

文章编号:1000 - 0615(2002)02 - 0149 - 08

## 胶州湾栉孔扇贝大规模死亡的流行病学调查

王秀华<sup>1</sup>, 王崇明<sup>1</sup>, 李 筠<sup>2</sup>, 王祥红<sup>2</sup>, 郑桂丽<sup>2</sup>, 胡晓钟<sup>3</sup>, 龚 俊<sup>3</sup>, 宋微波<sup>3</sup>

- (1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所农业部海洋渔业资源  
可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071;  
2. 青岛海洋大学海洋生命学院, 山东 青岛 266003;  
3. 青岛海洋大学水产学院, 山东 青岛 266003)

**摘要:**2000 年 1 月 - 12 月, 跟踪调查了胶州湾养殖栉孔扇贝大规模死亡情况, 对养殖海域环境因子进行了测定, 并对大规模死亡期间发病栉孔扇贝进行了病理学观察。调查结果显示, 胶州湾养殖栉孔扇贝大规模死亡呈暴发性并集中在 7 月下旬的高水温期。发病高峰期在 7 月 21 日至 7 月 27 日, 最高时点患病率达 14.5%, 7 月份的月死亡率为 58.0%。至 8 月 3 日累积死亡率达 90.0%, 患病贝死亡率接近 100%。发病期扇贝壳高平均为  $5.0 \pm 0.9$  cm。养殖栉孔扇贝半数死亡时间在 7 月 23 日。通过对水环境因子、病原性生物因子的调查分析及病理学观察表明, 栉孔扇贝的大规模死亡可能是由生物性因子(病毒)所致, 而与环境中的理化因子可能无直接的相关关系。

**关键词:**栉孔扇贝; 流行病学; 胶州湾

**中图分类号:** S944.4 **文献标识码:** A

## Epidemiological study on massive death of the cultured scallop *Chlamys farreri* in the Jiaozhou Bay

WANG Xiu-hua<sup>1</sup>, WANG Chong-ming<sup>1</sup>, LI Yun<sup>2</sup>, WANG Xiang-hong<sup>2</sup>,  
ZHENG Gui-li<sup>2</sup>, HU Xiao-zhong<sup>3</sup>, GONG Jun<sup>3</sup>, SONG Wei-bo<sup>3</sup>

- (1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource certificated by the Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;  
2. College of Marine Life Science, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China;  
3. Fisheries College, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** A survey on the massive death of cultured scallop, *Chlamys farreri* was carried out in Jiaozhou Bay in 2000. The environmental factors including salinity, temperature, dissolved oxygen, pH, COD, and  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  were investigated, also the pathology of diseased scallop sampled in the period of massive death was studied. The disease first occurred on 6 July and reached its peak stage from 21 to 27 July, then subsided in the early August. The results showed that the cumulative mortality of cultured scallop reached 90.0% on 3 August and the monthly highest mortality which normally appeared in July was 58.0%. The highest daily prevalence which occurred on 24 July was 14.5%. Indoor experiments proved that the diseased scallops died completely within 2 to 3 days. The shell height of scallop averaged  $5.0 \pm 0.9$  cm in the period of massive death. Half of the cultured scallop

收稿日期:2001-08-30

资助项目:国家“973”课题资助项目(G1999012001)

作者简介:王秀华(1969-),男,助理研究员,主要从事水产病害及免疫学研究。E-mail: aqudis @public. qd. sd. cn

died on 23 July. The results of investigating and analyzing of the environmental factors, causes of disease and observation of pathology showed that the massive death of scallop was possibly caused by a certain factor of organism such as virus, whereas it has no direct relations with environmental factors.

