

文章编号:1000-0615(2004)04-0431-07

对虾白斑病围栏封闭预防技术

李德尚¹, 董双林¹, 黄国强¹, 李吉方¹,
吴雄飞², 战文斌¹, 潘鲁青¹, 王芳¹

(1. 中国海洋大学教育部海水养殖重点实验室, 山东 青岛 266003;

2. 宁波市水产研究所, 浙江 宁波 315012)

摘要:“对虾白斑病的围栏封闭预防技术”是一项针对沿海低位池塘、以切断传染病原为主旨、以设置防蟹围栏为特色的对虾白斑病综合预防技术。其主要措施为:首先在贮水(兼水处理)池和养殖池周围设置防蟹围栏,将该等池塘封闭起来,使杂蟹不会从陆地侵入池内;然后通过 60 目滤网进水,并用敌百虫或敌杀死处理上述两种池塘,杀灭以蟹类为主的一切甲壳动物;解毒后,放养经检测不带白斑症病毒的虾苗;采取封闭式养殖,养殖期中只向养殖池加水以补充渗漏和蒸发的水损失;加水时,先将海水在贮水池中用药物处理,杀灭其中的传染该病的媒介生物(主要是桡足类),药物解毒后再注入养殖池。此外,作为辅助措施,在养殖期中从多方面尽量保证虾池中有一个良好的生态环境。该技术已经过预备研究、实验研究和扩大试验等阶段,均证明效果良好。已扩大试验了近 33.33hm²(其中实际养虾池约 17.33hm²),成功率达 96% 左右。

关键词:对虾养殖;沿海低位池塘;白斑病;预防;池塘处理;围栏封闭

中图分类号:S945.4 **文献标识码:**A

The fence-enclosing method controlling the WSSV disease of penaeid shrimp

LI De-shang¹, DONG Shuang-lin¹, HUANG Guo-qiang¹, LI Ji-fang¹,
WU Xiong-fei², ZHAN Wen-bin¹, PAN Lu-qing¹, WANG Fang¹

(1. The Key Laboratory of Mariculture of the Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

2. Institute of Fishery Research of Ningbo, Ningbo 315021, China)

Abstract: This paper deals with a method controlling the white spot syndrome (WSS) of shrimp cultured in low altitude coastal ponds. The method took blocking the routes of infection as its aim, and was focused on killing and preventing the crabs living in and around the shrimp ponds. Its chief measures include: setting fences, made of polyethylene mosquito netting and supported with bamboo or wooden poles, to enclose the ponds for preventing the crabs from entering the ponds from the surrounding land; treating the ponds enclosed by the fences, about one month before stocking shrimp fry, with certain crustacean-sensitive pesticide to kill off all the crustaceans, especially the trash crabs, in the ponds; checking the shrimp fry to be stocked for specific virus and

收稿日期:2003-04-29

资助项目:山东省海洋与渔业厅资助(对虾爆发性病毒病围栏封闭预防技术的大面积应用研究)

作者简介:李德尚(1928-),男,山东平度人,从事水产养殖生态学研究,教授,博士生导师。Tel:0532-2860562;E-mail:lids@lib.ouqd.edu.cn

本文所介绍研究成果已获得国家发明专利,专利号为 ZL99112369.7。文中的“防蟹围栏”获得国家实用新型专利,专利号为 ZL03214998.0。

stocking the WSSV negative ones; taking a closed-culture system, i.e., a system with no water exchange in the course of cultivation, but adding seawater to the ponds in time to balance the water losses through seepage and evaporation, and disinfecting the seawater to kill all the vectors in special water-treating ponds before being added to culture ponds; and, as an accessory measure, maintaining a suitable ecological environment for the reared shrimp. The method has been proved to be effective in many years' (1998 - 2002) experiments. In the last year (2002), 58 shrimp ponds with a total area of 17.2 hm² were used, among which 56 ponds with a total area of 16.94 hm² succeeded in WSSV prevention. Thus, the success rate was 96.6% by pond number, and 96.1% by pond area. In the succeeded ponds, the shrimp was 9.9 - 12.6 cm in body length after 82 - 140 d of cultivation; the survival rate was 49.6% - 76.0%; and the productions were 2140.5 kg·hm⁻² for the semi-intensive style ponds, 7492.5 kg·hm⁻² for the intensive ones, and 12577.5 kg·hm⁻² for the recirculating ones in average. In sharp contrast with above results, the shrimp ponds neighboring the experimental ones all failed in cultivation owing to WSS contamination.

