

# 中国对虾的研究进展

于春霞, 王维娜, 王安利

(河北大学 生命科学学院, 河北 保定 071002)

**摘要:**总结了近年来国内外关于中国对虾的研究成果, 从疾病、生态、免疫、营养和组织学等方面介绍了关于中国对虾的研究进展, 以期为今后中国对虾的养殖提供依据。

**关键词:**中国对虾; 疾病; 生态; 免疫; 营养; 组织学

**中图分类号:**Q 958.8

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-1565(2001)04-0455-06

中国对虾(*Penaeus orientalis*)属十足目对虾总科对虾科对虾属, 主要分布于亚热带海域的边缘区和我国的黄渤海海区, 可在黄海越冬, 对环境的适应能力较强, 有长距离洄游习性, 属温水性种, 不能适应过低水温<sup>[1]</sup>。由于其味道鲜美, 营养丰富, 一直是人们比较喜爱的水产品之一。

众所周知, 依靠传统的海洋捕捞已不可能满足人们对水产品日益增长的需求, 这样在很大程度上就必须依赖水产养殖业的发展。亚洲是水产养殖生产研制的主要基地。据联合国粮农组织(FAO)统计, 1996年世界水产品总产量达  $1.23 \times 10^8$  t 以上, 比 1900 年增长  $1.5 \cdot 10^7$  t 以上, 增加数量主要来自水产养殖业, 且以中国的产量为主。近年来我国水产品养殖产量占世界养殖产量的 60% 以上, 并且水产品的供应在稳步增长。水产品养殖已成为食物生产最快的产业之一。以对虾类为主的甲壳类水产品占全球水产品养殖品种产值的 17.3%<sup>[2]</sup>。目前对虾养殖在我国沿海已掀起一股热潮, 成为出口创汇的支柱产业。但自 1993 年全国暴发对虾流行病以来, 对虾养殖业严重滑坡。究其原因, 主要是由于对虾养殖发展过快、比较盲目, 而对对虾的研究还不够透彻的缘故<sup>[3]</sup>。本文总结了近几年来中国对虾各方面的研究成果, 以期能对以后中国对虾的养殖有所帮助, 并且为以后中国对虾的研究提供参考。

## 1 疾病

随着中国对虾养殖业的发展, 中国对虾疾病的发生越来越频繁、危害性也越来越严重。中国对虾病原体主要包括病毒、细菌、真菌、原虫、藻类等。国外有关虾病的研究始于 20 世纪 40 年代, Tayler, Snieszko, Hitcher 首先对美洲龙虾的加夫基氏败血症及甲壳溃疡症作了详细的研究<sup>[4]</sup>, 但我国虾病的研究只是最近十余年才发展起来的。迄今为止, 查明在我国发生的虾病有 40 多种<sup>[5]</sup>。按病原可分:

### 1.1 病毒性疾病

对虾病毒性疾病研究起源于 20 世纪 70 年代, 从 Couch 在墨西哥湾 *Penaeus duorarum* 中发现第一例对虾病毒开始<sup>[6]</sup>, 病毒性疾病一直是对虾病害研究中的焦点。迄今的文献表明全世界养殖对虾中已发现 15 种病毒<sup>[7]</sup>。目前造成我国养殖对虾严重死亡的病毒主要是杆状病毒, 杆状病毒在细胞质内的繁殖和大量堆积造成细胞核肿大、核团缩、细胞器病变, 这样就影响了对虾细胞的生长和分裂而造成对虾大量死亡<sup>[8]</sup>。据 Fohrmann 报道, 杆状病毒科分 3 个亚群, 即核型多角体病毒(A 亚群)、颗粒体病毒(B 亚群)和非包涵体病毒

收稿日期: 2000-09-17

基金项目: 河北省重大科技攻关项目(85-93-29)

