

高位池对虾精养技术及病害防治^{*}

I. 高位池种类、结构

何建国, 孙成波

(中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 中国大陆对虾高位池对虾养殖自 1994 年在广东徐闻县首次试验成功以来已有 10 a 历史, 在广东、广西、海南三省区获得了成功并得到快速发展, 平均单产凡纳滨对虾 9 000 kg/hm², 最高单产达 30 000 kg/hm² 以上。地膜养虾模式自 1998 年在我国大陆创立以来也得到较快的发展, 在传统池改造中愈加发挥重要作用。笔者将 10 年来从事高位精养虾池 (简称高位池) 及地膜精养虾池养虾经验及研究予以总结。详细介绍了高位虾池及地膜虾池结构包括进水系统、排水系统、增氧系统等, 并对高位精养虾池及地膜精养虾池的养殖管理及病害防治技术作了系统介绍。

关键词: 高位池; 对虾; 养殖技术; 病害防治

中图分类号: S96 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 06-0006-06

20 世纪 70 年代以来, 全球人口激增, 渴望生活质量得到提高, 资源需求量和消耗量明显增加, 过度捕捞和环境污染造成传统渔场主要资源严重衰退, 以及水产养殖技术的提高等多因素刺激, 推动沿海养殖兴起。中国对虾人工养殖, 在 20 世纪 70 年代进入人工养殖阶段, 20 世纪 80 年代由于对虾工厂化人工育苗取得了突破性进展和人工配合饲料的开发研制, 极大地推动了对虾集约化养殖, 在短短的 10 多年时间内, 形成了我国海水养殖的一个支柱产业。据统计, 1979 年全国对虾养殖总水体面积仅为 0.66×10⁴ hm², 年产对虾 1 300 t, 到 1988 年我国对虾养殖总面积曾达到 16×10⁴ hm², 总产量超过 20×10⁴ t。1990 年我国出口对虾 12×10⁴ t, 出口创汇值达 7.1 亿美元, 成为世界养虾第一大国。1992 年起对虾白斑综合症已在某些地区局部发生和蔓延, 93 年蔓延至全国, 给中国对虾养殖造成巨大损失, 产量急剧下降, 从 1992 年超过 22×10⁴ t 降至 1994—1996 年 6×10⁴~7×10⁴ t/a^[1-3]。经过水产科技工作者和养殖者的共同努力, 近几年来中国对虾业逐年恢复。2000 年中国对虾产量达到 21.8×10⁴ t, 2001 年突破 32×10⁴ t, 2002 年则突破 38×10⁴ t。南方高位池对虾养殖对中国对虾养殖业的恢复和发展起到了推动作用。1994 年广泰公司在徐闻下洋前山防护林场采用高位池对虾养殖模式, 该公司建立了 4 口圆形高位虾池, 每口虾池 0.67 hm² 左右, 当年养殖一造单产超过 6 000 kg/

hm²。1995 年总面积扩大到 6.6 hm², 同时在徐闻县前山镇丁村、山海又开发 20 hm² 左右高位虾池, 1996 年推广至湛江沿海各市县、广西区。1997 年推广到海南省。1999 年推广至福建并得以迅速发展。1998 年和 1999 年何建国等对高位池养殖对虾技术进行了总结, 阐述了高位池对虾养殖防治白斑综合症病毒暴发流行的机理。

2001 年统计显示, 广东、广西、海南三省区的对虾产量分别为 10×10⁴ t、4×10⁴ t、4.8×10⁴ t, 占全国对虾养殖产量的 58.7% 以上^[1-5]。从海南省对虾高位池养殖模式发展可以反映出在中国对虾养殖处于病害严重危害时期高位池对虾养殖模式发展状况 (表 1)。

表 1 海南省 1998—2001 年高位池对虾
养殖模式发展情况

Tab 1 The yield of intensive cultured penaeid
shrimp in Hainan from 1998—2001

年份	产量/t	面积/hm ²	单产/(kg·hm ⁻²)
1998	2704	506	5344
1999	5768	1052	5483
2000	9427	1486	6345
2001	24252	2703	8972

海南省自 1995 年以来的对虾养殖状况反映出高位池对虾养殖模式对海南对虾养殖业的发展起到了关键作用 (表 2)。

^{*} 收稿日期: 2004—09—12
基金项目: 国家重大基础研究计划资助项目 (G1999012010); 国家自然科学基金资助项目 (39670577); 广东省自然科学基金资助项目
作者简介: 何建国 (1962 年生) 男, 教授, 博士生导师; E-mail: lsbr05@zsu.edu.cn
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 海南省 1995—2001 年对虾养殖状况
Tab 2 The yield of cultured penaeid shrimp in
Hainan from 1995—2001