Key words: shrimp culture; low altitude coastal ponds; white spot syndrome; prevention; pond treatment; fence-enclosing

针对白斑病对养虾业的危害,国内外已发展起来的高位池塘养殖、内地淡水养殖、远海岸卤水兑淡水和地下咸水养殖等养殖方式,虽然存在着很多局限性和副作用,但对于预防该病都有一定效果;而对于在总养虾面积中占主体的、使用天然海水的近海岸低位养虾池塘,则迄今没有找到有效的解决办法。其主要症结在于这类池塘处于传播本类疾病的沿岸带生物群落(主要是其中的甲壳类动物)的影响之下,对于如何防止其传播又一直缺乏有效对策。其中的杂蟹类,能在池边陆地上栖息活动,能在池塘中越冬,并具有较强的耐药力,又成为解决本问题的最大障碍。基于上述认识,本研究瞄准近海岸低位养虾池塘该类流行病的预防;其主旨是切断该类病毒对于虾池的传播途径,其中又以灭蟹和防蟹为重点。研究从1998年开始,经过很多对局部问题的试验观察和逐年的经验积累和技术改进,直到2002年才取得大面积试验的成功。现以该年的试验结果为例加以综合报道。

1 材料与方法

1.1 基本措施

1.1.1 设置防蟹围栏 作为该技术的第一个环节,养殖池和贮水池都要用围栏封闭起来,以防杂蟹由池外侵入。

预备研究 作为预备研究,先行挖掘和观察了潮间带最主要的杂蟹——天津厚蟹(*Helice tiensinensis*)的数十个在池塘水位线以上的洞穴。

查明其洞穴是从地面呈陡角(80°左右)向下,直达该处的地下水位,有时深达80~100cm,末端呈盲囊状,并无分枝或弯道通入池水中。由此可肯定在水位线上设置拦网,即可防止蟹类从外方侵入池中。

围栏的材料、结构和设置 围栏以聚乙烯防蚊纱网为主要材料,上方缝衬一条宽20cm的聚乙烯薄膜,以竹竿或木桩为支架;总高1.0m,埋入地下0.5m,地上竖立0.5m;每隔2.0m加一支架将纱网垂直撑起;架设在池塘内坡、养虾期间的最高水位线上,将整个池塘封闭起来(图1)。

1.1.2 池塘药物处理 池塘处理的目的是杀灭池中本种病的一切媒介生物,而主要着眼点是耐药性最强的杂蟹。

药物选择及有效浓度测试 作为预备研究测试了敌百虫、敌敌畏和敌杀死(溴氰菊酯)等三种杀灭甲壳动物常用药物的效果及必需剂量。查明该等药物效果都很好,以耐药力最强的天津厚蟹为例,三种药物的96h最低全致死浓度依次为 3.0×10^{-6} 、 3.0×10^{-6} 、 1.5×10^{-6} 。这三种药物都符合国家颁发的有关规定^[1-3],但我们推荐使用敌百虫。这种药虽然敏感性稍次,但使用更安全,成本也较低。在本研究的预防试验中实际使用的就是敌百虫。

处理时间及方法 为了所施药物在池水中充分分解和在池中培养基础饵料的需要,要在放苗前30d左右处理池塘。处理时,先向池塘(包括养殖池和贮水池)通过60目滤网进水,直到淹没围

栏的基部为止,然后架设增氧机。将计算用量(最低全致死量加 2 倍的安全系数)的药物加水溶解,均匀泼于池面上,开动增氧机,使在全池混合均匀。

1.1.3 虾苗的病毒检测 无论是自育的虾苗或

采购的虾苗,都要在采购前或放养前进行白斑症病毒(WSSV)的检测(有条件的可同时进行桃拉病毒和皮下及造血器官病毒的检测),只放养检测结果为阴性的虾苗。本研究采用单克隆抗体免疫斑点检测技术对 WSSV 进行现场检测^[4]。