作者简介: 于春霞(1976-), 女, 河北唐山人, 河北大学在读硕士研究生, 主要从事水生生物学研究。

(C 亚群)。目前已发现 6 种杆状病毒<sup>[7]</sup>, 它们是属杆状病毒科的皮氏对虾杆状病毒(BP); 斑节对虾杆状病毒(MBV); 日本对虾中肠腺坏死病毒(BMNV); 斑节对虾 C 型杆状病毒(TCBV); 对虾血细胞杆状病毒(HRV) 和属于弹状病毒科的黄兴病病毒(YBV)<sup>[6]</sup>。中国对虾中出现较多的是一种 C 型杆状病毒, 对杆状病毒的研究目前比较普遍, 文献也较多, 并且对杆状病毒的形态、结构、微观、生化、致病性、免疫学等方面的研究也十分详细。新发现的杆状病毒还有淋巴细胞核杆状病毒(LNBV)<sup>[9]</sup>, 除杆状病毒外, 还有球状病毒<sup>[10]</sup>、类丝状病毒<sup>[11]</sup>的报道, 但其致病性远不如杆状病毒<sup>[12]</sup>。

### 1.2 细菌性疾病

细菌性疾病的病原很多, 如副溶血弧菌、溶藻胶弧菌、鳃弧菌、非 O1 群霍乱弧菌、普通变形菌、雷氏扑罗威登斯菌、气单胞菌、丝状细菌等, 这些海洋环境的正常菌群之所以成为对虾致病菌其根本原因在于养殖生态环境的恶化<sup>[13]</sup>。在中国对虾的养殖中, 由于盲目追求产量效益, 一味增大对虾放养密度和大量投饵造成水质恶化, 细菌大量繁殖, 生态平衡失调, 对虾体质严重下降, 这样就使得多种致病因子乘虚而入, 最终导致暴发性疾病<sup>[14]</sup>。其中弧菌性病害是困扰对虾养殖的重要因素<sup>[15]</sup>, 已报道的对虾弧菌病原有非 O1 霍乱弧菌(*Vibrio cholerae non-O1*) 10 种和新报道的产气弧菌(*Vibrio gazogenes*)。在病原菌的快速诊断方面有荧光抗体技术(FAT)、酶联免疫吸附技术(ELISA)以及聚合酶反应(PCR)等, 这些都已应用于对虾细菌性病害的诊断<sup>[16, 17]</sup>, 间接荧光抗体技术也开始应用<sup>[18]</sup>, 从而为中国对虾细菌性疾病的诊断和治疗提供依据。

### 1.3 其他疾病

除病毒和细菌性病原体外, 引起中国对虾发病的其他病原体的种类比较少, 危害性也较小, 枝原体感染引发肠道局部肿胀甚至梗塞以致死亡<sup>[19]</sup>, 但有关这方面的报道也很少, 所以这里就不做介绍。

值得一提的是, 中国对虾的很多疾病都不是一种病原体引起的, 而是多种病原体共同作用所致。暴发性流行病就是生态环境严重恶化, 多种因子作用(以病毒为诱因, 以细菌、蓝藻、类枝原体及原生动物的并发和继发感染为激发因子)所导致的<sup>[10]</sup>。所以对疾病的研究应从多方面考虑。

### 1.4 疾病的防治

由于中国对虾疾病的发生比较突然, 而且传染较快, 所以对中国对虾疾病的防治必须以防为主, 辅助一些药物治疗。

在整个养殖过程中, 只要控制住养殖环境中病原微生物的存在水平, 只要把养殖 5 大要素(水、鲜活饵料、环境生物、菌种和底质<sup>①</sup>)中病原微生物水平控制在发病水平以下, 养殖防病成功的可能性就很大<sup>[20]</sup>。混养也是一种防病的措施。混养是我国淡水池塘养鱼重要特点之一, 也是提高产量、减污防病、提高物质利用率的重要措施。随着世界性虾病的蔓延, 海水池塘鱼虾混养的研究逐渐引起各国学者的重视<sup>[21]</sup>。刘贤东等利用中国对虾与日本对虾轮养试验, 避开中国对虾病害多发病, 养殖的成功率大大提高, 并且提高了全年养殖的经济效益<sup>[22]</sup>。

