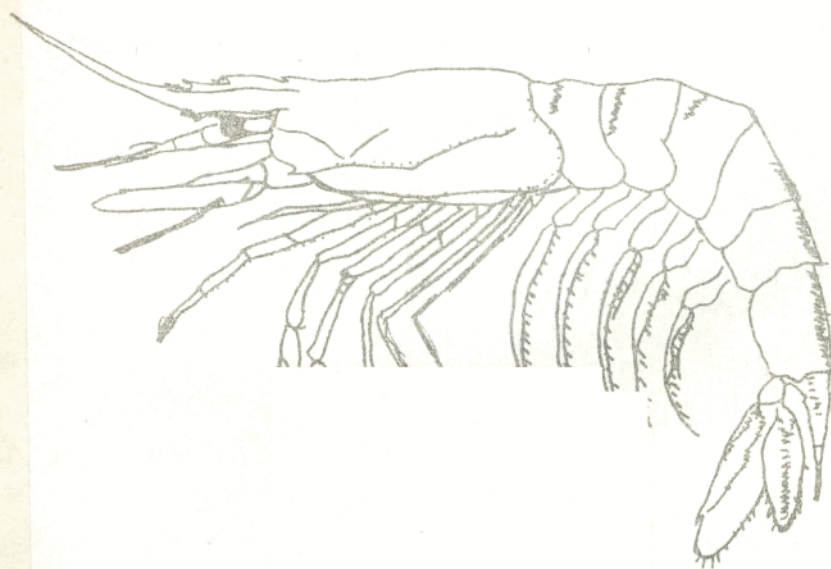


821-6-8

对虾养殖内部资料

《对虾病害综合防治实用汇编》

专 刊



中国海洋湖沼化学学会

水产技术开发中心

1991年10月

汇 编 留 言

提高经济效益是养殖事业的发展宗旨。然而，在实践中人们总感到一种潜在的“隐患—虾病”无时不在威胁着对虾的成长与发育。经验和教训证明，虾病的防与治已成为当今养虾事业不可忽视的一门新课题。为此，本汇编搜集了近三年来国内外以防为主，以治为辅的有关虾病资料，是有较高的科学性和实用性并得到了有关专家的好评和肯定，予以内部发行。

中国海洋湖沼化学学会

水产技术开发中心

汇编组

1991年10月于青岛

目 录

水产养殖中的常用药物·····	1
对虾池底硫化氢的成因及防治·····	2
中国对虾烂鳃病治疗技术的试验及应用效果·····	2
高锰酸钾药浴治疗对虾聚缩虫病初报·····	3
利用新洁尔灭和高锰酸钾治疗对虾聚缩虫病·····	7
纤毛虫对越冬亲虾危害的初步观察·····	9
对虾养殖中的环境、营养与疾病·····	13
对虾幼体期疾病及其防治·····	14
虾病防治有新法·····	17
二十三种有害物质对对虾的急性致毒试验·····	18
对虾养殖问题—底质和水质·····	22
对虾病害·····	25
养殖虾类的敌害及疾病防治·····	53
对虾池底硫化氢的成因及防治·····	54
虾病·····	55
用大蒜治疗对虾苗弧菌病·····	62
虾类生态防病的研究·····	63
养殖对虾疾病浅说·····	66
如何加快对虾生长速度·····	68
对虾疾病的研究现状·····	68
养殖虾类常见之二、三病害之原因及其对策(预报)·····	74
解决虾病和泛池浮头问题的探讨·····	77
对虾养成池中害鱼的清除·····	81
药物配合饵料治疗虾病·····	84

中国对虾黑斑病的初步观察·····	85
用药饵防治对虾疾病·····	88
对虾聚缩虫病的防治方法·····	90
东方对虾“红斑病”防治的初步探讨·····	91
大面积治疗对虾聚缩虫病效果初报·····	94
对虾幼体聚缩虫病治疗试验·····	96
对虾池中氨氮的成因及防治·····	97
对虾人工育苗中附着性纤毛虫病的治疗初探·····	97
亲虾越冬中常见疾病的防治方法·····	99
对虾浮头的主要原因·····	100
对虾幼体真菌病和纤毛虫病的防治研究·····	101
关于虾病防治的几点意见·····	106
草虾疾病概论及草虾之混养的可能性·····	111
人工越冬亲虾常见病及治疗方法·····	116
舟山地区对虾养成期两种疾病的探讨·····	117
养殖对虾的常见病及防治·····	118
不同药物对中国对虾育苗期病害防治的初步试验·····	120

水产养殖中的常用药物

(常用外用药)

▲氯化钙 (又称生石灰、块灰、它子灰): 在水产养殖中生石灰可谓良好的清塘药物, 它比熟石灰的效果要好。氯化钙为白色立方晶体或粉末状。暴露空气中则会渐渐吸收空气中的二氧化碳而成碳酸钙。其易溶于酸, 难溶于水。在水产养殖中的使用方法是: 用于防治鱼类的白头白嘴病、赤皮病、烂腮、肠炎等病。若水深1米左右, 每亩施生石灰15~25公斤; 在鱼虾放养前, 可用375ppm生石灰清除池塘内的敌害和杂藻, 或排干塘水, 按每亩10~20公斤, 用生石灰全池泼洒。

生石灰易熟化, 熟化后效果很差, 所以应及时使用。

▲硼砂: 硼砂的用途非常广泛, 它在水产养殖中主要用于杀菌和防病。

硼砂为无色半透明晶体, 或白色结晶粉末, 无臭、味咸, 比重1.73, 稍溶于水, 较易溶于热水, 水溶液呈碱性反应。

硼砂在水产养殖中的使用方
法: 可用1.5~2.0ppm浓度的硼砂与乌贼霉混合使用, 治疗白头白嘴病。

▲福尔马林 (又称甲醛), 福尔马林的杀菌能力极强, 能使所有的微生物死亡。常用它做标本的保存剂。适当浓度的福尔马林溶液能使细菌失去致病性, 从而可以用于微生物的驱除。