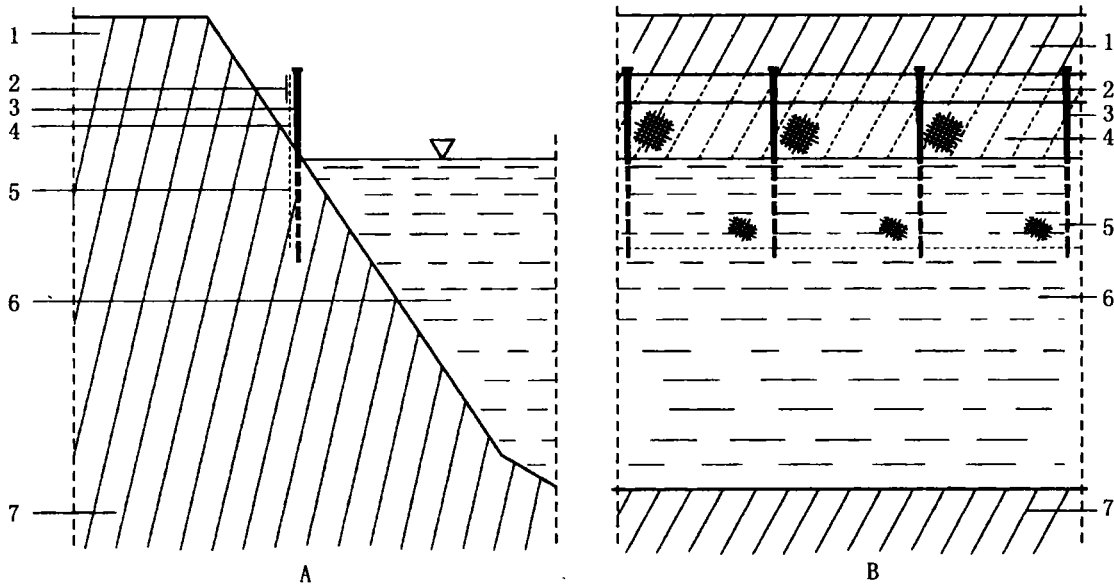


图 1 防蟹围栏示意图(A—横断面,B—正面观)

Fig.1 A sketch of the crab-preventing fence (A: cross-section view; B: frontal view)

1. 池堤; 2. 聚乙烯薄膜; 3. 支柱; 4. 聚乙烯纱网(地上部分); 5. 聚乙烯纱网(地下部分); 6. 池水; 7. 池底
1. pond dike; 2. polyethylene membrane; 3. supporting pole; 4. polyethylene net (over ground part);
5. polyethylene net (under ground part); 6. pond water; 7. pond bottom

1.1.4 养殖期间补充水的处理 采取封闭式养殖,即在养殖期间池塘只适时加水补充渗漏与蒸发的水损耗,而不换水。向养殖池加进的海水,都要先在贮水池中进行药物处理,其目的是杀灭其中的一切浮游甲壳类。处理所用药物的剂量(96h 最低全致死浓度乘以 2 倍安全系数),经过以耐药力最强的太平洋哲水蚤(*Calanus pacificus*)为代表进行的专门测定,查明敌百虫为 0.5×10^{-6} ,敌杀死为 0.08×10^{-6} 。处理的做法是:在贮水池中加设增氧机,先通过 60 目滤网将贮水池加满水,而后再将计算用量的药物加水溶解,均匀泼洒于池面上,开动增氧机,使药物在全池混合均匀。经测定并由经验证实在处理后 7d,即可向养殖池供水。为防止药物对产品卫生质量的不利影响,收获前半月停止加水。

1.1.5 优化养殖池的生态环境 作为技术的辅

助部分,在整个养殖过程中,要尽量保证虾池中具有良好的生态环境。生态管理措施要与所拟定的集约化水平相适应。其中最为重要的是:认真清池,去除池底的沉积物和进行石灰处理;设置必要数量和正确使用增氧机,以确保池水必要的溶氧水平;使用益生菌制剂,控制有机质及氨氮浓度;按需要施用生石灰以控制池水的 pH 值,和使用杀菌或抑菌剂,控制池水中致病菌的数量(使用药物要在国家有关标准和产品说明书的指导之下)。