**Key words:** *Chlamys farreri*; epidemiology; Jiaozhou Bay

栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 是我国北方的主要养殖贝类之一, 至今已有 20 多年的养殖历史。自 1985 年山东长岛县发现野生栉孔扇贝大量死亡以来<sup>[1]</sup>, 山东、辽宁两省栉孔扇贝的主要养殖区均多次发生过不同程度的病害, 尤其是在 1997 至 1999 年间, 病情更加严重, 造成的死亡规模之大为历史上罕见。仅 1997、1998 两年, 山东省养殖扇贝因发病死亡而带来的直接经济损失就达 40 亿元以上<sup>[2]</sup>。而目前有关对栉孔扇贝大规模死亡的流行病学研究报道较少, 为了探索栉孔扇贝大规模死亡流行病的发生的原因、发展过程及危害程度, 为进一步的病害防治研究打下基础, 2000 年我们对胶州湾内养殖栉孔扇贝的病害流行情况进行了周年的跟踪调查和研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 选择调查点及采集样品

以黄岛海珍品养殖场扇贝养殖区为固定采样点, 并以胶州湾内其它栉孔扇贝养殖区为调查点。固定采样点栉孔扇贝苗种于 1999 年 11 月 20 日从烟台购进, 经暂养后分苗, 2000 年 3 月中旬入养成笼中, 每笼 10 层, 每层 30 粒贝。2000 年 1 - 6 月及 9 - 12 月间, 每月从固定采样点取样一次, 7 - 8 月间通常每周一次, 在发病高峰期 2 - 4d 取样一次, 每次均为随机取样, 样本在 200 ~ 1 000 个之间。

### 1.2 流行病学资料收集

对采集样品进行病情检查及病症观察记录, 统计存活、濒死及死亡扇贝的数量、壳高, 比较不同养殖水层及不同笼间的病症差异。同时利用走访调查、发放调查表等形式跟踪调查胶州湾内其它扇贝养殖场(户)的生产及病害发生情况。

### 1.3 数据资料统计分析

累积死亡率分析处理参考文献[3]的方法, 时点患病率(prevalence)计算参考文献[4]的方法, 半数死亡时间推算根据累积死亡率资料, 应用 PeakFit 软件进行分析计算。

### 1.4 栉孔扇贝流行病病原的检查

对每次采集扇贝的外套膜、鳃、消化腺、生殖腺、肾、肠进行病理学检查。用于光镜组织切片的样品, 按文献[5]的方法用 Davidson 氏 FA 固定液固定。用于电镜切片的样品, 用 Cloney 氏电镜固定液固定<sup>[6]</sup>。按常规方法制作光镜和电镜病理学切片, 进行光学显微镜及透射电镜检查。采用差速离心结合密度梯度离心的方法对可疑的病毒进行分离纯化, 电镜负染观察。

### 1.5 养殖水域细菌学分析

以无菌离心管取扇贝养殖区水面下 20cm 处水样, 0 °C 保存带回实验室, 向水样中加入吐温-80 (最终浓度为  $5\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), 振荡 15 ~ 30min 后, 10 倍梯度稀释, 选择合适的三个稀释度, 取 0.1mL 涂布 2216E 平板, 28 °C 温箱中培养 2d 和 7d 后分别统计菌落数, 计算水样平均每毫升含菌量。

### 1.6 水质检测

采样同时对扇贝养殖区内海水温度、盐度、pH 进行现场测量, DO、COD、氨氮等固定水样带回实验室, 参照文献[7]的方法测定。

## 2 结果

### 2.1 病贝症状

在发病季节对存活贝、濒死贝及刚死不久的贝进行统计得知,发病期的扇贝平均壳高  $5.0 \pm 0.9\text{cm}$  ( $n=900$ )。发病扇贝的典型症状是外套膜收缩,外套眼失去光泽;外套腔中有大量粘液,并掺杂少量泥状物,喷水无力。从发病到死亡,外套膜由正常位置逐渐向壳顶端收缩,外套膜边缘未发现明显溃疡。病贝的软体部无脓疱及其它明显的病灶,炎症反应不明显,未发现病贝软体部有明显的消瘦现象。闭壳肌收缩无力,消化道中空,病贝的足丝脱落,失去固着作用。另外,贝壳外面有泥层覆盖。发病期扇贝笼外有大量的附着生物及浮泥附着。室内养殖实验证明,温度在  $24 \sim 26$  时,从症状出现到死亡仅有  $2 \sim 3\text{d}$ ,患病贝死亡率接近  $100\%$ 。