## 2 生态环境对中国对虾生长的影响

由于中国对虾是生活在低盐度的温水性生物, 所以它对环境的盐度、温度和溶氧等都有一定的要求, 也就是说环境中这些因素的变化对中国对虾的生长有一定的影响, 提供一个良好的生态环境是对虾养殖最重要的前提条件。

### 2.1 盐度

中国对虾在最适生长盐度条件为 20 时, 碳利用效率最高<sup>[23]</sup>。盐度在 20~30, 30℃时虾生长的最快<sup>[24]</sup>, 盐度影响中国对虾生长的机制主要取决于摄食量和碳的转换效率。盐度在 5~35 范围内, 水温 25℃时, 中国对虾的碳摄食量在盐度 13 时达到最大。盐度对中国对虾的孵化率也有影响, 盐度在 31 以上时, 中国对虾的孵化率突然下降<sup>[25]</sup>。

① 在此只讨论防病技术和养殖环境之间的关系问题, 不涉及其他养殖技术如营养、增氧等等。

## 2.2 温度

中国对虾在低于 10 ℃ 和高于 30 ℃ 下尚能生存, 温度在 20~24 ℃ 时孵化率随温度增加而增加, 24 ℃ 时最高, 26 ℃ 以上时孵化率突然降低, 30 ℃ 根本不孵化<sup>[22]</sup>。据研究报告: 中国对虾生长和温度的关系是: 在 16~31 ℃ 时为线性关系  $G = -0.005\ 667 + 0.001\ 103\ t$  ( $G$  和  $t$  分别表示日增长率和温度), 在 27~35 ℃ 时为二次方程  $G = -0.339\ 587 + 0.023\ 476\ t - 0.000\ 375\ t^2$ 。中国对虾生长时, 最适温度为 31.26 ℃<sup>[26]</sup>。

## 2.3 溶解氧

中国对虾幼体的耗氧量受溶氧率的影响, 溶氧在 3.84 mg/L 时耗氧率最高为 0.671 mg/L。耗氧率随着溶解氧面积的增加而增加<sup>[27]</sup>。

## 2.4 环境中的有机质

对虾在有机胁迫环境中, 虾体内与抗体有关的酶活力明显下降, 对病原体的易感性提高。环境中的有机物(残饵、虾体排泄物等)被微生物分解后能产生大量的氨氮、硫化氢、亚硝酸等物质, 以氨氮为主, 氨氮在高浓度时可使虾体致死<sup>[28,29]</sup>。近几年研究表明, 低于致死浓度时对对虾的生理功能也有显著影响<sup>[30]</sup>。

## 2.5 海水中离子的影响

海水中常含有铬、镉、钴等离子。中国对虾可以从海水中吸收微量的铬和镉, 二者能使肌肉组织非必需氨基酸、鲜味氨基酸总含量上升。当海水中的铬离子质量浓度处于 2~200 μg/L 时, 可以控制吸收和调节组织内铬含量, 当海水中镉离子质量浓度在 2 μg/L 时则表现出明显的刺激非必需氨基酸和蛋白质的合成<sup>[31]</sup>。同时研究发现钴是中国对虾生长所必须的微量元素, 当海水中钴浓度为 20 μg/L 时, 对中国对虾仔虾生长发育有明显的促进作用<sup>[32]</sup>。

环境中的离子浓度应适中, 这样才有助于中国对虾的生长及代谢。

# 3 免疫学研究

解决虾病问题的根本途径之一: 在于提高对虾的自身免疫力, 增强其抗病机能。据国内外对人体及其他动物免疫学的研究成果表明: 许多天然药物所含的复杂成分包括多糖、生物碱、酮类、内酯、有机酸等, 口服后可有效地刺激机体的免疫系统, 从而增强对虾的抗病能力<sup>[33]</sup>。