年份	产量/t	面积/hm ²	单产/(kg·hm ⁻²)
1995	3698	2940	1258
1996	4611	3125	1476
1997	8355	4662	1792
1998	12854	5756	2233
1999	17739	7069	2509
2000	23250	7759	2997
2001	48291	9203	5247

在 1994—2000 年之间，高位池对虾养殖模式是传统对虾养殖模式产量 6~8 倍，高位池对虾养殖模式的应用和推广标志着我国对虾养殖业从病害威胁中开始恢复和发展，也体现了我国对虾养殖业步入了新的集约化养殖的发展轨道，也展示了我国在对虾养殖方面实现了多项技术的集成。

1 高位池对虾精养模式建池选址

在建高位池之前，对拟选的场址要进行水质、地形、地质、水文、气象、生物等方面的调查，选择水质好、无污染、周边无对虾养殖场或较少养殖场、生产潜力大、经济效益高、经营管理方便的地方，然后进行详细论证，测绘，设计及施工。

1.1 地形地势

高位池养殖场池底要求位于高潮位以上，虾池任何时候都能排干水。在地势方面要求较平坦，易于进水系统、排水系统及虾池施工，节省建塘投资的土方成本。虾池与岸边要有一定的距离，林业部门规定虾池外海边保留 200 m 隔离带，这样有利于保护生态环境，同时避免受到台风等影响。

1.2 底质

地质对对虾养殖水体理化因子和生物因子有较大影响，同时也影响到海水过滤系统的建设和使用效果。如果养殖海区地质为非沙质底，较难通过过滤管和过滤井的较经济的方式处理海水。高位池底质以沙泥、沙质底为宜，地膜虾池则对底质没有特别要求。

1.3 水文与水质

要查明潮汐类型，历年潮差变化情况，流向和流速以及风浪等情况，以便确定过滤提水井的数量及规格及进排水系统的位置和取向。同时掌握当地降雨量的周年变化及日变化及集雨面积，地下淡水资源是否丰富及能否利用，以便确定防洪及调节盐度及促进生长的办法。了解海水 pH、盐度、DO、浑浊度、营养盐等，一般 pH 要求 7.8~8.6，密度

为 1.010~1.020 g/cm³。海水营养盐丰富、天然生物繁茂的海区，养殖对虾易暴发疾病。

1.4 生物资源

要了解当地海区可供养殖的虾类资源及繁殖季节，以便于生产。同时要了解当地敌害生物种类，对于野生虾蟹（WSSV 的保存宿主）等甲壳类过多海区不宜建高位池。

1.5 社会环境

应考虑交通、淡水资源、电力供应、劳力及养殖习惯。高位池对增氧、供水等机械的依赖性较大，一般应有高压电到现场，且配备 2 套发电机组。另外，高位池应远离工农业污染严重的地方。

2 高位池结构系统

高位池一般由进水系统、虾池、排水系统、增氧系统和污水处理系统组成。

2.1 进水系统

主要包括进水处理、提水泵、进水主渠及进水管支渠等。

2.1.1 进水处理 目前高位池进水有 3 种方法：不经过滤直接用动力抽取外海水；海水经在海边地下沙滤后再抽到进水主渠；进水入蓄水沉淀池经药物处理后再抽取至池塘使用。

(1) 直接获取外海水 海水没有经过沙滤和沉淀消毒直接进入养殖池中，这是一种开放的进水系统，是高位池对虾养殖模式早期经常使用的海水获取方式，需要有优质的水源进行水交换，每次换水量超过池塘容积的 20%。近年来，由于各地环境条件特别是海区富营养化程度日趋严重，病害严重，目前使用这种模式，病毒性疾病发病率超过 50%以上，已较少采用这种进水方式。广东徐闻县所属各乡镇高位池较多采用这种进水模式。