### 2.2 流行特点

#### 2.2.1 时间分布

周年跟踪调查显示,栉孔扇贝大规模死亡发生在 7-8 月,呈暴发性。初发时间是 7 月 6 日,高峰期在 7 月 21 日至 7 月 27 日,8 月 3 日以后病情逐渐消退,7 月份月死亡率高达  $58.0\%$ ,8 月份月死亡率为  $10.0\%$ 。最高时点患病率(7 月 24 日)为  $14.5\%$ 。另外,年内还出现一次明显的死亡次高峰,在 3~4 月,月死亡率分别为  $5.5\%$  和  $11.5\%$ 。图 1 和图 2 分别表示了实验区扇贝发病的月死亡率及 7 月份时点患病率变化。



图 1 胶州湾内养殖栉孔扇贝月死亡率分布

Fig.1 The monthly mortality of *C. fareri* in the Jiaozhou Bay

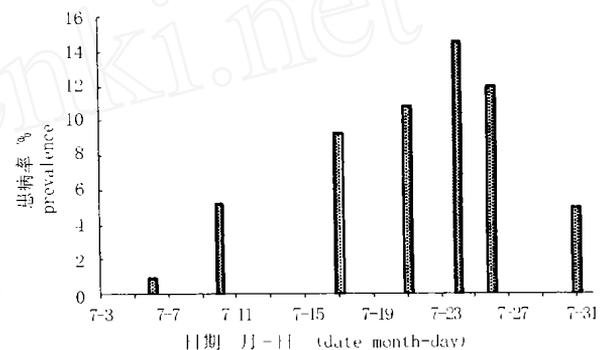


图 2 7 月份栉孔扇贝时点(天)患病率分布点

Fig.2 The distribution of daily prevalence of the cultured *C. fareri* in July, 2000

#### 2.2.2 空间分布

随机对胶州湾内 8 个养殖场(户)进行走访调查得知,2000 年胶州湾内所有调查点养殖的栉孔扇贝均出现了与固定采样点相同的病情,病害程度相似。另外我们在调查中发现栉孔扇贝发病死亡与其所处养殖笼中的层数关系不明显。图 3 为采样点内养殖笼中不同层的栉孔扇贝死亡情况的统计结果。由图可知,栉孔扇贝发生大规模死亡前(6 月 20 日)、发病初期(7 月 10 日)及发病过后(8 月 21 日)不同养殖层中的扇贝累积死亡率差别不大 ( $P > 0.05$ )。

#### 2.2.3 死亡扇贝壳高分布

对 2000 年 12 月底所采集的三个贝笼中 680 个的死亡扇贝(各笼内的死贝为该笼内养殖期死亡扇贝的总和)按照壳高进行分组,统计养殖期内死亡扇贝在各壳高段间的数量分布。结果表明,壳高在  $3.0 \sim 4.0\text{cm}$  时的死贝数量占总死亡扇贝数的  $9.7\%$ 。根据生长曲线推算,该批贝死亡时间约在 3~4 月份。壳高在  $5.0 \sim 6.0\text{cm}$  时的死贝数量占总死亡数的  $43.3\%$ ,推算这些扇贝死亡时间主要在 7 月份。死贝各

壳高段分布情况如图4所示。

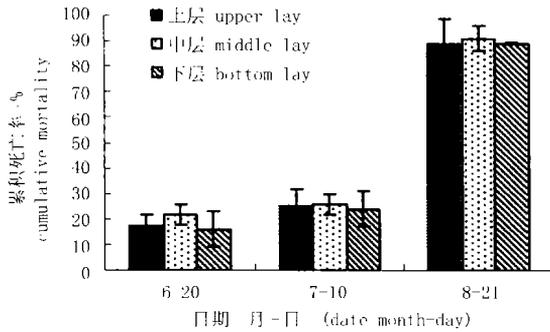


图3 不同养殖层中栉孔扇贝累积死亡率的比较

Fig. 3 Comparison on cumulative mortalities of *C. farreri* in different layers of rearing cages

