

文章编号:1000-0615(2005)01-0137-06

研究简报·

三种方法处理后养殖海水的浮游生物变化及培水效果

孙成波¹, 何建国¹, 王平², 黄翔鹤², 陈刚²

(1. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275; 2. 湛江海洋大学水产学院, 广东 湛江 524025)

关键词:沙滤;网滤;蓄水消毒;浮游生物;培水

中图分类号:S968.22 文献标识码:A

Effect of sea water treated with three kinds of methods on the species and quantities of plankton

SUN Cheng-bo¹, HE Jian-guo¹, WANG Ping², HUANG Xiang-hao², CHEN Gang²

(1. School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China;

2. Fisheries College of Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

Abstract: This present paper studied the technological characteristics of seawater treated by sand filtering, net filtering and reserve-water disinfection. The results showed that after treatment the average filtering ratio of phytoplankton was 89.98%, and that of zooplankton was 89.5%; that it can isolate the other species of shrimp and crab by the filtering net of more than 40 mesh, and it was difficult for Copepoda to pass through the filtering net of more than 60 mesh, so it can block the horizontal disseminate pathway of WSSV; and that 6×10^{-6} of the efficient chlorine can kill Copepoda but most aquatic creatures were dead in the water treated by 10×10^{-6} of the efficient chlorine, and it can transfer algae after killing the harmful creatures by using bleaching powder when there was reserve water. The result of water culture for 4 days, in out-seawater and the water treated with sand filtering or net filtering of 60 mesh or 6×10^{-6} of efficient chlorine, showed that the species and quantity of plankton were the most by out-sea-water culture, and it reduced respectively in the water treated by filtering with 6 mesh, sand filtering and 6×10^{-6} of efficient chlorine.

Key words: sand filtering; net filtering; reserve-water disinfection; plankton; water culture

1992年始于福建和粤东,1993年流行于全国沿海地区的大面积对虾暴发性流行病,使我国养殖对虾总产量由1992年的 22×10^4 t,锐减到1994年的 5×10^4 t,给沿海地区对虾养殖业造成重大损失^[1-4]。到2001年,我国对虾产量已经恢复到 30×10^4 t,主要得益于广东、海南和广西3省区的对虾养殖得到恢复和发展,而我国其他对虾养殖省区对虾产量仍没有恢复到1992年水平。近年来,我国学者在对虾养殖和病害控制等方面做了大量工作,特别是对虾病毒病的研究取得了显著进展^[5-7]。为探寻更有效的对虾健康养殖模式,有效控制病害的暴发流行,笔者在海南莺歌海洋生物技术有限公司黄流对虾养殖基地采用沙滤、

网滤、蓄水消毒3种方法进行对虾养殖用海水处理,对处理前后浮游生物数量及种类变化,以及处理后肥水效果等几方面进行了比较研究,并探讨了3种处理方法在控制对虾白斑综合征方面的作用和意义。

1 材料与方法

1.1 浮游生物的测定

200目浮游生物网采集浮游生物。浮游植物定量:取水样1000 mL,加入15 mL鲁歌氏液固定,沉淀24~48 h后加甲醛1~2 mL保存,标定至30 mL,用浮游植物计数框或血球计数板统计浮游植物和有机碎屑的量并进行对比。

收稿日期:2003-04-03

资助项目:国家重大基础研究计划(G1999012010);国家自然科学基金(39670577);广东自然科学基金(2003A20404);国家863项目(2003AA603120)

作者简介:孙成波(1970-),男,江苏赣榆人,博士研究生,主要从事水生生物养殖及病害防治研究。Mob:13807672010, E-mail:scb248@msn.com

通讯作者:何建国, Tel:020-84110976, E-mail:lsbrc05@zsu.edu.cn

浮游动物定量:取 10 L 水样,用 4%~5% 的甲醛固定,沉淀 24~48 h 后浓缩至 15 mL 或 30 mL(由生物多少决定),然后用浮游动物计数框计数。

1.2 沙滤

海南莺歌海洋生物技术有限公司黄流养虾基地养殖用海水均采用沙滤海水。沙滤井建在高潮线位置附近,深度为 6~10 m,井底低于最低低潮线 1~2 m,沙滤井内径 6 m,在底部并壁留有进水孔,外连内径为 15 cm,20 cm 的 PVC 管 6~8 根,管上有直径为 1~2 cm 的孔,外包 20 目的筛绢网,防止沙子堵塞管道。沙层厚度不少于 1~2 m,沙子为自然沙,其粒径测定如下,粗粒为 1.01 mm,占 25%;中粒为 0.61 mm,占 65%;小粒为 0.26 mm,占 10%。