福尔马林为无色的液体, 有刺激性气味, 对人的眼鼻等有刺激作用。易溶于水 and 乙醇。水溶液的浓度最高可达55%, 通常是40%, 称做甲醛水。

福尔马林在水产养殖中的使用

方法: 用1:4000浓度的福尔马林药浴1小时, 可以杀灭鱼类的三代虫等原生动物。使用中要特别注意福尔马林浓度的掌握。

▲孔雀石绿 (盐基块绿): 孔雀石绿是一种染料, 翠绿色结晶, 能溶于酸。

孔雀石绿在水产养殖中的使用
方法: 用1%的孔雀石绿溶液抹在亲鱼的伤口上, 可防止伤口感染。孔雀石绿对预防鱼卵的水霉寄生也有效, 使用浓度为低浓度 (2毫克/升), 但水霉病的治疗, 需要稍高的浓度, 药浴25~60分钟有效。对患水霉病的个体大的鱼用1:15000浓度的孔雀石绿药浴30秒钟即有效。孔雀石绿也可用于治疗鲤鱼小瓜虫病, 在水温8~9℃时, 最小有效浓度为0.5毫克/升, 而且全池遍洒最大允许浓度为1.2毫克/升, 药浴3日才能见效。当药液浓度淡时, 需在第二天重新添加孔雀石绿。用于治疗车轮虫病、斜管虫病和三代虫病, 在水温5~8℃以下, 可用0.5毫克/升孔雀石绿药浴3日有效。

孔雀石绿易被水中有有机物降低浓度, 很难掌握准确的用药量, 为此, 在加大用药量的同时, 要注意防止用量过大, 以免发生中毒的危险。

▲高锰酸钾: 高锰酸钾在水产养殖中的应用也是很广泛的, 因为它是一种氧化剂。所以具有与抗菌药同样的作用。但在水中的各种有机物能使它很快分解, 所以很难维持适当的浓度。高锰酸钾在碱性或微酸性的水中能形成二氧化锰沉淀, 往往易伤害动物的鳃组织。

高锰酸钾为深紫色并有光泽, 细长的三棱形晶体。

高锰酸钾在水产养殖中的使用
方法: 一般采用的是浸洗法。用于治疗草鱼、鲤鱼锚头鳅病和新鳃病, 水温在15~20℃时用20ppm高锰酸钾溶液浸洗1.5~2小时, 水温21~30℃时, 用10ppm高锰酸钾溶液浸洗1.5~2小时。用于治疗各种鱼类的三代虫、指环虫病、车轮虫、斜管虫等病, 可用20ppm高锰酸钾溶液浸洗15~30分钟。用于治疗虹鳟鱼的三代虫病, 可用25ppm高锰酸钾溶液药浴1小时。柱状球粘细菌病可用1:2000浓度的高锰酸钾药浴1~2分钟即可。

▲漂白粉: 漂白粉在水产养殖中的应用是很广泛的, 用2%的漂白粉溶液能在5分钟内使细菌几乎全部致死, 是水产养殖的消毒剂。

漂白粉是消石灰吸收氯气而制成的一种漂白剂, 白色干燥粉末或灰白色颗粒粉末, 有臭味。遇水或乙醇易分解, 暴露在空气中吸收二氧化碳和水后渐渐分解而失效, 在阳光或热的环境下也能分解。

漂白粉在水产养殖中的使用方
法: 用于鱼池消毒, 一般在起鱼以后至下次鱼种放养之前进行。空池灌满水, 用漂白粉清池消毒, 每平方米20克以上 (每亩13.33公斤) 的用量, 均匀撒入池中。施药后过1~2天, 把池水放出。用于防治鱼类赤皮、烂腮等病, 可用10ppm漂白粉, 在水温10~15℃时, 浸洗20~30分钟; 水温15~20℃时, 浸洗15~20分钟。用于治疗鱼类白头白嘴病及白皮病, 可用1ppm漂白粉全池均匀泼洒, 也可用于作为防治肠炎病的外用消毒药, 1ppm漂白粉泼洒。

对虾池底硫化氢的成因及防治

硫化氢是毒性很强的气体。陈茂野等(1975年)报道,当水中的硫化氢浓度为0.1—2ppm时,日本对虾失去平衡,1ppm时对虾全部死亡。

养虾两年以上的虾池,如底质不改善,对虾规格和产量则越来越差。究其原因足池底产生的硫化氢与日俱增所致。硫化氢不仅对虾类有毒害作用,而且由于它的氧化,消耗海水中的溶解氧;在缺氧条件下更导致了氨氮和硫化氢的产生。因此,分析硫化氢的成因,采取相应防治措施,对养虾至关重要。

(一) 硫化氢的成因及池底变黑的原因

并非所有有机物腐烂分解都能产生硫化氢,产生硫化氢也并非仅此一条途径。对虾池底产生硫化氢有两个途径。一是有机硫化物分解,如对虾残饵中蛋白质水解成氨基酸,其中一些含硫的氨基酸被许多异养性细菌的酶作用而形成硫化氢释放出来。二是泥底泥土中的硫酸盐被厌氧性细菌还原成硫化氢($4H_2 + CaSO_4 \rightarrow H_2S + Ca(OH)_2 + 2H_2O$)。

硫化氢与泥土中的金属盐化合成黑色的重金属硫化物($H_2S + FeSO_4 \rightarrow H_2SO_4 + FeS$),致使池底变黑。但硫化氢和重金属硫化物很不稳定,很容易被氧化,使泥土由黑色变成被污染前的颜色。

(二) 防治措施

有人报道利用氧化亚铁(每平方米池底加1公斤氧化亚铁处理池底)和双氧水(利用皮管将双氧水注

到池底)处理硫化氢能起到一定效果。换水虽不能改善底质,消除硫化氢的产生根源,但它是改良水质和降低水中硫化氢浓度的有效措施。目前国内外对处理硫化氢还没有既便宜、效果又好的办法。因此,防重于治更为重要。

针对硫化氢的成因及它的化学特性(不稳定,易被氧化)可采取以下防治措施:

1. 收虾后将池水排干,然后再清除池底污泥。如不能清污也应将底泥翻耕,以促使硫化氢及其他硫化物氧化。

2. 尽量减少池内残饵量。为此,应在池内设饵料台,适量投饵,并及时清除残饵,以减少对池底的污染。

3. 在虾池安装射流增氧机,以增加溶解氧含量。这不仅能防止硫酸盐被细菌还原成硫化氢,而且能促进硫化氢氧化。

4. 利用铁链在池内往返拖曳搅动池底沉积物,促使氧化分解。该工作必须在晴天的上午进行,以利用藻类的光合作用所产生的大量氧气($CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{光能}} [CH_2O] + O_2$)作为氧化剂。此项工作应经常进行,不能在沉积物大量积累时进行,否则池水溶解氧急剧下降及有毒物质突然溶于水会导致对虾死亡。

中国对虾烂鳃病治疗技术的试验及应用效果

东沟县对虾养殖业,前几年有很大发展,一直保持全国县级产量领先地位。但是,近年来出现了令人担忧的问题,主要是单产降低,规格减小。1987年全县平均亩产虾110公斤,12厘米以上的占50%;1988年全县平均亩产仅99公斤,12厘米以上的占30%。其主要原因之一是对虾大面积出现烂鳃病,造成对虾死亡或减产。对虾烂鳃病是由于细菌感染所致,其原因大致有以下几个方面。

一是东沟县大部分虾池已经使用多年,清淤不

及时,不彻底,造成池底污染。

二是投喂变质或不合格饵料,沉积池底,腐败变质。

三是部分虾池技术管理失控,虾民盲目追求高产,放苗密度过高,虾池超负荷使用,又缺乏活水交换能力,破坏了对虾正常生活生长环境,加之饵料投喂过量,造成虾池污染,给细菌的生长蔓延创造了条件。

四是有些虾池养殖工程不甚合理,水系不配套。

转110页

高锰酸钾药浴治疗 对虾聚缩虫病初报

Abstract

Zoothamnium disease is an ubiquitous disease in the culture of *Penaeus orientalis*. In this paper, the results of treatment of *Zoothamnium* disease with potassium permanganate in the laboratory trials are reported. The data showed that potassium permanganate at 5 ppm was found to be effective in removing *Zoothamnium* from the gill filaments and body surface of *Penaeus orientalis*.