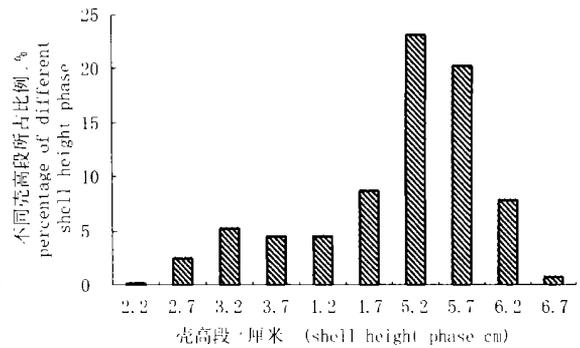


图4 4~12月胶州湾死亡的养殖栉孔扇贝各壳高段比例分布

Fig. 4 Percentage distribution of different shell height of dead *C. farreri* cultured in the Jiaozhou Bay from April to December

2.2.4 半数死亡时间

根据固定采样点5个笼中1500个栉孔扇贝的统计资料(表1),应用PeakFit软件进行数据分析可知,该海区养殖栉孔扇贝半数死亡时间为7月23日。

表1 2000年胶州湾栉孔扇贝不同时间的累积死亡率统计

Tab. 1 Statistics of cumulative mortalities of *C. farreri* in different period in the Jiaozhou Bay in 2000

| 时间(月-日)<br>month-day | 累积死贝数<br>cumulative dead scallops | 累积死亡率(%)<br>cumulative mortality | 时间(月-日)<br>month-day | 累积死贝数<br>cumulative dead scallops | 累积死亡率/%<br>cumulative mortality |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 4-24                 | 208                               | 13.89                            | 7-26                 | 907                               | 60.45                           |
| 5-17                 | 235                               | 15.67                            | 7-31                 | 1166                              | 77.75                           |
| 6-06                 | 257                               | 17.16                            | 8-03                 | 1268                              | 84.53                           |
| 6-20                 | 294                               | 19.57                            | 8-09                 | 1317                              | 87.81                           |
| 6-30                 | 356                               | 23.70                            | 8-21                 | 1355                              | 90.34                           |
| 7-06                 | 390                               | 26.03                            | 9-08                 | 1362                              | 90.83                           |
| 7-10                 | 437                               | 29.10                            | 9-19                 | 1364                              | 90.93                           |
| 7-17                 | 560                               | 37.34                            | 10-20                | 1377                              | 91.80                           |
| 7-21                 | 674                               | 44.96                            | 11-17                | 1389                              | 92.60                           |
| 7-24                 | 803                               | 53.51                            | 2001-01-05           | 1433                              | 95.53                           |

2.3 正常扇贝的生长

调查中发现,发病季节过后存活下来的栉孔扇贝仍保持正常的摄食和生长状态<sup>[8]</sup>。图5为采样点栉孔扇贝1-12月的生长曲线。

2.4 病因

2.4.1 生物因子

对可能引起栉孔扇贝大规模死亡的生物性病原进行了检测,主要包括病毒、细菌。在调查期间,都未发现调查海区内出现赤潮。

病毒:于7月份扇贝发病季节,随机从发病笼中取出表现有发病症状的活贝,分别对外套膜、消化腺、鳃、肾脏、性腺及肠等器官进行固定,并作组织切片及电镜超薄切片,进行观察。

对7月份发病扇贝组织切片进行光镜检查,观察结果显示,在固定的三批样品中,病贝的外套膜、鳃

丝、肾脏、消化腺、肠等器官内都出现了明显的病理变化。主要表现在:扇贝外套上皮组织崩解脱落,细胞核固缩或核碎裂。鳃丝间,由纤毛相互结合而组成的纤毛盘溶解。病变的肾脏组织,肾小管轮廓不清。重者出现肾小管崩解,形成凝固性坏死。消化腺吸收细胞破碎,消化上皮吸收细胞被分泌细胞或未分化细胞取代。肠的粘膜下层,有大量血细胞浸润。