(2) 过滤进水 根据过滤方式的不同，分为砂滤和网滤，南方主要采取砂滤方式。目前主要 3 种砂滤方式：①PVC 管五联井式；②砂滤池；③砂滤井。

①砂滤池：这是目前高位池砂滤水最为完善的一种模式。它的主要特点是砂滤池建在远离大海的陆地上，不受台风、风浪的影响，可 24 h 抽水过滤。而且对于那些远离外海或外海边泥底，不宜建砂滤池的地方或砂滤池滤水效果不好的地方尤为适用。一般砂滤池面积为 30 m² 左右，深度 2.5 m，粗石 40 cm；细石 20 cm；粗沙 20 cm；细沙 40 cm，过滤效果为一个池 24 h 可过滤 1200 m³ 水，即 50 m³/h，对浮游生物过滤率为 90%，可明显减少 WSSV 的水平传播（图 1）。

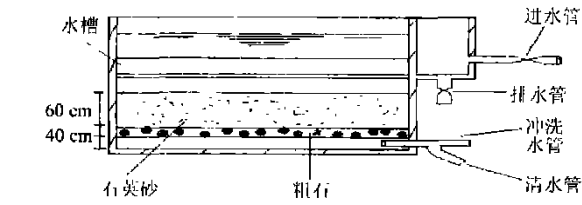


图1 带反冲洗装置的沙滤池

Fig. 1 Constitution of the filter pond for seawater

②砂滤井：以海南莺歌海洋生物技术有限公司黄流基地砂滤井为例加以介绍。砂滤井建在高潮线附近，深度为6~10 m，一般为8 m左右。池底低于最低低潮线1~2 m，砂滤井内径6 m，在底部井壁留有进水孔，外连内径为15~20 cm的PVC管6~8根。管上有直径为1~2 cm的孔，外包20目筛绢网，防止砂子堵塞管道。砂层厚度不少于1~2 m，沙子为自然砂，其粒径测定为如表3所示。

表3 海南莺歌海洋生物技术有限公司黄流基地过滤水所用沙大小与比例

Tah 3 The size of natural sand used in the filter

级别	粗	中	细
大小/mm	1. 01	0. 6125	0. 256
比例/%	25	65	10

经砂滤井过滤的海水，生物种类和数量发生了很大的变化，浮游植物仅为外海水的10%，浮游动物仅为外海水的10.5%（另文发表）。砂滤井（图2）可以有效去除水中的悬浮颗粒及有机碎屑，有效的减少WSSV的宿主生物，如甲壳类等进入虾池，对预防病害的发生起了相当大的作用。

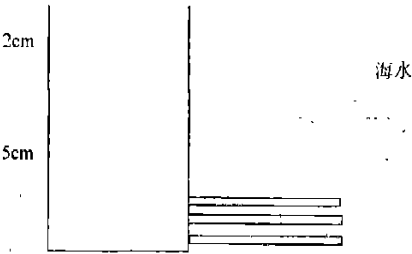


图2 砂滤井示意图

Fig. 2 The constitution of well for seawater filter

另外，沙滤对游离病毒和细菌过滤有一定的作用，沙滤对细菌过滤率最低为30%，最高为98.14%，平均为63.33%；其中弧菌最低为5.26%，最高为97.2%，平均为66.46%（另文发表）。对细菌的过滤效果主要视砂层厚度及砂的粒

径不同而不同，砂层越厚、砂的粒径越小效果越好。从某种程度上讲，砂滤并降低了细菌的含量，减少了细菌病的发生。但随着养殖面积的扩大，海区富营养化日趋严重，为防止对虾从海区海水污染感染病毒病和细菌病，建议对虾养殖过程中，外海水采用沙滤加蓄水池中间沉淀消毒以保证养殖用水的安全。

③PVC管多联井式过滤结构：主要结构包括多条（一般5条）3寸PVC管井，然后集中至一条4寸PVC管，通过提水设备提至进水主管道，一般PVC管井深度为2~3m，过滤效果及原理同砂滤井基本类似。可达到60 m³/h的提水能力（图3）。

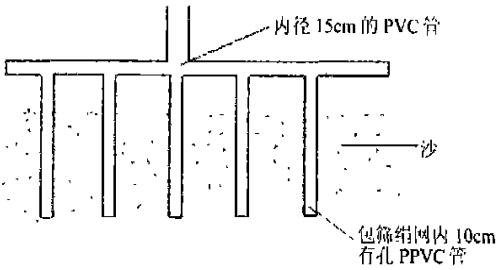


图3 PVC管五联井

Fig. 3 The constitution of five wells for seawater filter

(3) 蓄水沉淀池药物处理 目前，一般10 hm²左右虾池配备蓄水沉淀池2个，每个0.66 hm²左右，循环使用。海水主要采用漂白粉、漂白精等含氯消毒剂处理。有效氯10×10⁻⁶以上基本对浮游动物的杀死率为98%以上，对细菌杀死率接近100%。也可以杀死较大型的野生虾蟹类动物，基本阻断WSSV的水平传播途径，减少了病毒病和细菌病的发生。这种方法一般海区状况比较复杂、病害危害严重的地区使用，消毒后经72 h沉淀即可抽入虾塘使用。