1.2 各试验点的条件和养殖措施

2003 年于山东、江苏、浙江三省共安排了 7 个试验点,进行了扩大试验。7 个试验点都用天然海水,养殖南美白对虾(*Litopenaeus vannamei*)。其养殖条件及基本养殖措施列于表 1。

上述试验点中,山东的一个位于莱州湾畔,浙江的三个点都位于三门湾顶部,而江苏的一个则

位于一条小河的入海口附近;都属于沿海低位区域,在滨海生物群落的影响范围之内;池塘周边和内部杂蟹甚多,池堤上都有蟹洞,只是密度互有不同;多年来一直是白斑病的多发区。

表1 各试验点的条件及养殖措施

Tab.1 Information of the experimental stations

所在地区 location	山东 潍坊市 Weifang, Shandong	江苏 连云港市 Lianyungang, Jiangsu	浙江 海宁县 Haining, Zhejiang	浙江 海宁县 Haining, Zhejiang	浙江 海宁县 Haining, Zhejiang	浙江 海宁县 Haining, Zhejiang	浙江 海宁县 Haining, Zhejiang
单位名称 names of the stations	海化区海洋 与渔业管理处 BOFAOCD	徐圩盐场 养虾场 SFXSF	越溪海王 水产养殖场 YHAF	越溪李凌峰 养殖场 YLLAF	双盘涂水产 养殖公司 SAF	东部海洋 经济开发公司 EOEDC	大佳何高湖 塘养殖点 DGAF
使用池塘总面积(hm ²) total area of ponds used	2.5	8.3	2.0	3.1	5.9	5.8	4.7
对虾养殖池 shrimp ponds							
规格(hm ²) area per pond	0.87	0.33	0.15	0.22	0.21	0.13 - 0.23	0.54
水深(m) depth	1.6	1.5	2.5	2.5	1.8	2.8	1.5
数量(口) number	2	14	6	6	12	11	7
总面积(hm ²) area in total	1.7	4.7	0.9	1.3	2.5	2.3	3.8
增氧机 aerator							
类型 type	水车式 van wheel	水车式 van wheel	叶轮式 paddle wheel	叶轮式 paddle wheel	叶轮式 paddle wheel	叶轮式 paddle wheel	叶轮式 paddle wheel
配备数量(kW·hm ⁻²) number	5.1	9.0	15	13.5	15	11.3	9
养殖方式* style of culture	半集约式 semi-intensive	集约式 intensive	虾池-贝池内 循环水养殖 WRCS (1:0.7)	虾池-贝池内 循环水养殖 WRCS (1:0.9)	虾池-贝池内 循环水养殖 WRCS (1:0.8)	虾池-贝池内 循环水养殖 WRCS (1:0.97)	集约式 intensive
放养数量(10 ⁴ ·hm ⁻²) stocking rate	20.7	6.0	127.5	127.5	120	127.5	75

注:括号内为虾池对贝池的面积比例

Notes: 1. The abbreviations for names of the stations are: BOFAOCD—Bureau of Ocean and Fishery Administration, Ocean Chemistry District; SFXSF—Shrimp farm of the Xuwei Salt Field; YHAF—Yuxi Haiwang Aquaculture Farm; YLLAF—Yuxi Li Lingfeng Aquaculture Farm; SAF—Shuangpantu Aquaculture Farm; EOEDC—East Ocean Economy Development Company; DGAF—Dajiahe Gaohutang Aquaculture Farm
2. WRCS is the abbreviation of the water-recirculating culture style; ratios in parentheses are that of the area of shrimp ponds to that of mussel ponds

1.3 试验的处理与对照

本试验属于对一个成型技术的效果验证,所以实质上是一个处理,即这套综合的防病技术,7个试验点相当于7个重复。至于试验的对照问题,受研究条件限制,无法设置有必需代表性的专门对照,而只能以所选试验点以往的发病情况作为纵向对照,而以各试验点周围养虾池当年的发病情况作为横向对照。