对超薄切片的电镜观察结果表明,在随机抽取的三批样品中,均能从发病扇贝的外套、鳃、肾脏、消化腺、及肠结缔组织细胞中,发现一种球形病毒粒子,直径 120~180nm(图版)。凡是有这类病毒颗粒繁殖的细胞有明显的病理变化,主要表现为:细胞核出现肿胀、溶解,核膜扩张或不清晰;细胞质内细胞器(如线粒体、内质网)出现扩张、破坏,呈现不规则状态,整个细胞出现解体现象等。

细菌:3-12月,对胶州湾内固定采样点水环境中异养菌数量进行了不定期采样分析(采样时间与固定采样点扇贝样品采集同时进行),结果显示:调查期内采样点水环境内的异养菌总数变化不大,全年异养菌平均数量基本一致。表2为扇贝养殖水环境中的异养细菌测定结果。

表2 2000年胶州湾扇贝养殖水环境中异养菌数量分布

| 日期(月) month | 平均 mean               | 最高 max                | 最低 min                |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 3-6         | 1.92 ×10 <sup>3</sup> | 3.98 ×10 <sup>3</sup> | 0.06 ×10 <sup>3</sup> |
| 7           | 3.71 ×10 <sup>3</sup> | 1.3 ×10 <sup>4</sup>  | 1.15 ×10 <sup>3</sup> |
| 8-12        | 1.66 ×10 <sup>3</sup> | 5.7 ×10 <sup>3</sup>  | 0.24 ×10 <sup>3</sup> |

#### 2.4.2 理化因子

周年的水质检测结果表明,扇贝养殖区域表层海水的盐度、pH、DO等指标的日变化较平缓,且均在扇贝生长的适宜范围之内,对栉孔扇贝的正常生长不会造成不良影响。而水温年变化较大(图6),高温期处于25℃以上有10天,最高水温达26.7℃。此期与栉孔扇贝大规模发病死亡时间相吻合。另外,7月份测得养殖海区氨氮浓度较高,平均值0.086 ±0.042mg L<sup>-1</sup>,超过渔业水质标准值的3倍以上,超标率达86%,尤其在发病前和发病期达到了全年最高值。COD最高值出现在全年的3月份为1.05mg L<sup>-1</sup>,之后以逐渐下降的趋势,到10月份达到全年最低值为0.12mg L<sup>-1</sup>。

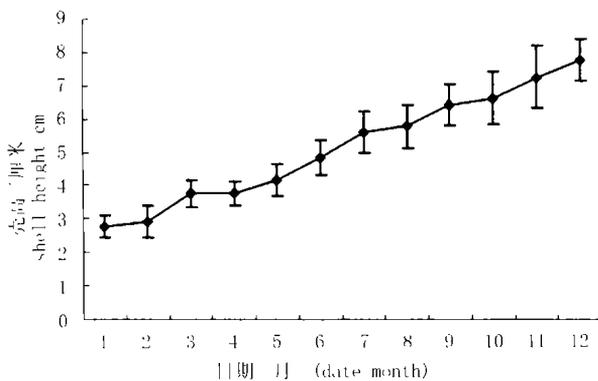


图5 2000年胶州湾养殖栉孔扇贝周年生长曲线

Fig.5 The growth of *C. farreni* cultured in the Jiaozhou Bay in 2000

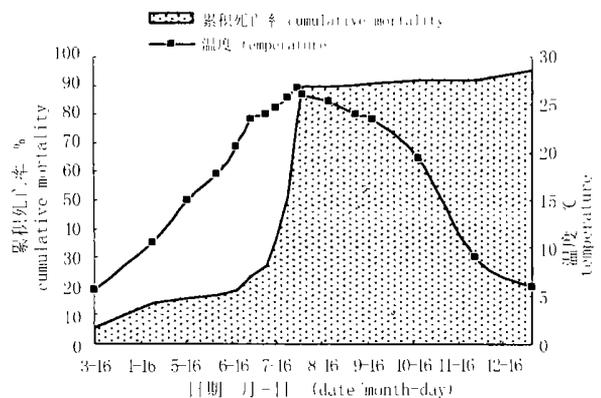


图6 胶州湾栉孔扇贝不同养殖期累积死亡率与温度的关系

Fig.6 The relationship between cumulative mortality of *C. farreni* and water temperature in different culture periods in the Jiaozhou Bay