2.1.2 进水渠道 进水渠道包括进水主渠、进水支渠。进水渠位于虾池堤坝上方。

2.2 虾池

2.2.1 虾池的设计

(1) 虾池的大小 虾塘一般0.2~0.67 hm²，以0.3~0.4 hm²为宜。二级养殖模式，一级池一般为0.1~0.2 hm²左右，二级池0.3~0.4 hm²。池小便于管理，精养易高产。

(2) 虾塘的形状 一般方形、圆形、近方形。圆形为最好，此种类型的虾塘易造成循环水流，增氧效果好，对虾粪便残饵等污染物易于集中塘中间，定期清除池底污物及残饵等，便于日常水质控制。

(3) 虾塘深度 以池底至水面深度为 1.8~3 m 为宜。一般池深 2.3~3.5 m，高位池养殖对虾密度较大，池深便于增加对虾活动空间，易于高产。

(4) 塘底 一般高位池应该平坦并略向排水侧倾斜(倾斜度以 0.2%为宜)，便于日常池底残饵和污物清理、收虾后清塘等。

2.2.2 虾塘的结构 建造高位池虾塘时，其工程包括筑堤、建闸、护坡、平底、铺膜、铺沙等。

(1) 筑堤 可分为进排水闸堤和隔堤 3 种，堤坝作用：①人行车道；②分隔虾塘；③蓄水养虾。一般进排水闸堤较宽以上口 5 m 以上为宜，隔堤上口以 3 m 以上为宜，一般堤坡度为 1:1。

(2) 排水闸 目前高位池砂质底较多，多采用 PVC 管排水。面积 0.67 hm² 左右的高位池，设置内径 15~20 cm 的 PVC 管 4 根排水。部分采用中央排水和排污一起，部分采用边排和中央排水排污相结合。

(3) 护坡 国内高位池护坡根据所采用材料不同分为 3 种。

①人工混凝土护坡：先将池壁平整好，人工用水夯实，再采用 100 号人工混凝土护坡，厚度为 3~5 cm。护坡底部用 20 cm×20 cm 的底座(砖或混凝土)。护坡每隔 10 m 做一条 20 cm×20 cm 的竖梁增加护坡的牢固程度，延长使用年限。护坡表层采用 200 号护档，厚度为 0.5 cm。护坡上口采用 20 cm×20 cm 人工混凝土或砖作沿，防止暴雨将坡冲坏，护坡做好后注意人工维护，一般用水冲泡 3 d 左右，防止暴晒出现裂缝。一般使用年限为 10 a 左右。

②砖护坡：砖护坡基本同人工混凝土护坡，只是所采用的材料为砖，厚度为 6 cm，用 200 号人工混凝土拼接，铺好后，在表面撒一层水泥沙浆，防止海水腐蚀，增强使用年限。一般使用年限为 10 年。

③地膜护坡：地膜主要采用 HDPE 人工塑胶布膜护坡，厚度为 0.05 cm 和 0.075 cm 2 种，使用年限为 7~10 a。

3 种护坡以地膜最简单，而且便于维护，成本低，但其牢固程度不如水泥护坡和砖护坡。

(4) 铺膜 目前高位池防渗主要采用 2 种办法。

①铺膜：主要采用 HDPE 人工塑胶布膜(俗称地膜池)，将池底平整后，将地膜(一般宽 6~7 m，长 300 m 左右)采用热熔法拼接，直接铺于池底。

②地膜上铺沙：目前一般采用国产普通塑胶布

膜(0.03 cm 厚)用热熔法铺于池底，其上再铺 30~40 cm 沙，或 HDPE 人工塑胶布膜，其上铺 3~5 cm 沙。

2.3 排水系统

高位池包括排水闸门，排水支管，排水主管等。排水闸门主要有 3 种方式：①边排水；②中央排水；③边排水和中央排水结合使用。

2.4 增氧系统

增氧系统由增氧机及配套电力系统等组成。

高位池的增氧机的功能主要有 3 个方面：①增加空气和水界面的表面积，以便让更多的氧气进入水体；②使水体沿一个方向流动，促使对虾排泄物、残饵等污染物富集到池底中央便于排污；③调节水质。增氧机从类型上可分为叶轮式、水车式、射流喷水式、螺旋射流式以及鼓风机等多种。对于塑料冬棚养殖来言，一定要配备鼓风机。