1.3 网滤

用水泵直接抽取外海海水经 4 种网目(20 目、40 目、60 目、80 目)的筛绢网过滤。

1.4 蓄水消毒

抽取外海海水盛于 PVC 塑料桶中,各盛 50 L,共 5 个,静置 12 h 后按有效氯 6、8、10、12、20 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 设置浓度梯度组,消毒 24 h 后取水样测量浮游生物种类和数量。采用简易的蓝墨水滴定法测定有效氯浓度。

1.5 肥水

用水泵直接抽取沙滤水和外海水经 60 目网滤,外海水经有效氯为 6 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 的漂白粉处理与外海水各 50 L 肥水,盛于开口塑料桶中,4 个水样中均加入尿素 1 g,磷肥

和复合肥各 0.1 g,放置室外。4 d 后取水样进行浮游生物种类和定量分析。实验用海水比重为 1.024,pH 为 8.4。

2 结果

2.1 沙滤

浮游生物种类和有机碎屑的变化 沙滤前后浮游生物的种类、数量和有机碎屑的变化如表 1~表 3 所示。

经沙滤并过滤的海水,生物种类和数量均发生了很大的变化,浮游植物数量仅为外海水的 1/10,经测定滤过的品种个体大小约在 10 μm 以下。浮游植物平均过滤率为 89.98%。浮游动物数量为外海水的 10.5%,过滤率为 89.5%。该海区外海水的优势种类不明显,其中纤毛虫类约占 35%,过滤后品种仅剩 5~6 种。

2.2 网滤

不同型号的筛绢网过滤外海水,浮游生物种类及数量结果如表 4 和表 5。

20 目网过滤,几乎所有的小型浮游生物均能通过,仅可滤出一些大型有机碎屑和粗沙,40 目网过滤后浮游植物总量减少 14.5%,60 目减少 42.6%,40 目到 60 目对于大多数浮游植物都能通过,数量减少原因可能在于滤网被杂物堵塞,而滤掉少量浮游植物。用 40 目过滤后浮游动物总量减少 12.44%,可隔离非养殖虾蟹,60 目减少 46.4%,80 目减少 77.03%,枝角类、桡足类难以通过 60 目网。

表 1 不同时期外海水和沙滤水浮游动物种类

Tab.1 The species of zooplankton of out-sea-water and sand-filtering water in different periods

浮游动物种类 species of zooplankton	外海水 out-sea-water			沙滤水 sand-filtering water		
	2000-04-07	2000-04-13	2000-05-23	2000-04-06	2000-04-28	2000-05-23
桡足类无节幼体 Copepoda larva	+	+	+	-	-	-
剑水蚤 Cyclopoda	+	+	+	-	-	-
猛水蚤 Hurpacticaida	+	+	+	-	-	-
壶状臂尾轮虫 Brachinus urceus	+	+	+	+	+	+
根状拟铃虫 Tintinnopsis	+	+	+	+	+	+
游捕虫 Eaploles	+	+	+	-	-	-
急游虫 Strombidium viride stein	+	+	+	+	-	+
抱球虫 Globigorina sp.	+	+	+	-	-	-
漫游虫 Litomotus sp.	-	-	+	-	-	-
钟状网纹虫 Favella campanula	+	+	+	+	+	+
奥氏类铃虫 Codonellopsis	+	-	-	-	-	-
介形虫 Stracoda	+	+	+	-	-	-
海蛭 Rhopilena	-	-	+	-	-	-
半球杯水虫 Phialidium hemisphaerieum	-	-	+	-	-	-
亨生莹虾 Lucifer hansenii nohili	+	+	-	-	-	-
线虫 Nematelminthes	+	+	+	-	-	-
寄居蟹 Papurus	+	+	+	-	-	-
浮游动物卵 eggs of zooplankton	+	+	+	+	+	+
合计 total	16	15	16	5	4	5

注:“+”表示有,“-”表示无

Notes:“+”expresses existence,“-”expresses nonexistence

表 2 不同时期外海水、沙滤浮游植物种类

Tab.2 The species of phytoplankton out-sea-water and sand-filtering-water in different periods