聚缩虫病是对虾养殖中的常见病,在有机质含量高,换水条件差的养虾池中更为多见。严重感染的病虾,在体表及附肢出现浅黄色的微毛丛(见图1),常浮在水面及池边,行



图 1 严重感染聚缩虫病的中国对虾

动呆滞,食欲下降,由于虫体大量着生于鳃丝上,使鳃变黄,有时有污物粘附,鳃呈褐色,影响呼吸,当水中溶解氧含量减少时,附有大量聚缩虫的对虾容易浮头,容易造成死亡。此外病虾不符合出口标准,降低了经济价值。

聚缩虫(*Zoothamnium* sp.)属原生动物门(Protozoa)、纤毛虫纲(Ciliata)、缘毛目(Peritricha)、钟虫科(Vorticellidae)。群体生活,具树枝状分支的柄,每个柄的末端有一个虫体,呈钟形,淡黄绿色,前端为口盘,周围有纤毛,依靠纤毛摆动产生水流,将微生物及有机碎屑等摄入体内。柄无色透明,可以伸缩,中间有一根折光性强的肌丝,整个虫体的肌丝连为一体,故收缩时整个群体一起收缩。

聚缩虫在世界分布很广,美国、日本及我国各地养虾池中都很常见。聚缩虫在对虾及河蟹人工育苗中危害很大,由于虫体附着于卵或幼体身上,使之不能正常变态蜕皮,造成大量死亡。

关于对虾聚缩虫病的治疗,Johnson等(1973)曾报道用25ppm的福尔马林能有效地治疗池养对虾鳃上严重感染的聚缩虫病;Lightner用25ppm(24小时流水通过)或75ppm(6~8小时静水药浴)的福尔马林可成功地驱除养殖对虾鳃和体表上的聚缩虫。

以上报道仅限于室内小型试验。福尔马林不易分解,而且对鳃有很强的刺激作用,因此在生产上大面积使用时,由于换水条件的限制,很难推广。另外,从环保的角度也需作进一步探讨。

高锰酸钾(KMnO_4)是一种强氧化剂,呈黑紫色小结晶,易溶于水,水溶液呈玫瑰红色。在水溶液中易放出原子氧,可使病原体蛋白受到氧化作用而死亡,是常用的消毒剂之一;在鱼类养殖中也常用于治疗细菌性疾病及斜管虫、三代虫、指环虫和锚头鳋等寄生虫病。我们探索该药用于治疗对虾聚缩虫病,效果显著。现报道如下。

材料与 方法

一、高锰酸钾溶液对聚缩虫的毒性试验
在细胞培养皿内,注入经滤纸过滤的养虾池海水(盐度约为5.2‰,pH约8.5,化学耗氧量约10毫克/升)配制的高锰酸钾溶液,使其浓度分别为10、7.5、3和1ppm;以不加高锰酸钾的养虾池过滤海水为对照。在上述细胞培养皿内,分别放入有聚缩虫附着的病虾鳃丝1~2根,控温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,经2、4、8、16、24小时后用光学显微镜检查并记录鳃丝上聚缩虫的死亡状况。

二、温度对高锰酸钾溶液杀虫效果的影响

试验在细胞培养皿内进行,方法同前;但各试验组的温度分别控制在19、21、27和 30°C (温度波动 $\pm 1^\circ\text{C}$),经16小时后,在光学显微镜下检查并记录鳃丝上聚缩虫的死亡状况。

三、高锰酸钾药浴驱除对虾外寄生聚缩虫的效果

在有机玻璃水族箱(120×60×60厘米)中,注入养虾池海水0.1立方米(盐度约5.2‰,pH约8.5,化学耗氧量约10毫克/升),各水族箱中放入患病中国对虾 *Penaeus orientalis* Kishinouye 6尾(体长8~11厘米),然后将高锰酸钾溶于养虾水:

浓度分别为5和3ppm,另设不加高锰酸钾者为对照。试验水温是 $21 \pm 1^\circ\text{C}$,不充氧,不投饵。经4小时和24小时后,用光学显微镜检查对虾体表和鳃丝上聚缩虫的死亡状况。

四、高锰酸钾对中国对虾的急性中毒试验

在各有机玻璃水族箱(120×60×60厘米)中,注入养虾池海水0.1立方米(盐度约为5.2‰,pH约8.5,化学耗氧量约10毫克/升),放入中国对虾6~8尾(体长3.0~5.5厘米),然后将高锰酸钾溶于养虾水中,使其浓度分别为25、20、15、10和5ppm,以不加高锰酸钾者为对照。试验水温是 $28 \pm 1^\circ\text{C}$,不充氧,不投饵。实验中随时观察和记录对虾的死亡状况并移去死虾。

结 果

一、高锰酸钾对聚缩虫的毒性试验

高锰酸钾对聚缩虫的毒性试验结果列于表1。由表中可以看出,聚缩虫在10ppm溶

表1 高锰酸钾对聚缩虫的毒性试验

药物浓度 (ppm)	聚 缩 虫 状 况				
	2小时	4小时	8小时	16小时	24小时
10	无异常	大部死亡	个别存活	个别存活	全部死亡
7	无异常	已有虫体脱落	多脱落,部分死亡	大部死亡	个别存活
5	无异常	已有虫体脱落	部分死亡	大部死亡	个别存活
3	无异常	无异常	少量死亡	半数死亡	少数存活
1	无异常	无异常	无异常	—	少数死亡
对 照	无异常	无异常	无异常	无异常	少数死亡

