的探索已经开展,如海洋环境监测方面的许多技术性探索。总之,海洋生物技术的发展趋势是向新思想、高技术、深加工进军。

高新技术迈入海洋生物领域,以海洋生物为材料,既借鉴由陆地生物发展而来的原理和技术,又针对海洋生物的特点,既继承,又创新,从知识创新、技术创新、技术应用到产业化、商品化,将产生一系列基础研究、应用研究和开发成果。

高新技术应用于海洋生物资源开发,其经济目标是通过培育优质、高产、抗逆的养殖新品种,发明、应用养殖新技术和利用天然产物的新工艺,开发新型海洋生物技术药物,解决养殖品种病害问题,建立海洋环境监测和保护机制,从而产生经济效益,并使海洋生物资源开发利用产业由高投入、低产出、高风险的传统产业转变成为高新技术产业。

高新技术应用于海洋生物资源开发,抓住了“种”的问题,“药”的问题,“病害”的问题和“环境”的问题四大主题,借鉴从陆地生物发展而来的技术,根据海洋生物的具体特点加以创新并且应用。

1. 建立海洋生物实验体系

海洋生物不同于陆地生物,其生活环境具有特殊性。首先应实现实验室内的培养,特别是纯系培养和模式生物培养建立实验体系,才能开展任何研究,海洋生物技术的发展,依赖于实验体系的建立。童第周先生开创的鱼实验生物学体系,为我国鱼类生物技术的发展奠定了基础。

2. 借鉴陆地生物技术原理,进行知识和技术创新

将来自陆地生物的生物技术原理用于海洋生物实验体系,

充实和更新原有知识,是海洋生物技术研究者的重要任务。因为生命起源于海洋,海洋生命形式相对简单、原始,来自高等生命形式的原理和技术完全可以借鉴。但海洋的特殊环境和低等的生命样式又赋予海洋生物以自己的特色,因而既要借鉴,又要创新。例如低等植物海带的基因工程技术就是借鉴陆地高等植物基因工程技术,根据海带的特点创新的。

3. 进行富有海洋生物特色的技术创新

在没有陆地生物技术可借鉴的情况下,从海洋生物研究材料发展全新技术,进行技术创新十分重要。从海洋生物的养殖、病害防治,到海洋环境的保护和海洋药物的研究、开发都需要创新技术。将计算机辅助设计(CAD)技术用于海洋药物理性分子设计,构建新颖的高效低毒的海洋药物,就是一个例子。

80年代末中国科学院实验海洋生物学开放研究实验室(EMBLC)及时起步,开展了海洋生物高新技术研究,从鱼虾贝藻基因工程和细胞工程育种,到病害防治和海洋药物生物技术开展了大量工作,建立了有关实验体系,创新了一批专利技术,一些技术已经由小试、中试正向生产应用过渡。

EMBLC的依托是中国科学院海洋研究所。她从50年代起就开展了海洋生物资源调查、分类区系、生态学、养殖学、海洋资源化学等多学科研究,掀起了海藻、对虾、扇贝三次海水养殖浪潮,硕果累累。在此基础上培养了一批海洋生物技术人才。

三、海洋生物基因组计划

基因是生物体最小的独立遗传单位，每一个基因编码一段完整的遗传信息。基因组是所有基因的集合体，它包含了一种生物体所有的遗传信息。基因组计划即破译基因组的全部遗传信息，阐明基因组 DNA 的碱基组成，发现生物体的所有基因并将其定位在染色体上。由于基因组研究和人类疾病诊断、治疗、农作物良种培育以及生物技术制药密切相关，因而成为生命科学的前沿领域和国际高科技竞争的焦点。

1986 年诺贝尔奖获得者 Dulbecco 在美国《科学》杂志发表文章，率先提出了人类基因组计划的设想。美国于 1990 年正式启动了人类基因组计划，预计用 15 年完成人类基因组全部序列的测定。由于技术的日新月异，目前进度已大大加快，有可能提前于 2003 年完成。目前这一计划已成为全球性计划，有人将其和“曼哈顿原子弹计划”以及“阿波罗登月计划”相媲美。

在人类基因组计划的带动下，一些模式生物和经济生物的基因组计划也相继启动。其中模式生物有大肠杆菌、酵母菌、线虫、果蝇、小鼠和拟南芥等。经济生物包括玉米、水稻、小麦、棉花等农作物和猪、鸡、牛、马、羊、兔等家禽、家畜。

我国在 1993 年和 1996 年先后启动了“中华民族基因组中若干位点基因结构的研究”和“重大疾病相关基因的定位、克隆、结构与功能研究”，随后又启动了水稻和小麦的基因组计划。经过几年的艰苦努力，目前已取得了进展，使我国在“基因争夺战”中没有陷于被动。

海洋覆盖地球表面积的 71%，容纳生物种类的 80%，海洋生物是人类最大也是最后一个尚未开发利用的基因库。国际上日趋激烈的海洋生物资源竞争，其核心也是海洋生物基因资源。目前美国已捷足先登，开展了对虾、牡蛎、大马哈鱼、虹鳟、鲶鱼 6 种水产经济生物(其中 5 种是海洋生物)的基因组研究，并在对虾基因组研究中取得重要进展，一定程度上保证了美国的养虾业在全球普遍下滑的情况下仍能健康发展。

1992 年联合国环境与发展大会通过了《21 世纪议程》，把海洋列为可持续发展战略的重点领域。1994 年第 49 届联和国大会把 1998 年定为国际海洋年。说明在人口膨胀、环境恶化和资源危机三大难题面前，人们把希望的目标投向海洋。目前我国人均占有陆地面积为 0.002 千米²，远低于世界人均 0.3 千米² 的水平。21 世纪我国面临的挑战将更加严峻，预计在 2030 年我国人口将达到 16 亿。美国人布朗的一本书《谁来养活中国》就提出了中国 21 世纪的粮食问题。如何以地球 7% 的陆地面积，养活世界 22% 的人口成为摆在我们面前的头等重要的问题。只有以最低的环境成本和资源代价，持续发展农业和“蓝色农业”，才能确保 21 世纪的食物安全，实现中国人自己养活自己的目标，而“蓝色农业”的一个中心内容就是海洋生物基因组的研究和利用。

随着人类活动和对自然干预的不断加剧，海洋环境正在不断恶化，海洋生物的种类和数量急剧下降。过度捕捞已使野生种质资源遭到严重破坏；不适当的引种、移种、放流、放养和养殖个体的逃逸也给野生种质资源造成了遗传污染；部分种质资源的退化使得养殖品种出现了成体小型化；海洋环境质量的下降造成了海洋生物病害的日益加剧和蔓延。因此，只有迅速