

研究简报

凡纳对虾淡化养殖池浮游纤毛虫研究

黄建荣 查广才 周昌清 徐润林  
(中山大学生命科学院, 广州 510275)

THE PLANKTONIC CILIATE IN *LITOPENAEUS VANNAMEI* DESALINATION CULTURE PONDS

HUANG Jian-Rong, ZHA Guang-Cai, ZHOU Chang-Qing and XU Run-Lin  
(Life Science School, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

关键词: 浮游纤毛虫; 凡纳对虾淡化养殖; 虾池  
Key words: Planktonic ciliate; *Litopenaeus vannamei* desalination culture; Shrimp ponds  
中图分类号: Q959.117 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2005)03-0349-04

在对虾养殖环境, 纤毛虫能摄食大量的腐质和藻类, 促进对虾养殖水体的自身净化; 但缘毛类 Penitrichida 和吸管虫类 Suctonida 纤毛虫能大量固着生活在对虾的附肢、鳃等部位, 是对虾养殖的重要危害生物<sup>[1-3]</sup>。在我国, 对海水、盐碱池和淡水养殖环境的浮游动物(包括纤毛虫)有较多的研究<sup>[1-7]</sup>, 对河口区斑节对虾淡化养殖环境浮游生物也有报道<sup>[8]</sup>, 本文报道了珠海市斗门区某凡纳对虾 *Litopenaeus vannamei*(南美白对虾)养殖基地 44 口淡化养殖虾池浮游纤毛虫种类及数量组成, 并对其中 1—5 号虾池养殖过程中的纤毛虫种群的动态变化进行了研究, 以为凡纳对虾淡化养殖提供参考。

1 材料和方法

1.1 样品的采集和处理 各个虾池的采样时间、养殖密度、盐度及水温等基本情况如表 1 所示。采样时在虾池四角及中央用采水器各取水 1L, 混匀, 取 1L, 甲醛固定 24h 以上, 浓缩至 100mL。  
1.2 样品的分析 将样品摇匀, 重复取 0.1mL 样品于浮游生物计数框中, 光镜下(10×25)对各种纤毛虫进行统计, 取平均值, 所得结果换算成单位体积密度。通过活体观察及蛋白银染色的方法对纤毛虫进行种类鉴定。种类的鉴定及分类依据沈韞芬、Foissner 等的描述<sup>[9-11]</sup>。

2 结果

2.1 浮游纤毛虫的种类组成

在所调查的 44 口虾池中共检测到浮游纤毛虫 52 种; 其中腹毛目 Hypotrichida 种类最多, 有 9 种, 其次是寡毛目 Oligotrichida, 8 种。毛板壳虫 *Coleps hirtus* 为凡纳对虾养殖环境常见种, 在所有的实验虾池中都能检测到, 海洋帆口虫 *Pleuromma marinum* 检测到的次数也较多。

2.2 凡纳对虾淡化养殖过程中纤毛虫动态变化

2.2.1 养殖过程中纤毛虫种类数变化 各个虾池养殖条件不同, 养殖过程水体中纤毛虫种类组成、种类数有差异。5 口虾池中, 1 号虾池检测到的纤毛虫种类数最多, 有 22 种; 3 号次之, 有 18 种; 2 号和 4 号虾池都是 15 种; 5 号虾池种类数较少, 只有 13 种。

图 1 所示, 随着养殖进行, 各个虾池纤毛虫的种类数都有逐渐增加的趋势。在 2002 年 9 月 18 日采样时, 受台风和暴雨影响, 纤毛虫种类数都有所下降。

2.2.2 养殖过程中纤毛虫数量变化及优势种 5 口虾池养殖过程中纤毛虫的数量变化各不相同, 图 2 所示。

在 5 口虾池中, 优势种毛板壳虫数量除受台风暴雨影响有所下降外, 基本都是随养殖的进行而逐渐上升, 但其他优势种数量动态变化各不相同: 在 1 号虾池, 在养殖的早期, 圆筒

收稿日期: 2004-04-28; 修订日期: 2004-12-10  
基金项目: 珠海科技项目: 200310084; 广东省揭阳市科技局科技攻关项目(JY0305)资助  
作者简介: 黄建荣(1970—), 男, 江西樟树人; 助教; 从事原动物生态学  
通讯作者: 徐润林, E-mail: lsshjr@zsnu.edu.cn