目前南方高位池多用水车式及射流式增氧机，一般水车式每台增氧机有水轮 2 个，也有 7~8 个水轮，大型应急增氧机可有 12 个水轮，双叶轮增氧机功率为 0.75 kW/台，射流式增氧机功率为 1.5 kW/台。叶轮式增氧机和射流式增氧机联合使用效果较好。以 0.67 hm² 塘为例(单产 9 000 kg/hm²)，配置水车式增氧机 6 台，射流式增氧机 2 台，便于增氧及促进水的上下层对流。

2.5 中央排污系统

中央排污系统(图 4)主要排除池内有机废物，减轻池塘有机负载，一般每天排污 4 次，每次 3~5 min，以流出污水变清为标准。

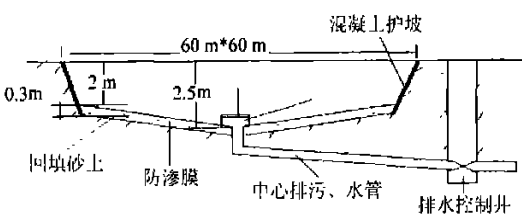


图 4 标准高位养虾池结构及中央排污系统结构图

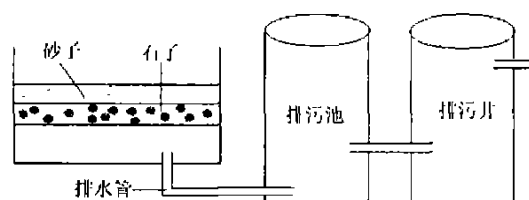
Fig 4 The constitution of pond for intensive culture shrimp

2.6 污水处理系统

一般污水经排水主渠排出后，不直接排入大海，经处理达标后方可排入大海(图 5)。

3 高位池养殖模式的种类

高位池养殖模式种类较多，根据进水处理方式可分为开放式、过滤式和沉淀消毒式；根据是否分级养殖可分为一级养殖模式、二级养殖模式和三级养殖模式；根据池底处理方式可分为地膜养殖模式



注: 1. 石子砂子厚均为 20cm
2. 排污池、排污井深度均为 320cm
3. 排水管道均为内径 25cm 的 PVC 管

图 5 沙滤式污水处理系统

Fig 5 The constitution of system for treating cultured shrimp water

(地膜上不铺沙)、地膜铺沙养殖模式、池底不铺地膜也不铺沙养殖模式。这些养殖模式没有一个统一的标准, 而且多种模式联合使用较为普遍。根据目前高位池养殖的现状, 我们主要介绍以下 4 种养殖模式。

3.1 开放式

这种开放系统的精养模式, 需要有优质的水源和附近没有或者较少对虾养殖场, 海水一般不经过滤预处理直接进入池塘。每次换水量超过池塘总容积的 20%, 一般湛江沿海及海南部分海区采用此模式。缺点是, 近年来由于各地环境条件特别是水质趋于恶化, 使用不经过滤和预处理的海水养殖不易切断 WSSV 的水平传播途径, 养殖成功率逐年下降。新建的高位池已较少采用此种模式。

3.2 过滤水养殖模式

这种精养方式采用过滤水作为养殖水源, 养殖用水经过滤的方式主要有沙滤井、砂滤池、管式过滤等。经过过滤的水一般携带 WSSV 的宿主不易进入虾池, 减少病毒量的累积, 养成成活率高。

3.3 分级养殖模式

一般分二段或三段, 详见《高位池对虾精养技术及病害防治 II》(待发表)。

3.4 地膜养殖模式

地膜养殖模式通常也是过滤水养殖模式, 只是 1998 年在国内首次使用以来得到许多养殖的使用和在传统对虾养殖池改造中发挥重要作用而单独介绍。

地膜养殖模式虾池有过滤水系统, 只是池底铺地膜, 地膜上不铺沙, 更加有利于养殖管理和缩短养殖间隔时间。同时依赖于土质的细菌性疾病也不会在地膜养虾模式发生, 因为养殖池不存在老化问题, 从而保证了对虾养殖的成功率。地膜养殖模式同过滤水养殖模式一样, 具有有效控制对虾主要病害白斑综合症的暴发流行的特点。白斑综合症的