浮游植物种类 species of phytoplankton	外海水 out-sea-water			沙滤水 sand-filtering-water		
	2000-04-07	2000-04-13	2000-05-23	2000-04-06	2000-04-28	2000-05-23
奇异菱形藻 <i>Nitzschia paradoxa</i>	+	+	+	-	+	-
扁藻 <i>Coscinodiscus</i>	+	-	-	-	-	-
圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i>	+	+	+	-	-	-
菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+	-	-	-
美丽双菱藻 <i>Suirella</i>	+	+	+	-	-	-
平板藻 <i>Tabellaria</i>	+	+	+	-	-	-
羽纹硅藻 <i>Pinnularia</i>	+	+	+	-	-	-
角毛藻 <i>Chaetoceras</i>	+	+	+	-	-	-
直链藻 <i>Melosira</i>	+	+	+	+	+	+
盒形藻 <i>Biddulphia</i>	+	+	+	-	-	-
中肋骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i>	+	-	-	-	-	-
卵形藻 <i>Cocconeis</i>	+	+	+	-	-	-
席藻 <i>Phomidium</i>	+	+	+	+	+	+
鞘藻 <i>Lyngbya</i>	+	-	+	-	-	-
新月菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	+	+	+	+	+	+
桥穹藻 <i>Cymbella</i>	+	+	+	+	+	-
穹杆藻 <i>Achnanthes</i>	+	+	+	+	+	+
舟形藻 <i>Navicula</i>	+	+	+	+	+	+
三角角甲藻 <i>Ceratium tripos</i>	-	+	+	-	-	-
日本星杆藻 <i>Asterionella japonica</i>	+	-	-	-	-	-
小环藻 <i>Cyclotella</i>	-	+	-	-	-	-
曲舟藻 <i>Pleurosigma</i>	+	+	+	-	-	-
长菱形藻 <i>Nitzschia longissima</i>	+	+	+	-	-	-
壳衣藻 <i>Phacotaceae</i>	+	+	+	-	-	-
合计 total	24	21	26	6	6	5

注:“+”表示有,“-”表示无

Notes: “+” expresses existence, “-” expresses nonexistence

表 3 沙滤前后浮游生物的数量变化

Tab.3 The changes of plankton number before and after sand filtering

对比组 comparison	浮游植物 phytoplankton			浮游动物 zooplankton		
	外海水 (10^6 ind L^{-1}) out-sea-water	沙滤水 (10^6 ind L^{-1}) sand-filtering-water	过滤率 (%) filtering ratio	外海水 (10^6 ind L^{-1}) out-sea-water	沙滤水 (10^6 ind L^{-1}) sand-filtering-water	过滤率 (%) filtering ratio
1	8.02	0.86	89.30	182	15	91.7
2	8.98	0.81	99.98	198	21	89.4
3	9.36	0.94	89.96	209	26	87.5
平均 average	8.078	0.87	89.98	197	21	89.5

2.3 蓄水消毒

海水样品经不同有效氯浓度漂白粉处理,24h 后取样测定,pH 值由 8.4 升至 8.9。使用的最低浓度为 6×10^{-6} ,最高为 20×10^{-6} 。海水处理前后浮游生物数量变化如表 6。

使用 6×10^{-6} 有效氯时,浮游植物降为 8.8%, 8×10^{-6} 时降为 0.84%, 10×10^{-6} 时降为 0.33%, 12×10^{-6} 时降为 0.1%, 20×10^{-6} 则全部杀死; 6×10^{-6} 有效氯,浮游动物降为 18.7%, 8×10^{-6} 时降为 6.0%, 10×10^{-6} 时降为 1.3%, 12×10^{-6} 时以上则杀灭全部浮游动物。

2.4 培水

培水后 4 d 取样作定量定性分析浮游生物的种类和数量,结果如表 7 所示。

施肥后 4d,水色最先变化的是外海水,其次是 60 目网滤水,接着是沙滤水,最后是 6×10^{-6} 有效氯处理水,水色分别为黄绿色、黄绿色、淡黄绿色、淡黄绿色。培水 4d 后水样分析结果:外海水培水浮游动物优势种为急游虫,占其总量的 46.7%,60 目网滤的优势种为钟状网纹虫,占总量的 51.6%,沙滤水的优势种变为急游虫,占总量的 51.3%, 6×10^{-6} 有效氯处理水后浮游动物优势种为钟状网