1.4 对所用药物处理方法的安全性检验

该技术对池塘和池塘用水的药物处理,都是根据有关文献[5]的介绍,假定在设置的解毒期中所用敌百虫已充分解毒,因而所处理池塘和海水在与养殖对虾接触时都已无不良作用;此外也假

定对所养对虾的食品安全和对外界的环境安全也无不良影响。为验证这些假定的可靠性,特将与养殖对虾接触时的处理海水、养虾结束后向外界排出的海水和表层池泥以及所产对虾取样送检,以确定其敌百虫含量。送检的单位为国家核准的计量认证合格单位(青岛市农业科学研究所中心实验室),采用的是国家规定的规范方法(检测对虾用 GB/T17331 - 1998,池水和底泥用 GB/T14552 - 93)。

2 结果

2.1 预防白斑病的效果

7个试验点的试验结果汇总列入表2。

表 2 各试验点的试验结果

Tab.2 Results of the experiments in the experimental stations

单位名称 names of the stations	海化区海洋 与渔业管理处 BOFAOCD	徐圩盐场 养虾场 SFXSF	越溪海王 水产养殖场 YHAF	越溪李凌峰 养殖场 YLLAF	双盘涂水产 养殖公司 SAF	东部海洋 经济开发公司 EOEDC	大佳何高湖 塘养殖点 DGAF
收虾日期 date of harvest	9.13	9.12	9.16	9.20~10.9	9.20~10.16	9.20~10.22	9.30
对虾平均体长(cm) average body length of shrimp	11.2	9.1~12.6	9.9~10.2	10.3	10.2	11.0	10.2
对虾平均成活率(%) average survival rate of shrimp	69.0	73.0	69.8	59.0	49.6	60.7	76.0
对虾平均产量(kg·hm ⁻²) average production of shrimp	2140.5	7005.0	12828	11069	13155	13239	7972.5
贝类平均产量(kg·hm ⁻²) average production of mollusk	—	—	17850	16080	14100	15900	—
白斑综合征暴发池数 number of ponds failed in prevention of the disease	0	2	0	0	0	0	0
防病成功率(%) success rate	100	88	100	100	100	100	100

注:单位简写同表 1。

Notes: the meaning of the abbreviations of the station names are the same with Tab.1

上述结果,总计起来,三个省的 7 个试验点试验用池塘总面积为 32.2hm²,扣除贮水池及养贝池,实际养虾池共 58 口,17.23 hm²。在全部 58 口养虾池中,暴发白斑病的只有 2 口,防病成功的为 56 口。因此,以池塘数目计总成功率为 96.6%;以池塘面积计则为 96.1%。

与上述试验结果成鲜明对照的是,这 7 个试验点周围的养虾池全部都在 6-8 月中先后发病(白斑病),其产量江浙 6 个点周围大都在 1500kg·hm⁻²以下,山东的一个点周围则在 750kg·hm⁻²以下。这 7 个试验点在未采用本技术之前也基本上全部发病,只有江苏的一个点稍好,有 79%的池塘发病。

2.2 灭蟹与防蟹的效果

试验池塘在验收及收虾时检查了杂蟹的有无、分布及数量等情况。防病成功的虾池,在验收时池内未见有杂蟹及蟹洞,只是有些池塘在收虾时发现少量的当年生小蟹。防病失败的虾池内发现有少量的成体杂蟹和蟹洞。但所有实验池的围栏以外则分布有很多蟹洞,靠近围栏基部处尤为密集。这一结果证明池塘处理是成功的,而围栏的作用也是肯定的;也说明试验失败的池塘可能主要是处理池塘和海水不彻底或围栏有漏洞所致。

2.3 所用药物处理措施的安全性

池塘、池水和养成对虾送检的结果列入表 3。

从表中数值可知本技术所采用的敌百虫处理方法对于养殖中的对虾、养成的食品对虾或外界环境都是安全的。因为敌百虫降解迅速,而且本技术规定了足够的解毒时间,处理和解毒后的海水加到池塘内又被稀释了近十倍,所以实际上敌百虫并未接触到养殖对虾,也并未向外界排放。