海藻多糖(PV911)和北虫草多糖(CP)在哺乳动物中已证实能够增强特异性免疫功能和非特异性免疫功能<sup>[34]</sup>, 对中国对虾也体现出类似免疫学功能: 可明显提高中国对虾的血细胞的吞噬能力、吞噬细胞的吞噬率、血清 SOD 的活力和酚氧化酶的活力, 对溶菌酶的活性也有一定提高作用, 具有生物活性的多糖类物质可刺激对虾机体免疫功能的提高<sup>[35]</sup>。从病虾中分离出的杆状病毒纯化后处理出的 7 种大分子物质做成的复合疫苗, 也具有提高 SOD 和溶菌活力的作用, 并且能增强中国对虾的防御能力<sup>[36]</sup>。除杆状病毒疫苗外, 对对虾弧菌疫苗也有研究<sup>[37]</sup>。其他的疫苗研究还有待进一步进行。

# 4 营养学研究

对虾在不同生长阶段对某种营养物质的需求是不可能一成不变的, 另外各营养物质之间也存在着相互协调和相互制约的关系<sup>[35]</sup>。各营养物质包括蛋白质、糖类、脂肪、无机盐、维生素等等。

## 4.1 蛋白质、脂肪、糖

一般认为中国对虾蚤状幼体基本属植物食性, 其蛋白质需要量低, 糠虾幼体的食性向动物食性转变, 其蛋白质需要量增加, 幼体蛋白质需求量高于幼虾<sup>[38]</sup>, 而幼虾又高于成虾, 幼虾最适需求量在 40%~50% 之间, 以 45% 最好<sup>[39]</sup>。

脂肪是影响体重、体长增长的第一限制性因素<sup>[40]</sup>, 随着虾体的增长, 脂肪由高水平到中水平下降<sup>[35]</sup>, 必需脂肪酸对中国对虾生长、成活及饲料利用率等都有重要影响<sup>[41]</sup>。

不同的糖类及其不同的含量对对虾的生长均有影响<sup>[24]</sup>。随着虾体增长, 糖类由低水平到中水平上

升<sup>[35]</sup>.

#### 4.2 无机盐、维生素

中国对虾对无机盐的需求量少,但其作用十分重要.小虾 2~4 cm 时需碘量为 0.03 ng;钠为 8.7 ng;钾为 11~13 ng;镁为 1.8~3.8 ng<sup>[42]</sup>.随着虾体的生长,无机盐从中水平到低水平下降<sup>[35]</sup>.

对虾一般无法在体内合成维生素 C,一般采用在配合饵料中添加维生素 C 的方法来满足虾体的需求.研究发现,变动的维生素 C 适宜添加量对于中国对虾具有明显的促进生长,增强抗病力和抗低氧能力以及提高存活率的作用<sup>[40]</sup>.

维生素 A 对中国对虾生长和视觉器官也有一定影响,缺乏时可引起虾体组织的病理变化.

维生素 B 是一种辅酶,只有酶蛋白和辅酶同时存在时酶才具有催化性.若提高酶的活性则能促进机体活力<sup>[43]</sup>.经研究发现配合饵料中若添加适量的维生素 B<sub>12</sub>对铜离子毒性的抵抗力明显增强<sup>[44]</sup>.

### 5 中国对虾的交尾及产卵生殖方面的研究

对虾的交尾发生在秋季,交尾后精荚在雌体纳精囊内保存到第二年春天,对虾交尾多在夜间进行,面积大、光线暗的环境对虾交尾率高,宽阔水域对虾交尾率高.对虾密度是影响交尾的主要原因.雄虾在交配季节中平均交配为 2.6 次,各亚属的对虾交配特点有很大差异<sup>[39]</sup>.