表4 不同网目过滤外海水前后浮游植物种类及数量

Tab. 4 The changes of phytoplankton before and after net filtering

浮游植物种类 species of phytoplankton	40目 40 mesh		60目 60 mesh		80目 80 mesh		外海水 out-sea-water ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)
	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	
	number	filtering ratio	number	filtering ratio	number	filtering ratio	
圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i>	48.2	89.03	45.0	84.0	36.3	67.7	53.6
菱形海线藻 <i>Thalassionema</i>	37.1	79.4	36.0	87.1	27.0	57.8	46.7
新月菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	28.4	89.3	25.9	81.5	25.0	78.6	31.8
长菱形藻 <i>Nitzschia longissima</i>	11.2	74.7	12.0	80.0	8.5	53.3	15.0
盒形藻 <i>Biddulphia</i>	8.0	57.6	8.0	87.6	0	0	13.9
角毛藻 <i>Chaetoceras</i>	137.5	89.2	121.3	78.7	97.6	56.8	154.2
三角角甲藻 <i>Ceratium tripos</i>	8.0	61.5	0	0	0	0	13.0
茧形藻 <i>Amphiprora</i>	19.2	83.5	17.0	73.9	0	0	23.0
双壁藻 <i>Diploneis</i>	8.0	75.0	5.0	41.7	3.0	85.0	12.0
舟形藻 <i>Navicula</i>	42.0	93.3	39.0	86.7	36.0	80.0	45.0
壳衣藻 <i>Phacotaceae</i>	10.3	71.1	9.2	63.5	9.0	63.1	14.5
席藻 <i>Phomidium</i>	20.7	97.46	198.0	93.2	182.0	72.3	212.4
穹杆藻 <i>Achnanthes</i>	96.2	91.71	89.0	84.8	72.3	59.4	104.9
直链藻 <i>Melosira</i>	54.3	96.11	51.0	90.3	47.0	47.8	56.5
奇异双菱藻 <i>Suriella paradoxa</i> Grunow	39.2	78.7	36.0	72.3	32.0	84.1	49.8
距端根管藻 <i>Rhizosolenia calcaravis</i>	13.0	76.5	8.0	47.1	0	0	17.0
曲舟藻 <i>Pleurosigma</i>	12.0	92.3	9.0	69.3	9.0	69.2	13.0
其他 others	43.4	72.7	37.0	62.0	23.8	83.1	59.7
总数 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	823.0	85.5	746.4	77.5	518.0	53.8	963.0

表5 不同筛绢网过滤外还水前后浮游动物种类及数量

Tab. 5 The changes of zooplankton before and after net filtering

浮游动物种类 species of zooplankton	40目 40 mesh		60目 60 mesh		80目 80 mesh		外海水 out-sea-water ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$) number
	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	数量 ($10^4 \text{ ind } \text{L}^{-1}$)	过滤率 (%)	
	number	filtering ratio	number	filtering ratio	number	filtering ratio	
桡足类无节幼体 Copepoda larva	41	93	0	0	0	0	44
剑水蚤 <i>Cyclopoda</i>	6	100	0	0	0	0	6
根突拟铃虫 <i>Tintinnopsis</i>	30	91	20	60.6	15	48	33
壶状臂尾轮虫 <i>Brachinus urceus</i>	26	72	23	63.9	3	8	36
游捕虫 <i>Eaploes</i>	12	100	11	91.7	0	0	12
急游虫 <i>Strombidium viride</i>	18	100	15	83.7	8	45	18
钟状网纹虫 <i>Favella</i>	10	100	10	100	0	0	12
抱球虫 <i>Globigorina</i> sp.	9	90	4	40	3	10	10
介形虫 <i>Stracoda</i>	4	67	3	50	0	0	6
线虫 <i>Nemathelminthes</i>	5	83	4	66.7	0	0	6
寄居蟹 <i>Papirus</i>	0	0	0	0	0	0	+
杂蟹 crabs	0	0	0	0	0	0	+
卵 eggs	12	100	12	100	10	84	12
莹虾 <i>Lucifer hansenii nohili</i>	0	0	0	0	0	90	+
其他 others	10	71	12	85.7	10	71	14
总数 total	183	88	112	53.6	48	23	209