#### 2.4.3 其它因子

笔者在调查中发现扇贝因分苗而造成机械性损伤的现象比较普遍,许多贝苗出现“错壳”。扇贝笼

上固着生物较多,严重者已明显影响笼内水流交换及扇贝对饵料的摄取。笼内可见有较大量的螃蟹、海盘车定居。另外扇贝壳上生长固着生物、外套腔内寄生沙蚕及寄居蟹的现象也比较普遍。

### 3 讨论

胶州湾内适合扇贝养殖的区域主要集中在湾的南部,对胶州湾内养殖场(户)调查的结果显示,2000年所有调查点养殖栉孔扇贝发病严重。大规模死亡均发生在7-8月间,呈爆发性。发病期内,无论扇贝大小都可感染。到12月底,采样点的栉孔扇贝存活率仅剩4.3%。根据随访调查,该海区2000年发病高峰期比1998年提前8天,而比1999年推迟10天。但这几年的发病高峰期均出现在当年的高温季节。从月死亡分布图中可知,栉孔扇贝除了在夏季高温期出现大规模死亡外,在3-4月份分苗倒笼和12月入冬后都出现不同程度的死亡,但由于这些死亡数量较少,不易引起注意。另外,调查中还发现,与栉孔扇贝养殖在同一海区中的海湾扇贝(*Argopecten irradians*)生长良好,养成期成活率达95%以上。这种不同是否反映了种间抗病力的差异有待深入探讨。

对养殖扇贝大规模死亡的原因,迄今有报道推断可能是由海水污染、养殖环境老化、赤潮、海区布局不合理、养殖密度超过海区的容纳量、夏季饵料不足、栉孔扇贝抗逆能力下降、放苗过早、养殖管理不当等综合因素造成的<sup>[9,10]</sup>。过锋等<sup>[11]</sup>通过对日照市栉孔扇贝养殖海区环境调查研究得出,在海区水环境质量良好的情况下,海水温度过高是导致栉孔扇贝死亡的主要原因。我们的调查结果显示,2000年胶州湾内养殖的栉孔扇贝,高温期没有出现明显的消瘦现象;养殖水环境中,单位水体的异养菌数年变化不明显,在同期展开的分离于发病期栉孔扇贝体表的优势菌的宿主感染实验表明:绝大部分受试细菌无明显感染性,其中4株具感染力的菌株在高达每毫升 $10^6$ 个细菌的感染密度下,各组受试扇贝仍有很高的存活率( $>50\%$ );大规模死亡期间患病的栉孔扇贝有明显的组织病理变化,经分离纯化和电镜观察,首次在发病扇贝的外套膜、鳃丝、肾脏、消化腺、肠结缔组织细胞中发现大量病毒粒子,提示栉孔扇贝感染了该病原(病毒)可能是引起本次栉孔扇贝爆发性死亡的最主要原因,而扇贝大规模死亡与饵料匮乏、养殖过密及细菌感染等因素的关系不明显。

本调查中的环境因素对栉孔扇贝大规模死亡可能起了一种外在诱导作用,尤其是高温及高浓度的氨氮,易诱发病害的发生。这种现象在其它养殖动物生物性病害所致的疾病研究中也有类似的报道<sup>[12-14]</sup>。

根据所调查的栉孔扇贝呈现出的发病特点及分离出的病毒,我们推测,胶州湾栉孔扇贝大规模死亡是由病原和环境二者共同作用的结果。首先栉孔扇贝病原(病毒)在贝体内的存在是扇贝大规模死亡的先决条件;而环境中某些因子,当其变动超过一定范围时,成为扇贝发病的诱导因素,为疾病的暴发创造了有利条件,按本研究调查显示,高温(如超过 $25^{\circ}\text{C}$ )是病发的胁迫条件之一。关于环境对栉孔扇贝的胁迫已有研究报道,不适的环境条件影响扇贝的正常生理代谢<sup>[15]</sup>,可导致扇贝抗病力降低。