注:试验在细胞培养皿内进行,试验温度 $25^\circ\text{C} \pm 1$

液中经4小时后大部分死亡,24小时后已找不到存活的个体了。聚缩虫在7ppm和5ppm的溶液中,经4小时后已有虫体脱落,16小时后大部分死亡,但在24小时后仍有个别幸存者。聚缩虫在3ppm溶液中,8小时后也有少量死亡,24小时后大部分死亡。聚缩虫在1ppm溶液和对照组中,未发现异常,24小时后有少数死亡。试验表明3ppm高锰酸

钾溶液对聚缩虫已有杀伤效果, 5 ppm 以上者作用明显。

二、温度对高锰酸钾溶液杀虫效果的影响

温度对高锰酸钾溶液杀虫效果的影响十分显著(见表2), 实验温度在19℃时, 杀虫效

表2 温度对高锰酸钾杀虫效果的影响(经16小时后检查)

温度 药物浓度	19℃	21℃	24℃	27℃	30℃
7ppm	少数死亡	部分死亡	大部死亡	全部死亡	全部死亡
5ppm	无异常	少数死亡	大部死亡	个别活	全部死亡
3ppm	无异常	少数死亡	死亡一半	个别活	全部死亡
对照	无异常	无异常	少数死亡	少数死亡	少数死亡

注: 试验在细胞培养基皿内进行

果差, 即使在7ppm 浓度时, 16小时后, 也仅有少数死亡。当温度上升到24℃时, 聚缩虫在7ppm 和5ppm 溶液中大部死亡, 在3ppm 溶液中约死亡一半。温度再升至27℃时, 聚缩虫在7ppm 溶液中全部死亡, 在5ppm 和3ppm 中仅个别存活。当温度高达30℃时, 即使在3ppm 低浓度溶液下, 也可将聚缩虫全部杀死。由此可见, 温度对高锰酸钾药效的影响很大, 温度低, 效果差, 随温度的升高药效明显增大。

三、高锰酸钾药浴驱除对虾外寄生聚缩虫的效果

高锰酸钾药浴驱除对虾外寄生聚缩虫的效果见表3。在5ppm 浓度中, 试验水温是21℃时, 对虾鳃上的聚缩虫经4小时后虫体

表3 高锰酸钾药浴驱除对虾外寄生聚缩虫的效果

药浴浓度 (ppm)	试验病虾 数目 (尾)	聚缩虫死亡状况	
		4 小时	24 小时
5	6	虫体细胞破裂 绝大部分死亡	虫体死完全部死亡
3	6	少数死亡	绝大部分死亡, 个别存活但活力弱
对照	6	无异常	无异常

注: 试验温度21℃±1, 对虾体长8~11厘米

细胞破裂, 绝大部分死亡; 24小时后, 虫体全部脱落。在3ppm 浓度中, 4小时后, 对虾鳃丝上的聚缩虫已有少数死亡, 24小时后检查, 绝大部分死亡, 个别存活者活动力下降。而在对照组中, 对虾身上的聚缩虫活动正常。

四、高锰酸钾对中国对虾的急性中毒试验

高锰酸钾对中国对虾的急性中毒试验的结果列于表4。对虾在5ppm 和10ppm 高锰

表4 高锰酸钾溶液对中国对虾的急性中毒试验

溶液 浓度 (ppm)	试验 虾数 (尾)	累 计 死 亡 数 (尾)					存活数
		4小时	6小时	12小时	24小时	48小时	
25	8	7	8	—	—	—	8/0
20	6	4	6	—	—	—	6/0
15	6	0	1	3	5	5	5/1
10	6	0	0	0	0	0	0/6
5	6	0	0	0	0	0	0/6
对照	6	0	0	0	0	0	0/6

注: 对虾体长3.0~5.5厘米; 水温28℃; 盐度5.2‰; pH约8.5; 化学耗氧量约10毫克/升

酸钾溶液中, 经48小时未出现死亡。对虾在15ppm 溶液中, 12小时后已有半数死亡, 高锰酸钾浓度增至20和25ppm 时, 6小时后全部死亡。对虾对高锰酸钾溶液的中间忍受限度见图2。24小时和48小时的半致死剂量都是13.0ppm。

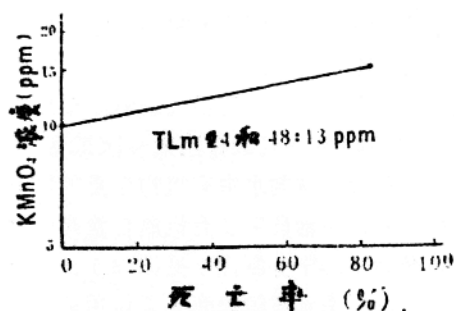


图2 中国对虾对高锰酸钾的中间忍受限度

讨 论

聚缩虫病是对虾育苗及养成期间的常见病,尤其在对虾养殖的中期及后期更为盛行。严重染病的对虾,行动呆滞,食欲下降,不仅影响生长,而且由于大量着生于鳃丝上,影响气体交换,造成死亡。目前在生产上尚未找到理想的治疗药物,大多采用大量换水的方法,以减少聚缩虫传播体—游动孢子的数量以及促进对虾蜕皮以减轻危害。但不少地区的养虾池进排水条件差,有的依靠动力排灌,由于动力不足,难以做到大量换水,因此寻找有效控制疾病的药物是十分必要的。严冀箕(1984)用土霉素(0.5 ppm)、氯霉素(0.5 ppm)、磺胺噻唑(0.5 ppm)、福尔马林(15~25 ppm)、孔雀石绿(0.006~0.008 ppm)、硫酸铜(1 ppm)呋喃西林(0.5 ppm)、漂白粉(2 ppm)以及EDTA(8 ppm)等方法处理和小型药物试验,均无法控制疾病的蔓延。我们在筛选治疗药物的过程中,也曾使用硫酸铜、硫酸铜与硫酸亚铁合剂、氯化铜、冰醋酸、孔雀石绿、漂白粉、生石灰、大蒜等药物,均无效果,仅发现高锰酸钾(5 ppm)、硝酸亚汞(0.2 ppm)有显著疗效。由于考虑环境保护及人体健康,未对硝酸亚汞做进一步试验。

高锰酸钾是水产中常用药物之一,但其药效常受水中各种环境因素的影响,一般用药量难于掌握,因而疗效常不稳定。高锰酸钾的药力除了与水温密切相关以外,水中有有机物质的含量对它也有很大影响。根据张列上等(1974)对高锰酸钾药效衰减试验的报道,其药效衰减与水中有机物质含量的增高成线性关系,高锰酸钾在有机质含量高的池塘水中药效下降十分剧烈(见图3)。因此在使用时应根据水质的肥瘦来调整用药量,必要时,可隔日重复施药,以达到理想的治疗效果。