表 6 不同有效氯浓度漂白粉处理海水的浮游生物数量

Tab.6 The number of plankton treated with different concentration efficient chlorine

有效氯浓度 ($\times 10^{-6}$) concentration of efficient chlorine	浮游植物 phytoplankton		浮游动物 zooplankton	
	杀灭率 (%) killness ratio	数量 (ind L^{-1}) number	杀灭率 (%) killness ratio	数量 (ind L^{-1}) number
0	0	9.0×10^6	0	209
6	91.2	7.9×10^5	81.3	39
8	99.16	7.5×10^4	94.0	12
10	99.77	2.0×10^3	98.7	5
12	99.9	+	-	-
20	-	-	-	-

注:“+”表示有少量,“-”表示无

Notes:“+”expresses few,“-”expresses nonexistence

表 7 培水前后浮游生物的变化

Tab.7 The changes of plankton before and after cultivating water

	对照组	外海水	60 目	沙滤水	6×10^{-6}
	contrast group	out-sea-water	60mesh	sand-filtering-water	有效氯的漂白粉
浮游植物 phytoplankton	培水前 (10^6 ind L^{-1}) before cultivating water	9.36	7.46	0.87	0.79
	培水后 (10^6 ind L^{-1}) after cultivating water	105.5	86.1	20.7	13.4
	增加量 (倍) increasing quantity (times)	11.22	11.54	23.79	19.5
	优势种数 number of predominance species	0	2	1	1
	非优势种数 number of nonpredominance species	25	18	6	5
浮游动物 zooplankton	培水前 (ind L^{-1}) before cultivating water	209	112	26	39
	培水后 (ind L^{-1}) after cultivating water	2704	2430	135	60
	增加量 (倍) increasing quantity (times)	12.9	21.7	5.2	1054
	优势种数 number of predominance species	1	1	1	1
	非优势种数 number of nonpredominance species	15	12	9	9

纹虫,占总量的 20%。浮游生物数量呈递减趋势,沙滤水为外海水的 35%,漂白粉处理为外海水的 2.2%。培水后浮游植物优势种为角毛藻,这可能与所施肥料比例有关,所施肥料 N 含量为 8.36×10^{-6} ,外海水培水后种类最多、数量也最大,角毛藻含量为 31%,其次是席藻。60 目网滤水培水后种类与外海水差别不大,只是数量有所减少,优势种占 34.9%;沙滤水浮游植物数量为外海水的 61%,优势种占 41.7%,有效氯 6×10^{-6} 的漂白粉处理水也能在 4d 内使生物量达到 $1.54 \times 10^7 \text{ ind L}^{-1}$,仅为外海水的 14.7%,其中角毛藻占 54.7%,生物种类比较单一。

3 讨论

对虾白斑综合征病毒 (WSSV) 是危害全球养殖对虾最严重的疾病白斑综合征 (WSS) 的病原, WSS 是我国乃至全

球对虾养殖发展的瓶颈,只要控制了 WSS 的暴发流行,对虾养殖业就会得到快速发展。海水前处理对部分控制 WSSV 的水平传播途径和调节水质从而控制 WSSV 的暴发流行在生产中具有重要意义。

3.1 沙滤的特点

使用沙滤井可以有效地去除水中大量的悬浮颗粒和有机碎屑,还成功地阻断 WSSV 等病毒的自然宿主——水体中的甲壳类、动物肉食性的种类,例如:猛水蚤、剑水蚤,部分哲水蚤目的种类和介形类动物,非养殖的杂虾、蟹隔离在外,减少 WSSV 的水平传播途径^[6]。因此,从水中带入的病原体较少,发病率较低。建造 1 口沙滤井成本大约需人民币 1.5 万元,成本相对较低,可以为大多数养殖场所接受,但是,井的深度、位置,沙的粒径和级配又直接影响其过滤速率。

3.2 网滤的结构及其特点

网滤适用于高效、大流量过滤,生产上一般在进水口使用网滤,多有2~3层网。在进水阀处安装2层网,网目由内到外分别为60、20,这在莺歌海盐塘普遍采用,能有效地防止甲壳类动物进入虾塘,从而保护单胞藻。另据报道,廉江龙营围虾场1998年在进出水闸处安装3层网,网目由内到外分别为60、40、20目,用于防止水体中的WSSV媒介物进入虾塘,经生产实际应用,取得较好的效果,有效防止了脊尾白虾等WSSV的宿主进入虾塘,减少了白斑综合征的暴发。