表 1 凡纳对虾淡化养殖实验虾池基本情况

Tab. 1 The basic information of *L. vannamei* desalination culture ponds

| 虾池 | 采样时间                     | 放养密度<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 水温<br>℃   | 盐度 | 虾池 | 采样时间            | 放养密度<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 水温<br>℃ | 盐度 |
|----|--------------------------|--|-----------|----|----|-----------------|--|---------|----|
| 1  | 2002 年 8 月 15 日—10 月 8 日 | 100  | 24.3—33.6 | 0  | 23 | 2003 年 1 月 15 日 | 100  | 20.7    | 2  |
| 2  | 2002 年 8 月 15 日—10 月 8 日 | 133.3                                      | 24.3—32.5 | 0  | 24 | 2003 年 1 月 15 日 | 137  | 19.6    | 3  |
| 3  | 2002 年 8 月 15 日—10 月 8 日 | 188.8                                      | 24.3—32.5 | 0  | 25 | 2003 年 6 月 8 日  | 177.8                                      | 30      | 2  |
| 4  | 2002 年 8 月 15 日—10 月 8 日 | 99   | 24.3—32.5 | 0  | 26 | 2003 年 6 月 8 日  | 160  | 30      | 4  |
| 5  | 2002 年 8 月 15 日—10 月 8 日 | 133.3                                      | 24.3—32.5 | 0  | 27 | 2003 年 6 月 8 日  | 133.3                                      | 30      | 2  |
| 6  | 2002 年 9 月 21 日          | 150  | 30.5      | 3  | 28 | 2003 年 6 月 8 日  | 166.7                                      | 30.2    | 0  |
| 7  | 2002 年 11 月 8 日          | 175  | 26        | 2  | 29 | 2003 年 6 月 8 日  | 33.3                                       | 30.2    | 2  |
| 8  | 2002 年 11 月 8 日          | 119.4                                      | 24.4      | 0  | 30 | 2003 年 7 月 13 日 | 107.5                                      | 33.8    | 0  |
| 9  | 2002 年 11 月 8 日          | 150  | 25.2      | 0  | 31 | 2003 年 7 月 13 日 | 165  | 33.7    | 0  |
| 10 | 2002 年 11 月 8 日          | 150.9                                      | 24.5      | 0  | 32 | 2003 年 7 月 13 日 | 127.7                                      | 34.4    | 0  |
| 11 | 2002 年 11 月 10 日         | 104.9                                      | 26.8      | 0  | 33 | 2003 年 7 月 13 日 | 147.8                                      | 34      | 0  |
| 12 | 2002 年 11 月 12 日         | 90.9                                       | 25.5      | 0  | 34 | 2003 年 7 月 13 日 | 129.6                                      | 34.5    | 0  |
| 13 | 2002 年 11 月 12 日         | 162.8                                      | 26.4      | 0  | 35 | 2003 年 8 月 11 日 | 90.9                                       | 31.3    | 0  |
| 14 | 2002 年 11 月 13 日         | 94.3                                       | 27.2      | 3  | 36 | 2003 年 8 月 11 日 | 127.7                                      | 31.9    | 0  |
| 15 | 2002 年 11 月 13 日         | 136.6                                      | 26.2      | 6  | 37 | 2003 年 8 月 11 日 | 182.5                                      | 33.3    | 0  |
| 16 | 2002 年 11 月 13 日         | 151.5                                      | 26.7      | 0  | 38 | 2003 年 8 月 11 日 | 150  | 34.4    | 0  |
| 17 | 2002 年 12 月 15 日         | 316.7                                      | 23.1      | 2  | 39 | 2003 年 8 月 11 日 | 150  | 34.5    | 0  |
| 18 | 2002 年 12 月 15 日         | 96.9                                       | 24.5      | 2  | 40 | 2003 年 9 月 21 日 | 191.7                                      | 31.8    | 5  |
| 19 | 2002 年 12 月 15 日         | 170.1                                      | 24.5      | 4  | 41 | 2003 年 9 月 21 日 | 158.9                                      | 31.2    | 6  |
| 20 | 2002 年 12 月 15 日         | 183.8                                      | 22        | 2  | 42 | 2003 年 9 月 21 日 | 164.2                                      | 31.2    | 2  |
| 21 | 2003 年 1 月 15 日          | 100  | 19.6      | 3  | 43 | 2003 年 9 月 21 日 | 163.8                                      | 31.5    | 6  |
| 22 | 2003 年 1 月 15 日          | 111.1                                      | 22.5      | 2  | 44 | 2003 年 9 月 21 日 | 175  | 31.5    | 4  |