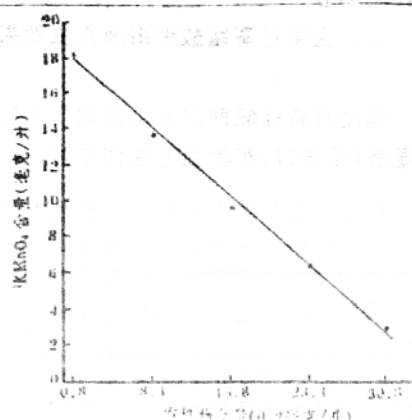


图3 高锰酸钾药效衰减与有机物质含量的关系(仿张列士等)

(图中黑点表示刚配制的浓度为20毫克/升的药液,经3小时后高锰酸钾的含量)

高锰酸钾属强氧化剂,极易被水中有机物还原,很难维持适当的浓度,尤其在药液配制后的最初几小时,浓度下降剧烈,药液由最初的玫瑰红色逐渐变为褐紫色,失去作用,因此应随用随配。但是,正是由于高锰酸钾具有分解快这一特点,使其在大面积使用时尤为理想,可减少大量换水的困难。

高锰酸钾在水溶液中分解后会形成二氧化锰沉淀,对对虾鳃有一定的刺激作用。此外,根据我们对幼虾的高锰酸钾急性中毒试验结果,对虾在高锰酸钾药浴时24小时的半致死剂量是13.0 ppm。虽然对虾在10 ppm浓度下,经48小时药浴未发现死亡,但对虾对高锰酸钾毒性的忍耐度还是较小的,用药时应严格计算用药量,不应高于10 ppm。

关于如何把上述实验结果运用到生产上,最终达到控制及治疗对虾聚缩虫病的目的,我们已做了些实验,但还有许多工作有待于今后进一步试验研究。

利用新洁尔灭和高锰酸钾治疗对虾聚缩虫病

聚缩虫病是对虾养殖中常见的附着生物病害,发病率高,养虾场都有发生,尤以每年7—10月为多。其危害在于:当聚缩虫大量附着于虾鳃和体表时,会妨碍对虾的呼吸、游泳、觅食和蜕壳机能,严重的还会导致对虾死亡。

对聚缩虫病害的防治,目前国内外通常的做法是采取大排大灌以及洒泼茶麸、硫酸铜、高锰酸钾等药物进行处理,但效果不甚理想。如用茶麸刺激对虾蜕壳,可使附着的聚缩虫脱落,但不久聚缩虫又会重新附着。

为了摸索对聚缩虫杀伤力强、作用时间短、成本低、适于大生产使用的药物及安全浓度,我们除参照目前国内外有关做法进行试验外,还尝试用新洁尔灭与高锰酸钾两种药品进行试验。试验分两个阶段进行:第一阶段是用水缸进行小水体试验,第二阶段是利用虾池进行生产性试验。具体做法:小水体试验是采用7个水缸,每个水缸为一组,盛水100kg,放病虾5尾,

用新洁尔灭和高锰酸钾进行不同浓度、不同使用方法的对比试验,结果是:用0.5—1ppm的新洁尔灭与5—10ppm的高锰酸钾混合,效果最好,可以在2.5—3h内将聚缩虫全部杀死。紧接着又进行了这种药物的安全浓度试验,把新洁尔灭和高锰酸钾的浓度分别增至3ppm和20ppm,聚缩虫仅在30min内全部死亡,对虾在3h内生活仍然正常,这表明对虾可以忍受较大的药物浓度,从而为生产上的推广运用提供依据(见表1)。

在小水体试验基础上,第二阶段转入大池试验。选择龙头沙试验场9号、10号两个虾池,面积分别为10.4亩和9.6亩,试验时间是1987年9月16日—17日,连续两天,把池水排到最低限度,全池泼药物。所采用的药物及浓度:9号池是0.66ppm新洁尔灭与10.5ppm高锰酸钾混合液,10号池是0.62ppm新洁尔灭与10.2ppm高锰酸钾混合液,在上午7时施药,8

表1 新洁尔灭与高锰酸钾混合杀灭聚缩虫试验表

试验组别	药物名称及所用浓度	施药后附着在对虾体表的聚缩虫反应情况
1	1ppm 新洁尔灭与 5ppm 高锰酸钾混合	施药后1h,聚缩虫开始死亡;1.5h聚缩虫大部分从虾体脱落,附着的大部分死亡;2h15min聚缩虫全部死亡。
2	0.5ppm 新洁尔灭与 10ppm 高锰酸钾混合	1h30min聚缩虫开始死亡;2h大量的聚缩虫从虾体表脱落,附着的大部分死亡;2h40min聚缩虫全部死亡。
3	0.2ppm 新洁尔灭与 5ppm 高锰酸钾混合	1h30min聚缩虫开始死亡;2h聚缩虫大量脱落,附着的大部分死亡;2h30min聚缩虫全部死亡。
4	1.3ppm 新洁尔灭	2h,聚缩虫脱落,附着的少量死亡;3h大部聚缩虫死亡;3h30min聚缩虫全部死亡。
5	1ppm 新洁尔灭	4h,聚缩虫开始死亡,5h30min全部死亡。
6	0.5ppm 新洁尔灭	12h内聚缩虫不死亡
7	20ppm 高锰酸钾	12h内聚缩虫不死亡

注:1. 试验水体每组为100kg;

2. 新洁尔灭以胶状体或腊状固体,高锰酸钾为结晶体计算用药量

时 30 分结束。施药后,每隔 30min 从虾池中取病虾进行镜检,观察聚缩虫死亡情况。结果是:9 号池虾体上的聚缩虫于当日上午 11 时全部死亡;10 号池虾体上的聚缩虫亦于当日上午 11 时半全部死亡。观察虾池,原来行动迟钝匍伏在池底的对虾开始沿池边群游,小杂鱼死亡。与此同时,向虾池灌入新鲜海水,并于当天下午开始投饵,对虾摄食正常。次日,又在上述两个池中分别取多尾对虾进行镜检,虾体所附着的聚缩虫已全部脱落;施药后 5—6d,对虾全部重新蜕壳,生长正常。池虾养殖到 12 月 15 日挑选亲虾入池时,未发现聚缩虫重新附着,雌虾平均体长 14.6cm,体重 37.5g,成活率 32%,亲虾性腺发育、产卵、孵化均正常。

上述试验表明,用新洁尔灭与高锰酸钾混合液杀灭聚缩虫,是目前较理想的办法,其优点:一是杀灭聚缩虫彻底,不但虾池中及池

底上的聚缩虫基本被杀死,而且连栖息在泥底的对虾所附着的聚缩虫也被杀死;二是速度快,在适合的浓度内 2.5—3h 聚缩虫基本死亡,且对虾没副作用;三是在杀死聚缩虫的浓度范围内,也可杀死小杂鱼,起到对虾养殖的中期清野作用;四是药物容易解决,价钱不高,平均每亩虾池开支药物费用 30 元左右,易于在生产上推广应用。