雌虾的纳精囊是封闭的,一般一生中只能交配 1 次,而且一次交配的精荚可以满足雌对虾多次产卵所需精子<sup>[45]</sup>.一般雌虾能产卵 3~5 次,间隔一般为 7~10 d,这与日照、水温、饵料、管理及虾体体质有密切关系<sup>[40]</sup>.

中国对虾的寿命(在自然海区)一般为 1 年.如果人工控制能提高产卵后亲虾的存活率,使亲虾第 2 年能重复产卵,这将具有很大意义,其关键的生态因子是黑暗条件并升温至 25℃ 左右.

对虾的成熟卵子的激活可由海水引起,而无需受精<sup>[35,46]</sup>.海水中的镁离子对受精卵和非受精卵的激活都是必需的,且对维持卵子的正常形态具有重要作用<sup>[47]</sup>.

### 6 组织学研究

中国对虾复眼的发育是以从幼体到幼虾各时期的变化来研究的.总共经过无节幼体 6 个亚期(N<sub>1</sub>~N<sub>6</sub>),蚤状幼体 3 个亚期(Z<sub>1</sub>~Z<sub>3</sub>),糠虾幼体 3 个亚期(M<sub>1</sub>~M<sub>3</sub>)及仔虾(P)4 个阶段.随着幼体发育角膜厚度渐增,晶状体囊在 Z<sub>3</sub> 或 Z<sub>2</sub> 末期才由晶状质细胞分泌而成,每个眼的小眼面逐渐由六角形转变为方形,开始向成质复结构转变,最终形成反射形重叠性像眼<sup>[48]</sup>.

血液组成及其含量变化与机体健康、营养状况、疾病等有着密切关系,所以血液指标可反映机体的生理变化.中国对虾的血液指标可分为 4 类:1)透明细胞,有较强吞噬能力;2)小颗粒细胞;3)大颗粒细胞;4)浆样细胞,充满板层状粗面内质网<sup>[49]</sup>.

关于能量方面也有研究<sup>[50]</sup>.但研究甚少,这方面有待于进一步加强.

总之,近年来中国对虾的研究比较广泛,而且也比较详细,希望本文总结的一些经验能为中国对虾养殖提供依据,促进我国乃至世界水产品养殖业的发展.

#### 参 考 文 献:

- [1] 见时璋,陈世骧,李汝祺,等.中国大百科全书(生物学)[M].北京:中国大百科全书出版社,1991.293.
- [2] 崔乐.水产养殖纵览[J].中国水产,1998,9:5-6.
- [3] 于占国.对虾暴发性流行病的病因及预防对策[J].海洋环境科学,1995,14(2):53-60.
- [4] 曹登官,姜奕,王永良.关于如何提高对虾亲虾利用率的几个问题[A].中国甲壳动物学会主编.甲壳动物学论文集[C].