3.3 蓄水池消毒处理水

通过蓄水沉淀可以使水体悬浮物凝集于池底,增大其透明度,达到净化水质的作用,同时又不受外海水水质变化的影响。但是,养殖用水量,配备蓄水池面积要求很大,这样投资成本较高,造成池塘的浪费,使用漂白粉等进行消毒处理可以杀死水中的敌害生物,但也杀死了大量的单胞藻,在 10×10^{-6} 以上就杀死水中的所有生物,而培养池塘适宜的单胞藻时间较长,但采用接种的途径,也可在最短时间达到放苗时所需的生物量,这也是今后可以进一步研究的课题。使用漂白粉、二氧化氯等进行消毒处理水,水体中余氯的消失至少需要3d,放苗前应该测定有效氯含量,达到安全浓度再投放。泼洒光合细菌也需在含量消毒剂投放3d药效消失后使用,以免影响效果。

3.4 不同处理水与培水效果

试验中加入了3种肥料,用量比生产中大得多。生产中常用N含量为 $2\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$,N:P=(4~10):1,而实验中N含量为 $10\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$,培水后浮游植物优势类为角毛藻。水色最先变化的是外海水,分别为黄绿色、黄绿色、淡黄绿色、淡黄绿色。

从各方面看,笔者认为,生产中沙滤、网滤和蓄水池消毒处理,均可采用。其中沙滤并过滤为最好,具有安全、过水快、经济等特点。而漂白粉消毒处理可以用于封闭式养殖的后期添加水和育苗用水。目前,直接用外海水进行养殖,虽然培水较容易,生物种类丰富,但易暴发疾病。尤其在疾病高发季节,经常用外海水,易造成疾病的大面积流行,目前应特别注意养殖用海水的处理问题。3种方法处理水均能一定程度地除去大型浮游生物,如甲壳类、非养

殖的杂虾、蟹等,它们是WSSV的自然宿主,从而减少WSSV的水平传播的机会。

使用网滤可有效滤出甲壳类,而保护单胞藻的多样性,在养殖中水体生物种群比较丰富,但若网目尺寸过小,水中悬浮颗粒过多,易造成网眼堵塞,影响滤水性能,同时还会使浮游生物的种类及数量减少。故养殖过程中所用的滤网不超过80目,而且其造价低、过水量大、结构简单,易在大多数养殖场使用,并可考虑用不同型号的多层滤网。

由于养殖用水使用量大,配有蓄水池沉淀面积要求很大,成本过高,故大部分养殖场很少使用此方法。一般直接进入水到虾池再使用二氧化氯、漂白精和漂白粉等含氯消毒剂,其中漂白粉最为常用。从实验中可知,有 6×10^{-6} 有效氯时可以杀死桡足类, 10×10^{-6} 以上可以杀死水中的大部分生物,配有蓄水沉淀池则可以用漂白粉杀死有害生物后,再进行接种培养藻类。

参考文献:

- [1] Lightner D V, Poulos B T, Bruce L, et al. New development in penaeid virology: application of biotechnology in research and disease diagnosis for shrimp viruses of concern in the American [A]. In "Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the united states" [A] (Fulks W K, Main L). The Oceanic Institute, 1992. 233 - 253.
- [2] 何建国, 邓敏, 翁少萍, 等. 斑节对虾白斑病病原与病理[J]. 中山大学学报丛刊, 1996, (增刊): 12 - 15.
- [3] Inouye K, Miwa S. Mass mortalities of cultured kuruma shrimp *Penaeus japonicus* in Japan in 1993: electron microscopic evidence of the causative virus [J]. Fish Pathology, 1994, 29: 149 - 158.
- [4] Wongteerasupaya C, Sriurairatana S, Vickers J E, et al. Yellow-head virus of *Penaeus monodon* is an RNA virus [J]. Dis Aquat Org, 1995, 22: 45 - 40.
- [5] Lo C F, Ho C H, Peng S E, et al. White spot syndrome baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods [J]. Dis Aquat Org, 1996, 27: 215 - 225.
- [6] 何建国. 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.
- [7] 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]. Natural Science Edition, 2000, 39 (supple): 147 - 153.