在虾池中施药杀灭聚缩虫应注意如下事项:(1)根据池虾的密度,把池水排到最低限度,然后计算池中的水体和用药量;(2)要选择晴天及大潮期间,池水经 2—3 次大排大灌后进行,施药后 2.5—3h 内有潮水进入虾池;(3)要顺风施药,闸门要密封,以免漏水,降低药物浓度,并且新洁尔灭和高锰酸钾要分开泼洒,以利施药均匀。

虾的集中在头天晚上增加。这个方法也可以用来防止海莴苣和绿藻的蔓延,同时也能保持沙层的疏松和干净。在使用水流犁时,水压不致伤害对虾。事实上,从初夏直到晚秋的培育期间,通过这种作业,几乎没有对虾遭到伤害或损失。特别在夏天,对虾潜沙深度很浅,当机器与池底一接触,大多数对虾就立即从沙里逃出,逃出的对虾是由于水泵压力的扰动,但过后不久又再潜回沙中。

(2) 喷洒氧化铁:从夏天到秋天,由于底质硫化物硫黄量增加,所以采用硫黄与铁起反应形成硫化铁的方法,来防止硫化氢的形成。1965 年和 1966 年在养殖池中喷洒了大约 150 吨硅酸铁(约含 70% FeO)覆盖了 15.3 公顷的面积。据发现,1 米²面积需硅酸铁约为 1 公斤。实验用 1.8 公斤/米²的比例,喷洒三菱金属工业直岛精炼所生产的无机硅铁(商品名)于池中选择的两块各测量为 2 × 10 米的小区,发现硫黄的浓度立刻下降,这种化学药品会很快地吸收硫化氢。

根据平野(Hirano)的实验,喷洒了氧化铁的实验池的对虾产量和生长都比对照池好。实验及其结果概括如下:对虾饲养在水质和其他条件都保持相似的两个水池中(3.3 米³)。一个水池除了喷洒氧化铁(2 公斤)外,其他条件都保持和对照池相似,饲养了 60 天。比较两个水池的饵料摄食总量,存活率和产量,结果表明喷洒的水池比对照池好得多。很显然,喷洒氧化铁是保持底质良好条件的有效方法,尤其对小虾养殖更为需要。

纤毛虫Holophryidae对越冬亲虾

危害的初步观察

纤毛虫是一广泛存在湖泊、海洋和水产养殖水体中,种类繁多的原生动物。近年来,对虾养殖业在世界各地和国内大面积发展起来,对虾病害亦越来越为人们所重视。纤毛虫类,特别是固着亚目的缘毛类纤毛虫在对虾人工育苗和养殖过程中,由于它们大量附生在对虾体表,直接或间接给宿主带来危害造成经济损失时有报道^[1-4]。纤毛虫Anophrys属,可侵入蟹体内消化血淋巴细胞,并导致Maia squinado死亡已为人所知^[5]。但为全毛目纤毛引起对虾发病国内还未见报道。去冬今春,在山东胶东半岛北部、鲁北和鲁西等地,对虾越冬养殖场发现亲虾大量死亡,经过对部分亲虾进行检查,发现病虾和死亡亲虾体液中有大量运动活跃的纤毛虫。该类纤毛虫初步鉴定属全毛目、裸科⁶。本文对部分病虾体液中的纤毛虫作了人工分离、培养,并对该纤毛虫的生物学特性、防治等方面作了初步探索,以为对生产实践有所帮助。

材 料 与 方 法

1、越冬亲虾标本:部分正常亲虾、得病亲虾和新鲜死亡亲虾(20小时之内)等标本。主要取自昌邑县盐业公司育苗场和昌邑

县水产养殖公司育苗场。

2、亲虾血淋巴液(体液)中纤毛虫镜检:所取亲虾标本在第1—2腹节用滴管或注射针头刺入软甲膜下体腔中,采取少量血淋巴液,滴玻片后在低倍镜下检查纤毛虫形态、活动能力和每个视野内纤毛虫数量。

3、纤毛虫的分离和培养:新鲜海水经煮沸消毒后,加入1%对虾血淋巴液配制成纤毛虫人工培养液。采取镜检纤毛虫数量多,活动能力强之个体,滴加纤毛虫于培养中,放室温培养观察生长情况。

4、纤毛虫计数:取培养之纤毛虫悬液1毫升,加适量卢戈氏碘液固定后,用血球计数板计数^[7]。

结 果 与 讨 论

一、纤毛虫形态和对亲虾的危害

显微镜下见纤毛虫活跃,运动迅速,部分纤毛虫集聚于对虾血淋巴细胞二乙集块周围。纤毛虫虫体形态似花子状,头部尖可各方向转动,胞口位于顶端,围口部有发达之纤毛。虫体透明,可见较多颗粒状物,大核位于中部偏后。纤毛虫虫体长度因其发育程度不同而异,成虫体长约80微米,宽30微米。纤毛虫经固定和染色后见,体表有10条纵贯

体长之纵纤毛列，每列有24—26簇纤毛（见图）。

对多数发病濒死亲虾和新鲜死亡亲虾的体表、体液和各种组织器官的检查表明，被检亲虾的体表创口（黑斑），鳃丝、肝胰脏、心脏和体肌肉等部位均可见到较多的纤毛虫。以亲虾血淋巴液中尤为多见，且纤毛虫的数量最多。纤毛虫数量多者，每个视野可达数百条。纤毛虫阳性亲虾体液内血淋巴细胞数量较正常亲虾和纤毛虫阴性亲虾体液中的血细胞明显减少，但血淋巴液较为清晰，血淋巴细胞完整，形态无异常。病虾各组织器官镜检结果提示，其淋巴液中纤毛虫可能随体液的循环进入心脏、肝胰脏、鳃丝和对虾其它重要器官中去，并在这些器官中生长繁殖，影响对虾吸呼、循环、消化和神经等重要器官的生理功能，造成或加速对虾的死亡。纤毛虫感染阳性亲虾血淋巴细胞减少的原因，是否与纤毛虫吞噬或分泌某些酶消化血淋巴细胞所致。

二、越冬亲虾纤毛虫感染检查结果

为了解该种纤毛虫对越冬亲虾的危害程度，于1988年1月至4月对山东省昌邑县水产养殖公司和盐业公司育苗场部分健康亲虾、濒死亲虾和新鲜死亡亲虾做了镜检。水产养殖公司育苗场死亡亲虾共检查了23尾，其中16尾体液中发在纤毛虫，纤毛虫阳性检出率为69.5%，濒死亲虾两尾，1尾亲虾发现纤毛虫。检查盐业公司育苗场之健康亲虾33尾，其中2尾体液中发现纤毛虫，但纤毛虫数极少，且活动能力差。阳性率为6.0% 16尾濒死亲虾中有8尾发现纤毛虫，阳性率为50%。83尾死亡亲虾中镜检阳性有42尾，纤毛虫阳性检出率为50.6%（见表1）。