感谢黄建研究员、王印庚博士、杨丛海研究员在本文的撰写过程中提出许多宝贵的意见,感谢杨冰、宋晓龄二位同仁在样本采集及资料收集中给予的大力帮助。

#### 参考文献:

- [1] Wang C M, Zhang Q L, Miao H, et al. Preliminary analysis on the cause of high or low yield for cultivating scallops in Changdao County[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1993, (3): 94 - 100. [王从敏,张启龙,苗辉,等.长岛养殖扇贝丰、欠原因的初步探讨[J].海洋湖沼通报,1993,(3):94-100.]
- [2] Wang Y T, Xiang J H. Studies on causation of the mass mortality of *Chlamys farreri*[J]. Oceanol et Limnol Sin, 1999,30(6):770 - 774. [王运涛,相建海.栉孔扇贝大规模死亡的原因探讨[J].海洋与湖沼,1999,30(6):770-774.]
- [3] Geng G Y. Epidemiology[M]. Beijing: People's Hygiene Press. 1989,5 - 22. [耿贯一.流行病学[M].北京:人民卫生出版社.1989,5-22.]
- [4] Angusda A. Survey toolbox for livestock diseases[M]. ACIAR Monograph No 54, 1999. 26 - 27.

- [5] Bell T A, Lightner D V. A handbook of normal penaeid shrimp histology[M]. World Aquaculture Society, Louisiana, 1988. 2 - 6.
- [6] Elston R A. Health management, development and histology of seed oysters[M]. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, 1999. 46 - 47.
- [7] State Oceanic Administration. Standard of ocean monitoring-standard of profession of the People's Republic of China [S]. 1991, 2 - 91. [国家海洋局. 中华人民共和国行业标准《海洋监测规范》[S]. 1991, 2 - 91.]
- [8] Wang R C, Wang Z P, Zhang J Z. Marine aquaculture of mollusc[M]. Qingdao: Qingdao Ocean University Press, 1993. 181 - 182. [王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1993. 181 - 182.]
- [9] Yu R H, Wang R C, Tian C Y, et al. Discussion on the high mortality and its prevention in scallop, *Chlamys farreri* [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1998, (3): 69 - 72. [于瑞海, 王如才, 田传远, 等. 栉孔扇贝大面积死亡胡原因分析及预防探讨[J]. 海洋湖沼通报, 1998, (3): 69 - 72.]
- [10] Zhang F S, Yang H S. Analysis of the causes of mass mortality of farming *Chlamys farreri* in summer in coastal areas of Shandong, China[J]. Mar Sci, 1999, 1: 44 - 47. [张福绥, 杨红生. 山东沿岸夏季栉孔扇贝大规模死亡原因分析[J]. 海洋科学, 1999, 1: 44 - 47.]
- [11] Gou F, Sun Y, Qu K M, et al. Investigation on environment of *farreri*'s scallop culture waters of Rizhao Shiji during summer[J]. Mar Fish Res, 1999, 20(1): 45 - 51. [过 锋, 孙 耀, 曲克明, 等. 日照石臼扇贝养殖水域夏季环境调查分析[J]. 海洋水产研究, 1999, 20(1): 45 - 51.]
- [12] L Ü H S. Insect virus and insect virus disease[M]. Beijing: Science Press, 1985. 193 - 196. [吕鸿声. 昆虫病毒与昆虫病毒病[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 193 - 196.]
- [13] Cai S L, Huang J, Wang C M, et al. Epidemiological studies on the explosive epidemic disease of prawn in 1993 - 1994[J]. J Fish China, 1995, 19(2): 112 - 119. [蔡生力, 黄 麟, 王崇明, 等. 1993 - 1994 年对虾暴发病的流行病学研究[J]. 水产学报, 1995, 19(2): 112 - 119.]
- [14] Elston R A. Health management, development and histology of seed oysters[M]. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, 1999. 71 - 74.
- [15] Yuan Y X, Chen J F, Chen B J, et al. Adaptability of *Chlamys farreri* to environment-effects of temperature on survival, respiration, ingestion and digestion[J]. J Fish Sci China, 2000, 7(3): 24 - 27. [袁有宪, 陈聚法, 陈碧娟, 等. 栉孔扇贝对环境变化适应性研究—温度对存活、呼吸、摄食及消化的影响[J]. 中国水产科学, 2000, 7(3): 24 - 27.]