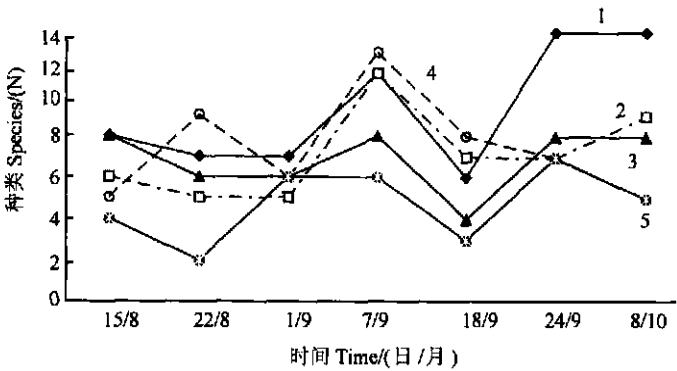


图 1 养殖过程中各口虾池纤毛虫种类数变化

Fig. 1 Change of the species number during culture in ponds

图中 1, 2, 3, 4, 5 分别表示 1—5 号虾池, 图 2 同

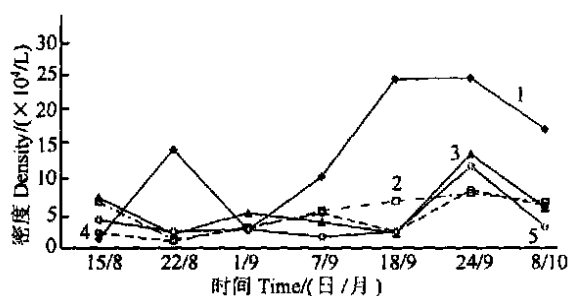


图2 养殖过程中纤毛虫数量变化

Fig. 2 Density change of ciliate during culture in ponds

状拟铃虫 *Tintinnopsis cylindrata* 数量最多, 随后被海洋帆口虫 *Pleuonema marinum* 取代, 而毛板壳虫、急游虫 *Strombidium* sp. 和圆筒状拟铃虫在海洋帆口虫数量下降后保持较高的水平; 在2号虾池, 海洋帆口虫和急游虫数量在开始时较大, 随后迅速下降; 在4号虾池, 各种纤毛虫优势种都是随着养殖的进行逐渐上升, 但圆筒状拟铃虫在养殖的后期形成很高的数量后迅速下降; 在5号虾池, 急游虫数量有所起伏。

### 2.3 纤毛虫种群结构调查

对39口虾池的浮游纤毛虫种群结构调查表明: 各个虾池的养殖条件和水体富营养化程度不同, 检测到的纤毛虫种类数和数量相差较大, 各个虾池纤毛虫种类数在3—19种之间, 而数量在  $1 \times 10^4$ — $265 \times 10^4$  cell/L 之间。

39口虾池中, 能够成为优势种的有毛板壳虫、小单环带毛虫 *Didinium balbianianum*、蚤状中缢虫 *Mesodinium pulex*、尾草履虫 *Paramecium caudatum*、海洋帆口虫、急游虫、圆筒状拟铃壳虫、武装尾毛虫 *Urotricha armatus* 和钟虫 *Vorticella* sp. 9种。以毛板壳虫为优势种的虾池最多, 有7口, 以圆筒状拟铃壳虫为优势种的虾池有6口, 以蚤状中缢虫和海洋帆口虫为优势种的虾池有5口。