病原是白斑综合症杆状病毒 (WSSV)。WSSV 宿主范围广, 包括养殖对虾、野生海水虾、蟹、虾蛄等甲壳动物。较大型的宿主生物通过沙滤可以去除, 不能进入对虾养殖池, 而可离开水体的蟹类不能在地膜中寄居, 也无法较长时间在水体中, 从而明显减少了病毒通过宿主传播到养殖对虾中。同时, 通过过滤海水浮游植物、其他小型浮游动物和细菌大量减少, 因而减少了有害生物对养殖对虾的胁迫, 减少了经水体传播病毒的机会和降低了因为环境胁迫导致病毒潜伏感染的对虾转为急性感染的机会。再通过养殖管理、抗病药物的使用、水质有效调控等措施, 控制潜伏感染病毒的对虾转为急性感染的机会, 因此过滤水养殖模式, 含地膜养殖模式具有有效控制对虾 WSS 暴发流行的作用。地膜可以完全隔绝周围环境对虾池的不良影响, 包括底质和虾池蟹类的影响, 是目前比较理想的选择, 目前被广泛应用于传统池的改造。

参考文献:

- [1] 何建国, 莫福. 对虾白斑综合症控制与广东省对虾养殖业持续发展[J]. 中国水产, 1998, 11: 34—37.
- [2] 何建国, 莫福. 对虾白斑综合症病毒爆发流行与传播途径、气候和水体理化因子的关系及其控制措施[J]. 中国水产, 1999, 7: 34—41.
- [3] 农业部渔业局. 中国渔业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [4] 孙成波, 何建国, 吴琴瑟, 等. 斑节对虾高位池地膜养殖模式初步建立[J]. 中国水产, 1999(6): 30—34.
- [5] 孙成波, 何建国, 石义学, 等. 地膜池与普通土池封闭式养殖斑节对虾研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(增刊): 80—82.
- [6] 孙成波, 何建国, 陈锚, 等. 地膜池与水泥边坡沙底池封闭式养殖斑节对虾研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(增刊): 83—85.
- [7] 苏永全, 蔡心一, 王军. 1992—1993 年福建南部地区虾病的调研[J]. 海洋科学, 1995, (1): 1—4.
- [8] 宋盛宪, 何建国, 翁少萍. 斑节对虾养殖[M]. 北京: 海洋出版社, 1999.
- [9] 吴琴瑟. 虾蟹养殖高产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [10] 翁文海. 封闭式循环水高密度精养斑节对虾高产研究 // 苏永全. 虾类的健康养殖[C]. 北京: 海洋出版社, 1998: 44—49.
- [11] 相建海. 海水养殖生物病害发生与机制[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [12] HE J G, DENG M, LONG Q X, et al. Theory and strategies for controlling white spot syndrome (WSSV) of cultured *Penaeus monodon* in South China[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(增刊): 147—153.

(下转第 16 页)

On the Prospects of Applying the Multi-gene Transformation
Strategy to Modify the Inheritance of Organisms

I . The Gene Resources and Technical Platform for Multi gene Transformation

LI Bao jian, ZHU Hua chen

(Biotechnology Research Center //Key Laboratory of Gene Engineering of Ministry of Education //
State Specialized Laboratory of Plant Gene Engineering //State Key Laboratory for Biocontrol,
Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: As the post genome era is approaching, more and more genes with definite biological functions will be cloned. They will be applied to genetic improvement of organisms. Since most phenotypes and physiological functions are determined by the coordination of multiple gene expression, the multi gene transformation strategy (MTS) will be the main means for gene engineering in basic research and for practical application. Based on over ten years 'practice in the Biotechnology Research Center of Sun Yat sen University and Key Laboratory of Gene Engineering of Ministry of Education, the significance and the reason why the MTS was proposed are reviewed. The available gene resources and the technical strategies for multi gene transformation were discussed.

Key words: multi gene transformation strategy (MTS); gene engineering; post genome; genetic improvement

(上接第 10 页)

Technology of Intensive Penaeid Shrimp Culture and Disease Control

HE Jian guo, SUN Cheng bo

(School of Life Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The history of intensive penaeid shrimp culture and disease control is introduced in mainland of P. R. China. The contents mainly include constitution of ponds for intensive shrimp culture, cultural technology, management, and viral diseases control methods, especially white spot syndrome (WSS) .

Key words: intensive culture; penaeid shrimp; cultural technology; disease control