该育苗场20个越冬池的亲虾病情和死亡原因相同，部分池子亲虾纤毛虫病较为严重，纤毛虫阳性检出率高达80%以上。

三、纤毛虫人工感染试验

选取部分实验室饲养正常成虾和盐业公

表1 两育苗场越冬亲虾纤毛虫镜检结果

别 组	检查虾数	纤毛虫 阳性数	阳性检率%
健康亲虾	33	2	6.0
濒死亲虾	18	9	50.0
死亡亲虾	106	58	54.7
总 计	157	69	

司育苗场亲虾，使用前无菌采取血淋巴液少许镜检纤毛虫为阴性者，分为数组以几种感染方式进行人工感染试验。

实验室饲养成五24尾，分为纤毛虫浸养感染和人工注射纤毛虫悬液感染两种方式。饲养水温为14℃，感染后观察6天。第一组6尾正常成虾饲养纤毛虫密度为10—20条/毫升的毒水中，感染后6天无死亡，该组对虾取心血镜检阴性。第二组6尾分别人为损伤额剑游泳足、鳃丝、腹部甲膜和甲壳，同前饲养于纤毛虫海水中，感染后死亡3尾（额剑、鳃丝、腹部甲膜损伤）体液中均发现数量较多的纤毛虫。3尾存活对虾，其中1尾（游泳足损伤）体液中亦发现较多纤毛虫。第三、四组注射纤毛虫培养液和无纤毛虫培养液，两种培养液中均有较多细菌，人工感染后死亡对虾体液中未发现纤毛虫。（见表二）

正常健康亲虾10尾，分为两组。第一组每尾注射每毫升含22500条纤毛虫培养悬液0.1毫升，注射部位在第二、三腹节肌肉。第二组每尾分别注射含2250条/毫升纤毛虫悬液0.1毫升，感染后观察6天结果第一组亲虾感染后5天全部死亡，第二组死亡2尾。两组死亡亲虾血淋巴液镜检发现，其血淋巴液混浊，血细胞破碎，形态不完整，未

表2 四组成虾人工感染试验结果

组别	试验虾数	感方	染式	感染后死亡虾纤毛虫阳性数/死亡虾数						纤毛虫阳性数/存活虾数	纤毛虫总阳性率(%)
				1	2	3	4	5	6(天)		
正成常虾	6	浸	养	0	0	0	0	0	0	0/6	0
人工创伤成虾	6	浸	养	1/1	1/1	1/1	0	0	0	1/3	66.7
正成常虾	6	注	射	0/3	0/2	0/1	—	—	—	—	0
正成常虾	6	注射对照*		0/1	0/2	0/1	0	0	0	0/2	0

* 注射无纤毛虫培养液

见纤毛虫。第二组3尾存活亲虾, 10天后采取血淋巴液检查, 1尾发现纤毛虫0.2—0.3条/视野, 纤毛虫活动力差。(见表三)

表3 两组亲虾人工注射纤毛虫感染试验结果

组别	试验虾数	感方	染式	感染方式感染后死亡纤毛虫阳性数/死亡数						纤毛虫阳性数/存活虾数	纤毛虫阳性率(%)
				1	2	3	4	5	6(天)		
1	5	注	射	0	0	2	0	2	0	1/—	0
2	5	注	射	0	0	0	1	0	0	1/3	20.0

导致上述注射纤毛虫人工感染对虾试验结果的原因, 可能系由于纤毛虫培养悬液中细菌感染亲虾, 或纤毛虫作为异物且对亲虾毒性或过敏反应导致亲虾死亡。人工感染试验初步结果提示, 纤毛虫一般极少引起健康亲虾发病, 而只是在对虾体表出现创口或在其机体抵抗力降低, 身体健康状况不良的情况下侵入体内, 加重病情致使其死亡。

四、纤毛虫的分离和培养

(一) 纤毛虫在几种培养条件下生长繁殖的比较

由于发病亲虾体内分离之纤毛虫, 经对数种培养基、培养条件、培养温度等方面选择试验, 见纤毛虫在对虾血淋巴液培养基中生长繁殖较好。纤毛虫的繁殖速度与其接种的浓度、培养温度和培养基中虾血淋巴液浓度成正比。在1%虾血淋巴液培养基中, 培养温度为15℃时, 纤毛虫数量在接种后2—3天增长较快, 接近高峰, 之后增殖速度变慢, 5—6天后因培养基中营养成分消耗过多, 而虫体数量减少。

在相同培养基中, 分别8℃、15℃、25℃三种培养温度条件下, 温度高, 纤毛虫繁殖快, 而8℃生长最慢。

(二) 几种理化因素对纤毛虫生长的影响

1、不同pH值对纤毛虫生长的影响, 在培养基和培养温度相同条件下, 对同一批培养纤毛虫培养液, 用0.5NHC1和NaOH调pH值2—10 (pHS—1型酸度计)。结果pH2.0—3.01小时, 纤毛虫全部死亡; pH4.024小时检查时纤毛虫死亡。纤毛虫培养液的较佳pH值为7.0—8.5。

2、不同盐度对纤毛虫的影响：52‰卤水取自昌邑盐业公司碱厂卤水井。用蒸馏水将其配成不同浓度，分别接种纤毛虫悬

液。结果纤毛虫对卤水盐度的适应范围在5.2~26‰（见表四）。而在不同浓度的海水中的适应范围为3.2~32‰。

表4 不同盐度卤水中纤毛虫生长情况（96小时后）

卤水盐度(‰)	4.68	4.16	3.64	3.12	2.6	2.08	1.56	1.04	0.52	0
纤毛虫计数(/0.1ml)	0	0	0	0	125	250	250	125	250	0

3、不同温度对纤毛虫的影响：纤毛虫对温度适应范围较广，4℃~29℃期间均能生长，30℃时运动明显变得缓慢，31℃时死亡达80%，34℃全部死亡。

四、纤毛虫感染的防治试验结果

在昌邑盐业公司育苗场亲虾发病期间初步摸索使用20~25ppm福尔马林进行治疗。并对使用福尔马林处理前后死亡亲虾纤毛虫镜检结果作了比较。初步结果福尔马林处理前死亡亲虾纤毛虫阳性检出率为50.6%，处理后亲虾纤毛虫阳性检出率为23—40%，平均为34.2%（见表五）。