## 3 讨论

### 3.1 凡纳对虾养殖环境浮游纤毛虫种类组成特点

在对虾养殖过程中, 人们总是采取各种调控措施, 使虾池处于最适的养殖环境, 以期达到高产、稳产的目的, 结果造成虾池水体自我调节能力小, 稳定性差, 生物群落结构简单, 种类数少, 而优势种类的个体数量明显。如在对大亚湾、珠海和廉江龙营围等地虾塘的浮游动物调查中发现: 以桡足类种类和数量最多, 优势种是小长腹剑水蚤、双齿许水蚤、海洋伪镖水蚤、琉球咸水水蚤和刺尾纺锤水蚤。这些种类在浮游动物中的含量比例高达50%, 甚至超过90%, 成为虾塘中的绝对优势种类<sup>[5]</sup>。厦门及其附近地区虾池中的浮游动物种类组成比自然海区简单, 多样性指数和均匀度都比自然海区低<sup>[6]</sup>。与上述实验结果相似, 本次实验各个虾池浮游纤毛虫种类数较少, 在3—22种之间, 但在一些虾池, 纤毛虫优势种如毛板壳虫、蚤状中缢虫、急游虫、圆筒状拟铃壳虫和武装尾毛虫等可占总数量的50%以上, 在18号池塘, 蚤状中缢虫所占比例高达94.1%。毛板壳虫主要摄食腐质、藻类, 也摄食其他动物

的腐败体, 在有机碎屑多的水体中存在, 易形成较高的数量<sup>[9]</sup>。海洋帆口虫、圆筒状拟铃壳虫和蚤状中缢虫也主要以腐质为食, 海洋帆口虫可以大量发生于富营养化程度高的海产养殖水体中<sup>[2]</sup>, 蚤状中缢虫和圆筒状拟铃壳虫在咸淡水中都可大量发生, 蚤状中缢虫在海洋中数量大时可形成赤潮, 在本次调查中, 其数量甚至达  $100 \times 10^4$  cell/L 以上。在对虾养殖环境, 由于施肥、对虾排泄物、生物残骸和残饵等都积累在虾池水体中, 使得水体中的各种营养物质、腐质都非常丰富, 因而上述以腐质和藻类为食、耐污性的纤毛虫得以大量发生, 在数量上占有优势。

### 3.2 影响纤毛虫种群结构的因素

各个虾池的底质条件、养殖数量、饵料投喂量、施肥、敌害生物以及杀菌消毒药物甚至季节气候等因素都可影响到虾池水体中的生物群落结构。如在斑节对虾淡化养殖中发现: 不同的虾池或同一虾池不同日期, 水体中的浮游动物组成、丰度与优势种群都会有较大变化<sup>[8]</sup>。在对虾围隔养殖实验中也发现: 浮游植物生物量随着对虾放养数量的增加而减少, 而浮游动物生物量却有所增加, 纤毛虫数量与浮游植物总生物量呈负相关<sup>[7]</sup>。本次实验中, 在1—5号虾池, 虾苗放养前的清淤晒塘消毒在使虾池的富营养化状况得到一定改善的同时, 生物群落结构也受到极大的损害; 另外, 运动缓慢的浮游纤毛虫仍可被虾苗摄食, 因此在养殖的早期, 各个虾池检测到的纤毛虫种类数较少。随着对虾个体的长大, 摄食的食物颗粒也越来越大, 纤毛虫被对虾摄食的概率大为降低; 同时, 随着养殖的进行, 营养物质的不断积累, 丰富的饵料, 使得纤毛虫种类数有逐渐增加的趋势, 一些缘毛类和主要以底栖生活的腹毛类也可检测到。在2002年9月中旬, 受一个多星期的台风暴雨的影响, 1—5号虾池纤毛虫种类数都有所减少, 而纤毛虫数量变化各不相同: 3、4号虾池的减少, 2、5号虾池的变化不大, 而1号虾池受海洋帆口虫数量的增加而大幅增加。气温也是一个重要的影响因素, 在2002年11、12月, 由于广东地处热带—亚热带, 平均水温在25℃左右, 较适宜纤毛虫生长繁殖, 虾池中的纤毛虫数量较高; 而在2003年6月至8月, 由于水温过高(平均32.6℃), 除27号虾池外, 各虾池各种纤毛虫数量都相对较低。有毒藻类的大量繁殖不仅可造成对虾养殖的失败, 也可对纤毛虫种类种群造成影响, 在铜绿微囊藻 *Microcystis aeruginosa* 大量繁殖的5号虾池, 检测到的纤毛虫种类数只有13种。