- 青岛:青岛海洋大学出版社,1992,154-160.
- [5] 吴友吕,吕美玲,郑国兴.中国对虾弧菌红腿病的电镜研究[A].中国甲壳动物学会主编.甲壳动物学论文集[C];第三集.青岛:青岛海洋大学出版社,1992.171-176.
- [6] COUCH J A. Free and occluded virus similar to baculovirus in Hepatopanreas of Pink shrimp[J]. Nature, 1974(247):229-231.
- [7] 石拓,孔杰,刘萍,等.中国对虾一种C型杆状病毒的纯化技术及形态特征研究[J].海洋与湖沼,1997,20(2):60-64.
- [8] 苗宏志,董寰亮,徐斌,等.中国对虾淋巴组织培养中的病毒及病理观察[J].水产学报,1999,23(2):169-173.
- [9] CHEN X F, CHEN D, WU D H, et al. A new baculovirus of cultured shrimps[J]. Science in China Series C Life Sciences, 1997, 40(6):630-635.
- [10] 汝少国,姜明,李永琪,等.中国对虾育苗期球形病毒的感染及垂直传播途径的初步探讨[J].海洋与湖沼,1999,30(3):255-259.
- [11] 王维娜,王安利,郭明申,等.中国对虾肝胰腺类丝状病毒的电镜观察[J].动物学报,1997,43(增刊):132-133.
- [12] 郑国兴.养殖对虾弧菌病致病菌—非O1群霍乱弧菌的生物学性状与致病性[J].水产学报,1986,10(2):195-202.
- [13] 薛清刚,王文兴.对虾疾病的病理与诊治[M].青岛:青岛海洋大学出版社,1992.75-90.
- [14] 许美美,郭平.虾池水域环境细菌数量变动与患“红腿病”虾心脏带菌率关系的初步探讨[J].水产科学,1992,11(12):7-9.
- [15] LIGHTNER D V, HEDRICK R P, FRYZR J L, et al. A survey of cultured penaeid shrimp in Taiwan for viral and other important diseases[J]. Fish Pathol, 1987, 22:127-140.
- [16] 战文斌,周丽,俞开康,等.一种新的中国对虾弧菌病原菌——产气弧菌[J].海洋与湖沼,1997,28(1):21-26.
- [17] 罗日祥.中药制剂对中国对虾免疫活性物的诱导作用[J].海洋与湖沼,1997,28(6):573-578.
- [18] 张晓华,徐怀恕,许兵,等.中国对虾弧菌病的间接荧光抗体诊断技术研究[J].海洋与湖沼,1997,28(6):604-608.
- [19] 杨秀芳.中国对虾枝原体形态结构及主要超微病理变化[J].海洋与湖沼,1997,28(2):256-261.
- [20] 宋怀龙.养殖对虾防病技术探讨[J].中国水产,1998,6:40-41.
- [21] 王吉林,李德尚,董双林,等.中国对虾与海湾扇贝投饵混养的实验研究[J].中国水产科学,1999,6(1):97-102.
- [22] 刘贤东,王细伟,李玉环.中国对虾与日本对虾轮养试验[J].齐鲁渔业,1999,10(16):15-16.
- [23] 王安利,王维娜,王建中,等.海水中铬和镉对中国对虾体内氨基酸含量的影响[J].中山大学学报(自然科学版),2000,39:127-131.
- [24] CHEN J C, LIN J N, CHEN C T, et al. Survival, growth and intermolt period of juvenile *Penaeus chinensis* (O'sbeck) reared at different combinations of salinity and temperature[J]. Journal of Experimental Marine Biological and Ecology, 1996, 204(1-2):169-178.
- [25] MIAO S TU S. Modeling effect of thermic amplitude on growing chinese shrimp *Penaeus chinensis* (O'sbeck)[J]. Ecological Modeling, 1996, 88(1-3):93-100.
- [26] TANG-Q. Effects of climate change on resource populations in the yellow sea ecosystem[J]. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1995, 121(0):97-105.
- [27] DO X L, ZANG W L, WANG W D, et al. Effect of temperature and dissolved oxygen content on oxygen consumption rate of Chinese prawn, giant tiger prawn and giant freshwater prawn[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1999, 17(2):119-127.
- [28] WICKENS J F. The tolerance of warm water prawn to recirculated water[J]. Aquaculture, 1976, 9(11):19-37.
- [29] CHEN J, CTING Y Y, LIN J N, et al. Lethal effects of ammonia and nitrite on *penaeus chinensis* juveniles[J]. Mar Biol, 1990, 107:427-431.
- [30] CHEN J C, NAN F H. Effect of ambient ammonia on ammonian excretion and ATPase activity of *Penaeus Chinensis*[J]. Aquat Toxic, 1992b, 23:1-10.
- [31] 刘存歧,王安利,王维娜,等.海水中钴离子对中国对虾仔虾生长及体内ATP和ATP酶活性的影响[J].中山大学学报(自然科学版),2000,39:123-126.
- [32] 张硕,董双林,王芳.盐度和饵料对中国对虾碳收支的影响[J].水产学报,1999,23(2):9-12.
- [33] DIAMANTSTEIN J. An immunological adjuvant and apolyclonal B-lymphocyte activator[J]. Int Archs Allergy Appl Immun, 1982, 68:377-379.