表5 福尔马林处理前后亲虾纤毛虫阳性检出率的比较

组别	检查亲虾数	纤毛虫数	阳性率(%)
处理前	83	42	50.6
处理后	38	13	34.2

镜检下见福尔马林处理后亲虾体液中纤毛虫数明显减少，纤毛虫数20~30条/沉种者仅占阳性亲虾的20%左右。较处理前70~80%显著下降。且纤毛虫活动能力减弱，多数虫体不活动或缓慢蠕动，少数虫体呈萎缩、变形。在该期间的纤毛虫人工分离亦较为困难。说明福尔马林对纤毛虫感染有一定的治疗效果。但由于镜检数量较少，治疗前后正常亲虾、待病亲虾镜检结果不全，该结果仅供参考。

另外，较高浓度之福尔马林因其刺激性强，对细胞原浆毒和对组织蛋白固定作用，常使部分受试亲虾鳃丝变黑或死亡。因此今后选择高效低毒的药物势在必行。

小 结

1、通过对昌邑盐业公司育苗场发病越冬亲虾较为系统的观察，发现死亡亲虾体液中纤毛虫阳性检出率为54.7%；濒死亲虾纤毛虫阳性检出率为50.0%。而正常健康亲虾纤毛虫阳性检出率仅为6.0%。经初步鉴定该种纤毛虫属全毛目、裸口科Holophryidae。将人工分离培养的纤毛虫以数种方式人工感染正常亲虾和成虾，结果显示该纤毛虫极少侵入正常健康对虾体内，多数由于其它原因所致疾病，或在对虾体表出现创口或在其机体抵抗力下降时方才侵入虾体，加重其病情，促使其死亡。

2、从感染纤毛虫亲虾体内分离之纤毛虫，可在实验室人工条件下繁殖生存数月。纤毛虫几种生物学特性的研究结果表明，纤毛虫繁殖速度较快，对其生长、生存环境中的几个因素，例如盐度、pH值、温度等适应范围较广，这也是它广泛存在于各种水环境中的原因之一。该纤毛虫在8℃条件下生长繁殖速度较慢，其数量往往在4~5天才开始缓慢增加。提示纤毛虫侵入亲虾体内需一定时间才能繁殖较多，非属在亲虾死亡之后侵入虾体，这也为纤毛虫导致发病和死亡提供一佐证。纤毛虫分离培养及其生物学特

对虾养殖中的环境、营养与疾病

对虾育苗及养成过程中，易发生由于对虾幼体或成虾患有疾病而造成对虾大量死亡的现象。无论何种对虾疾病，它们的预防和控制都是相当困难的，在育苗和越冬过程中，尚可通施加抗生素等药物来预防和治疗，但往往效果甚微，但在对虾养成期间通过药物治疗和预防对虾疾病难度更大。难道对虾疾病就是不可防治的吗？本人认为，通过改善养殖环境和饲料的营养成份是可以起到比药物防治更好的效果的。分述如下：

一、水的质量

水的质量直接影响对虾的生活环境，若对虾生活在一个不利于它生长发育的环境中，那么无论是对虾幼体还是成虾都很难正常摄食从而影响其生长和发育。而对虾及其幼体是否患病或感染疾病又是与其本身的健康状况密切相关的。

不良的水环境是怎样产生的？一是由于自然水域被污染，如有毒的工农业废水污染，重金属离子污染及富有机物污染等；另外则是由于养殖过程中不重视水质管理造成水中盐度、PH、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 H_2S 等水质指标过高而引起污染。

由重金属离子污染而引起的对虾幼体疾病尚能通过EDTA补救和预防，而由于水中有机物含量过高或有害物质过多引起的对虾疾病则是更为棘手的问题。以上这些有害物质的污染，往往导致幼体或成虾慢性中毒，致使对虾或幼体食欲、活力降低，不能正常生长、发育、变态，严重者造成大量死亡。

控制水环境恶化的唯一方法是换水。养殖管理人员应经常进行水质监测，发现问题及时换水，换水量应力求充足。

保持良好的水环境是对虾养殖中控制疾病发生的有效途径之一。当然，为了增强对虾或幼体的抗病能

力，控制水中病菌的生长，适当施加一些抗生素和投一些药饵是非常必要的。但我们应该认识到对虾或其幼体是否患病，这首先取决于虾体自身的健康状况。

二、营养质量

和水的质量一样，对虾或其幼体的营养质量好坏也决定着其活力、生长发育速度及健康状况。

若对虾或其幼体没有适口和质量优良的饲料，每天饥一顿，饱一顿，怎么能正常生长发育呢？营养不良的对虾或其幼体容易感染各种疾病或被原生动物侵入，这是对虾或其幼体患病死亡的又一重要因素。由此可见，饵料营养成份的好坏在对虾养殖中的作用是不可忽视的。

改变对虾的营养质量应从以下几方面入手：

(1) 解决饵料的悬浮性及适口性问题，注意观察对虾或其幼体的肠胃饱满情况，这一问题在对虾育苗前期极为突出。在溞状幼体期间，最适口而营养全面的饲料是单细胞藻类，建议采用“生物群落育苗法”培养单细胞藻类，若藻类供不应求，建议用少量鲜酵母或微颗粒饲料代替，在溞状3期或糠虾1期可用蛋黄来补充动物性饵料的不足。

(2) 保证配合饲料质量，科学投喂。这是对虾养成期间虾体健康的关键环节。

(3) 争取足够的换水量，大换水不仅能带走水中的有害物质，同时能带来大量的浮游生物供对虾摄取。天然饲料的营养价是饲料中最高的。

总之，水环境不好将影响虾体的摄食，从而影响虾体的体质，使虾易患病；而饵料不足及饵料质量不佳同样会造成虾体质差，易被病菌侵入而患病。所以，在整个对虾养殖过程中水的质量及营养质量是十分重要的，应引起养殖者的高度重视。

实验结束时经对每尾虾进行镜检，未发现聚缩虫。

由此表明：在养虾池内投喂适量的优质饵料，经常换水（每天换水30%以上），会促使病虾蜕皮，就能治疗和预防对虾聚缩虫病。

五、换水防治对虾聚缩虫病的原理

聚缩虫是通过其前端前毛能自由游动而在水体中传播蔓延虾病的。在饵料和水质是聚缩

虫生活的必要条件。有机物不仅为聚缩虫提供了丰富的饵料，而且为它提供了附着基；静水则使聚缩虫游泳体容易附在附着基上。

经常换水能改善虾池水质，促使对虾蜕皮，不仅使水中有机物减少，更重要的是可使聚缩虫的游泳体随水流走，从而减少了聚缩虫传播蔓延虾病的机会。

接第90页