对虾养殖池水体小, 却是一个复杂的半人工生态系统, 系统的功能一方面受自然条件的影响, 而更主要是人为因素所调控, 因此, 不同的虾池, 不同的采样时间, 甚至同一虾池养殖过程的不同时间, 纤毛虫种类组成和数量都有所差异, 而且有时差异比较大。

### 3.3 纤毛虫与对虾淡化养殖

凡纳对虾养殖初期水体的盐度一般为4‰—6‰, 在随后的养殖过程中, 可以逐步淡化, 盐度可以降低到零。调查发现, 毛板壳虫是淡水养殖环境优势种类, 但是在有一定盐度的虾池中(14、23、40、42号虾池等)也可以成为优势种, 而海水养

殖环境的常见种类如海洋帆口虫, 也可以在盐度为零的虾池中(8、11、33 号虾池)成为优势种。另外, 海水养殖环境底栖常见种类稀毛浴仆虫 *Euplores raresta* 在许多盐度为零的虾池能检测到。这说明在凡纳对虾淡化养殖过程中, 一些纤毛虫能够逐步适应水体盐度的变化, 甚至成为优势种。

参考文献:

[ 1 ] Song W B. Pathogenic protozoa in mariculture. [ M ] . Beijing: Science press, 2003, 13—76[ 宋微波. 海水养殖中的危害性原生动物. [ M ] . 北京: 科学出版社, 2003, 13—76]

[ 2 ] Song W B., Wang M. A brief revision of disease-causing ciliates(Protozoa: Ciliophora) from marine culture water bodies[ J]. *Marine Sci*, 1993, (4): 41—46[ 宋微波, 王梅. 海水养殖水体中的病害纤毛虫. *海洋科学*, 1993, (4): 41—46]

[ 3 ] Song W B. Progress in Protozoology[ M ] . Qingdao: Qingdao ocean university press, 1999, 297—324 宋微波. 原生动物专论. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1999, 297—324]

[ 4 ] Zhao W, Dong S L, Zhang Z Q, *et al*. Popukation growth and productivity of the ciliate protozoa community in the enclosures of saline-alkaline ponds[ J] . *Acta Zoological Sinica*, 2001, 47(3): 249—255[ 赵文, 董双林, 张兆琪, 等. 盐碱池塘围隔生态系统浮游纤毛虫种群增长和生产量. *动物学报*, 2001, 47(3): 249—255]

[ 5 ] Yao P, He J G, Mo F, *et al*. Investigation on species of zooplankton in the prawn pond [ J ] . *Acta scientiarum naturalium universitatis Sunyat-*

*seni*, 2003, 39(Supple): 224—228[ 姚泊, 何建国, 莫福, 等. 虾塘浮游动物种类的调查. *中山大学学报*, 2003, 39 (增刊): 224—228]

[ 6 ] Lin Y S, Cao W Q, Fang L P. Species composition and their distribution of zooplankton in prawn ponds cultures along Xiamen and its adajacent area[ J] . *Marine science*, 2002, 26( 5): 8—12[ 林元烧, 曹文清, 方旅平, 等. 厦门及其邻近地区虾池浮游动物的组成及分布. *海洋科学*, 2002, 26(5): 8—12]

[ 7 ] Lu J, Li D S, Dong S L. The impact of stocking density on plankton community in shrimp pond[ J] . *Journal of fisheries of China*, 2000, 24( 3): 240—246[ 卢静, 李德尚, 董双林. 对虾池的放养密度对浮游生物群落的影响. *水产学报*, 2000, 24(3): 240—246]

[ 8 ] Wang L Q, Wang W D, Zang W L, *et al*. The state of plankton in lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon* in estuarine area[ J] . *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2002, 11(2): 118—123

[ 9 ] Shen Y F, Zhang Z S, Gong X J, *et al*. Modern Biomonitoring Techniques Using Fresh-Water Microbiota[ M ] . Beijing: China Architecture & Building Press, 1990, 412—524[ 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩, 等. 微型生物监测新技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990, 412—524]

[ 10 ] Shen Y F. Protozoology[ M ] . Beijing: Science Press, 1999, 431—489 [ 沈韞芬. 原生动物学. 北京: 科学出版社, 1999, 431—489]

[ 11 ] Foissner W, Berger H, Schaumburg J. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates[ M ] . München: Bartels & Wernitz 1999, 111—733]