- [34] 王文涛. 海藻硫酸多糖对小鼠淋巴细胞增殖反应及白细胞介素 2 产生的影响[J]. 中药理学通讯, 1992, 3: 47-50.
- [35] 北京佳纬生物技术有限公司. 中国对虾不同生长阶段的营养要求[J]. 科学养鱼, 1999(5): 37-38.
- [36] 丁 焯, 王 雷, 李光友. 中国对虾复合疫苗的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(4): 355-361.
- [37] 江晓路, 刘树青, 张朝晖. 多糖对中国对虾免疫功能的影响. 中国水产科学, 1999, 6(1): 66-68.
- [38] 张道波, 马 甡, 王克行. 中国对虾溞状及糠虾幼体的蛋白质需求[J]. 中国水产科学, 1999, 6(4): 117-118.
- [39] 戴汉国. 中国对虾的实用营养需求研究[J]. 中国水产, 1999(4): 39-43.
- [40] 王安利, 母学全, 凌利英. 中国对虾配合饲料中维生素 C 添加量的研究[J]. 海洋与湖沼, 1996, 24(4): 368-371.
- [41] KANAZAWA A, TESHIMA S, KAYAMA M, et al. Essential fatty acids in diet of prawn II: and effect of doco sahexenoic acid on growth[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1979a, 45: 1151-1153.
- [42] LIU F Y, LI H F, WANG H L, et al. Requirements of shrimp, *Penaeus chinensis* O'sbeck for potassium, sodium, magnesium and Tdine[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1995, 13(2): 141-146.
- [43] 许实荣, 孙 凤, 姜康后. 中国对虾营养研究—B 族维生素(B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>)对对虾蛋白酶和淀粉酶活力的影响[J]. 海洋科学, 1987(4): 34-37.
- [44] 王安利, 母学全, 凌利英. 维生素 B<sub>12</sub>对中国对虾抗 Cu 离子毒能力的影响[J]. 河北大学学报(自然科学版), 1994, 4(4): 368-371.
- [45] 王清印, 李 健, 孙修涛, 等. 中国对虾雄对虾交配能力和精英再生的研究[J]. 海洋与湖沼, 1998, 29(1): 23-26.
- [46] CLARK W H Jr, YUDIN A I, LYNN J W, et al. Jelly layeer formation in penaeoidean shrimp eggs[J]. Biol Bull, 1990, 178: 295-299.
- [47] 吴长功, 相建海, 刘瑞玉. 中国对虾(*Penaeus chinensis*)卵子激活过程的研究[J]. 海洋学报, 1999, 21(4): 25-27.
- [48] 胡景杰, 陈宽智, 包振民, 等. 中国对虾复眼的研究 II: 亚显微结构[J]. 海洋科学, 1998(3): 26-30.
- [49] CHEN P, HUANG H, CHI X C, et al. The composition and Abasructure of haemocytes in four species of *Penaeid shrimps*[J]. Acta - HydrobiologIaa - sinica, 1998, 22(2): 158-163.
- [50] ARGER K, SCHULTZE K. Elemental composition(CNH) growth and exuvial loss in the larval stages of semiterrestrial crabs, *Sesarma Couracaonse* and *Amases niersazT*(Decapoda, Grapdsdae)[J]. Biochen Physio, 1995, 111a(4): 615-623.

## Progress of Study on *Penaeus chinensis*

YU Chun-xia, WANG Wei-na, WANG An-li

(College of Life Science, Hebei University, Baoding 071002, China)

**Abstract:** The results of study on *Penaeus chinensis* in the past years are summarized in this paper in a few aspects including disease, ecology, immunology nutriology, histology. It is expected to offer reference for the culture of *Penaeus chinensis* in the future.

**Key words:** disease; ecology; immunology; nutriology; histology

(责任编辑: 赵藏赏)