## 下期论文摘要

# 泥鳅胚胎玻璃化液超低温冷冻保存研究

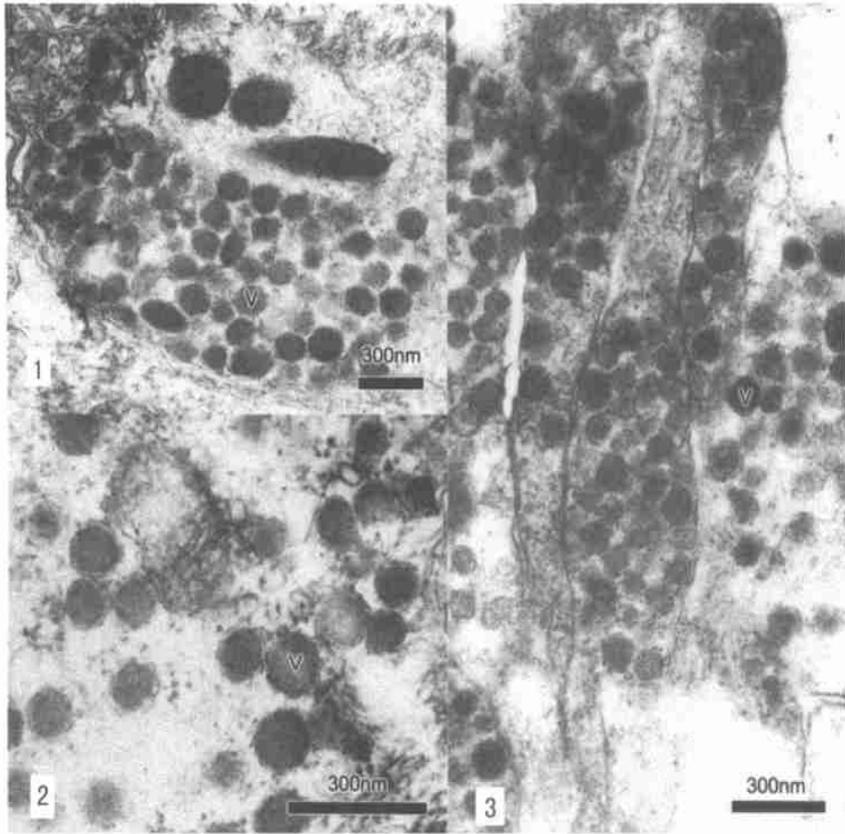
章龙珍, 鲁大椿, 柳 凌, 郭 峰, 张洁明

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 湖北 荆州 434000)

**摘要:** 泥鳅胚胎(胚孔封闭期)用 10# 玻璃化液作为低温保护剂,经低温(-196℃)冷冻保存 17h 后,38℃ 水浴解冻,解冻后的胚胎获得了成活。在稀释液 B1、B2、B3 中分别有 26.7%、15.0%、3.0% 成活的胚胎。解冻后的胚孔封闭期胚胎经过 50h 的培养,胚胎从胚孔闭封期发育至尾鳍出现期。

**关键词:** 泥鳅胚胎;超低温冷冻保存;抗冻剂;玻璃化液

## 王秀华等:胶州湾栉孔扇贝大规模死亡的流行病学调查



图版 发病栉孔扇贝电镜切片中观察到的病毒粒子(V)

Plate Virions observed in the electron micrograph of diseased scallop (virion)

1. 肾结缔组织细胞质中病毒粒子的电镜照片; 2. 病贝外套膜皮下结缔组织细胞质中病毒粒子的电镜照片; 3. 病贝消化腺结缔组织细胞质中病毒粒子的电镜照片。

1. Virions in the cytoplasm of connective tissue in kidney on TEM (transmission electron micrograph); 2. Virions in the cytoplasm of subcutaneous connective tissue in the mantle on TEM; 3. Virions in the cytoplasm of connective tissue in digestive gland on TEM.