3 讨论

3.1 关于本技术的可靠性及其机理

本试验在三个省 7 个试验点上的 32.2hm² 池塘中进行,各试验点包括了不同的集约化水平和多种养殖方式。在此基础上获得了高达 96% 的成功率,而与此成鲜明对照的是试验点周边的其他养虾池和试验池以往年份绝大多数(约 90% 以上)都暴发了病毒病,由此足以证明本技术是有效和可靠的。少数试验池之所以失败,可能是因为执行技术不严格,也可能是某些环节的技术现状所限,例如,虾苗的病毒检测用的只是极少数的样品,其代表性远不是充分的。本技术所以能够奏效,其机理很简单,就是彻底杀灭了原池塘中和向池塘添加的海水中的媒介生物,而且因该病毒在游离状态下和在死体内存活时间很短^[6-8],所以在施药后的解毒期间,该类病毒也已死亡;围栏又切断了病毒从陆地进入池塘的主要途径;于是,在围栏以内的养虾环境中就形成了该类病的无病

区,至少是低感染区。

3.2 关于优化养殖池生态环境的重要性

本技术只能说切断了该类病毒病向虾池传播的主要途径,并非所有途径(例如水鸟、飞沫的传播),而且,如前所述,某些技术措施也并非绝对可靠。所以使用该技术在有些情况下,之所以未发病,是由于保证了低感染,而不是绝对未感染。研

究证明,此类病毒在低感染水平下,如果生态环境良好,可以不致病,基本不影响养殖虾的成活和生长^[8-12]。因此,优化养殖池的生态环境,就是本技术的一个必要的补充措施;更何况,优化环境是养虾的一般要求,它可以带来多方面的利益。所以本技术规定的水质优化措施是完全必要的。

表 3 敌百虫处理样品的送检结果

Tab.3 Results of dipterex checking of the samples of dipterex treatments

检测目的 aims of checking	样品 samples	处理浓度 treating concentration	敌百虫浓度(或含量)(mg·kg ⁻¹) concentration of dipterex					
			处理后的天数 days after treatment					
			3	6	7	14	21	28
池塘处理的安全性 safeness of pond treatment	池水 pond water	6.0	-	-	0.479 ± 0.023	0.025 ± 0.002	未检出 undetectable (< 0.01)	未检出 undetectable (< 0.01)
	底泥 pond sediment	-	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	未检出 undetectable (< 0.01)	未检出 undetectable (< 0.01)	未检出 undetectable (< 0.01)
海水处理的安全性 safeness of seawater treatment	池水 pond water	0.5	0.288 ± 0.016	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
食品安全性 safeness of cultured shrimp as food	养成对虾 1 shrimp harvested 1	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	养成对虾 2 shrimp harvested 2	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
环境安全性 safeness to environment	池水 1 pond water 1	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	池水 2 pond water 2	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	池水 3 pond water 3	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	底泥 1 pond sediment 1	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	底泥 2 pond sediment 2	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-
	底泥 3 pond sediment 3	-	-	未检出 undetectable (< 0.01)	-	-	-	-

3.3 关于本技术使用药物处理的安全性

敌百虫是对甲壳类特别敏感的农药,而且价格较低,因此使用成本很低,而且操作方便。近年来有些研究证明在较高浓度和长期暴露下,敌百虫对动物有致畸或致癌的作用,因而有人对水产养殖中使用敌百虫提出了异议^[13,14]。但如前所述,因其降解迅速,在本技术的规定下,所用药物实际上并不与养殖对虾接触,也不向外界排出。所以这里的药物处理与一般的药物治疗虾病的直接接触截然不同,安全性是不用怀疑的。这种做

法不仅不违反国家的有关规定,而且从原理上也是有充分说服力的。

3.4 本技术对养虾业可持续发展的意义

本技术是针对受沿岸带生物群落影响的近海岸(包括海岸与潮间带)虾池研制的。经大规模试验证明,它是可靠的,且成本低(每公顷池塘的专用费用按当前价格计算不超过 3000 元),技术条件要求不高,便于掌握和推广。从原理上看,它也适用于其他种类的病毒流行病。因此,这一技术的施用和推广将有利于养虾业的可持续发展。

参考文献:

- [1] NY5052 - 2001. Food no Public Hazard. Water quality for mariculture[S]. State Agriculture Department, 2001. [NY5052 - 2001. 无公害食品—海水养殖用水水质[S]. 国家农业部, 2001.]
- [2] NY5052 - 2002. Food no Public Hazard. Norms for application of aquacultural medicines[S]. State Agriculture Department, 2001. [NY5071 - 2002 无公害食品—渔用药物使用准则[S]. 国家农业部, 2002.]
- [3] Announcement no. 193 of State Agriculture Department. A list of forbidden animal medicines and other chemicals[Z]. 2003. [国家农业部公告第 193 号. 食品动物禁用的兽药及其他化合物清单[Z]. 2003.]
- [4] Zhan W B, Chen J, Zhang Z D, et al. Elimination of endogenous peroxidase background in immunodot blot assays to detect white spot syndrome virus (WSSV) [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2003, 53(3), 263 - 265.]
- [5] Editor board of the state Agriculture Department. A Manual of Aquacultural Medicines [M]. Beijing: China Sciences and Technology Press, 1998. [农业部《渔药手册》编撰委员会. 渔药手册[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1998.]
- [6] Xie S T, Qiou Q, He J G. Effect of several physical and chemical factors on viability of white spot baculovirus of *Penaeus monodon* [J]. Marine Sciences, 2000, 24(3): 52 - 54. [谢数涛, 邱全德, 何建国. 几种理化因子对斑节对虾白斑杆状病毒(WSBV)感染力的影响[J]. 海洋科学, 2000, 24(3): 52 - 54.]
- [7] He J G, Zhou H M, Jiang J B. infectivity of white spot syndrome baculovirus in *Penaeus monodon* [J]. Tropic Oceanology, 1999, 18(1): 59 - 67. [何建国, 周化民, 江静波. 白斑综合症杆状病毒致病性特征[J]. 热带海洋, 1999, 18(1): 59 - 67.]
- [8] He J G, Mo F. The relationship of the outbreak and spreading of the white spot syndrome of penaeid shrimp with the routes of infection and factors of climatic and physio-chemical factors, and controlling measure for it[J]. Fisheries in China, 1999, 7: 34 - 37, 41. [何建国, 莫福. 对虾白斑综合症病毒暴发流行与传播途径、气候和理化因子的关系及其控制措施[J]. 中国水产, 1999, (7): 34 - 37, 41.]
- [9] Bao Z M, Xiang J J, Jiang M, et al. Studies on the infection and possibility of vertical transmission of baculovirus in overwintering broodstocks of *Penaeus chinensis* [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 1997, 27(3): 397 - 403. [包振民, 相景杰, 姜明, 等. 杆状病毒感染越冬亲虾(*Penaeus chinensis*)的研究——越冬亲虾感染及其垂直传播的可能性[J]. 青岛海洋大学学报, 1997, 27(3): 397 - 403.]
- [10] Huang J H, Sun S Y. A primary study on the inducing factors of the outbreak and spreading of the exposive epidemics of Chinese shrimp [J]. Fisheries Research for South Sea, 1998, 17: 25 - 29. [黄建华, 孙少勇. 中国对虾爆发性流行疾病的诱发因子的初步研究[J]. 南海水产研究, 1998, 17: 25 - 29.]
- [11] Tsai M F, Kou G H, Liu H C, et al. Long-term presence of white spot syndrome virus (WSSV) in a cultivated shrimp population without disease outbreaks [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 1999, 38 (2): 107 - 114.
- [12] Peng S E, Lo C F, Lin S C. Performance of WSSV-infected and WSSV-negative *Penaeus monodon* postlarvae in culture ponds [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2001, 46 (3): 165 - 172.
- [13] Jiang L F. The application of dipterex in prevention and treatment of fish diseases [J]. Freshwater Fisheries, 1990, (3): 31 - 33. [姜礼燧. 敌百虫在防治鱼病中的应用[J]. 淡水渔业, 1990, (3): 31 - 33.]
- [14] Zhao H X. The current states and the developmental trend and treatment of the diseases of aquatic organism [J]. Feed World, 2002, 93: 39 - 41. [赵红霞. 水产病害防治的现状与发展趋势[J]. 饲料世界, 2002, 93: 39 - 41.]