

# 不同饵料对斑节对虾(*Penaeus monodon*)幼虾的生长及对 WSSV 敏感性的影响\*

胡贤德<sup>1</sup> 孙成波<sup>1</sup> 丁树军<sup>1</sup> 王平<sup>1,2</sup> 李义军<sup>1,2</sup>  
许政生<sup>1</sup> 李婷<sup>1</sup> 徐安敏<sup>1,2</sup>

(1. 广东海洋大学水产学院 湛江 524088; 2. 海南省昌江南疆生物技术有限公司 三亚 572000)

**摘要** 采用 5 种不同饵料投喂斑节对虾幼虾, 研究各饵料对幼虾的体长、体重及成活率的影响, 实验周期为 20 天; 然后用投喂攻毒的方法分别感染 WSSV, 观察不同饵料对幼虾 WSSV 敏感性的影响, 实验周期为 12 天。结果表明, 投喂卤虫无节幼体组的幼虾, 其体长、体重增长明显优于其它各组 ( $P < 0.01$ ), 随后依次为贝肉组、鱼肉组、人工配合饲料组、虾片组。不同饵料对幼虾 WSSV 敏感性的影响也有差异: 投喂感染 WSSV 后, 卤虫组和鱼肉组成活率最高, 明显高于贝肉组、人工配合饲料组和虾片组 ( $P < 0.01$ )。PCR 检测表明, 感染后全部幼虾个体为病毒阳性。

**关键词** 斑节对虾, 饵料, 生长, WSSV, 影响

**中图分类号** S968.31

斑节对虾(*Penaeus monodon*)俗称草虾、竹节虾, 属暖水性虾类, 是世界上三大养殖虾类品种之一。在我国台湾省有悠久的养殖历史, 20 世纪 80 年代初开始在我国大陆沿海试养, 1987 年突破种苗生产技术关之后, 斑节对虾的养殖迅速在我国福建以南各省沿海发展起来, 成为长江以南沿海的主要养殖种类之一(王克行等, 1997)。白斑综合症病毒(white spot syndrome virus, 简称 WSSV)为白斑综合症(white spot syndrome, 简称 WSS)的病原, 宿主广泛, 致死率高。WSS 是迄今为止危害对虾养殖最为严重的疾病, 每年使我国对虾产业遭受亿元以上损失, 被国际兽疫局(OIE)、联合国粮农组织(FAO)以及亚太地区水产养殖发展网络中心(NACA)将其列为需要报告的水生动物病毒性疫病之一(雷质文等, 2002)。

斑节对虾作为养殖的重要种类, 为达到最优化生产, 很有必要了解其最适养殖条件。李贵生等(2000)、杨其彬等(2008)、庄雪峰(1992)研究报道了盐

度等水体理化因子对斑节对虾生长的影响, 高淳仁等(1997)研究了饲料中不饱和脂肪酸对斑节对虾幼虾存活、蜕皮和生长的影响。阳会军等(2001a, b)研究了饲料中添加不同水平 - 葡聚糖、蛋氨酸铜和硫酸铜对斑节对虾生长、存活的影响。本实验研究了投喂不同饵料后斑节对虾生长的状况及人工感染 WSSV 后的成活率, 探讨不同营养对斑节对虾的生长及抗病力的影响, 旨在探索在实际养殖斑节对虾对营养的需求和提高对 WSSV 抗病力, 对实现高产、稳产有重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验在广东海洋大学南三岛教学实习基地进行, 实验所用斑节对虾(*Penaeus monodon*)幼虾为湛江市浩海虾苗场的无节幼体, 于基地 15m<sup>3</sup> 水泥池中暂养 20 天, 期间投喂人工配合饲料, 温度为(29 ± 0.5) ,

\* 科技部科技成果转化项目, 2006GB2E000224 号; 广东省科技计划项目, 2007A0204500001 号; 广东省重大科技兴海项目, B200608A203 号。胡贤德, 高级工程师, E-mail: ocean.edu.hu@163.com

通讯作者: 孙成波, 博士, 副教授, E-mail: suncb@gdou.edu.cn

收稿日期: 2008-02-15, 收修改稿日期: 2008-04-21

盐度为 26。实验用所用的 5 种饵料分别为卤虫 (*Artemia salina*)、珊瑚牌人工配合饲料、滋丰虾片、新鲜近江牡蛎肉和蓝圆鲹肉。WSSV 病虾取自发病虾池病症明显的凡纳滨对虾, 经 PCR 检测确认后使用。实验用水为海区抽取经沙滤、沉淀的海水, 再用有效氯浓度为  $20\text{g}/\text{m}^3$  的强氯精消毒后充气暴晒处理, 确保水体无病原生物。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 实验设计

实验设置 A、B、C、D、E 共 5 个组, 每组设 3 个平行组, 每平行组放幼虾 100 尾, 饲养于 50L 的白色塑料桶中, 养殖水体为 40L。分别投喂 A 组: 卤虫(*Artemia salina*)无节幼体; B 组: 人工配合饲料; C 组: 虾片; D 组: 贝肉; E 组: 鱼肉, 投喂实验进行 20d, 每天投喂 4 次, 投喂量为幼虾体重的 4%—5%。卤虫经高锰酸钾浸泡 30min, 虾片经 80 目筛绢搓, 贝肉和鱼肉经打碎后投喂。投喂 1.5h 后吸污换水, 换水量为水体体积 30%, 及时取出死虾, 记录死亡率。生长实验结束, 再从对应的平行组中取大小均匀的虾 12 尾放于 16L 的塑料桶, 分别作为对照组、WSSV 攻毒组进行攻毒实验。除对照组外, 攻毒组设置 3 个平行。攻毒组幼虾饥饿空胃 24h 后投喂病虾肌肉肉糜一次, 然后继续投喂各相应饵料, 对照组按攻毒前投喂, 实验周期为 12 天。

### 1.2.2 体重、体长测量及成活率统计

生长实验结束后各平行组随机抽取 20 尾对虾测量其体长、体重, 统计各平行组的成活率; 攻毒组每天统计死亡数和实验后的成活率。体长测量为虾眼柄基部至尾脊末端(王克行等, 1997)。

### 1.2.3 数据分析

采用单因素方差分析(ANOVA)和样本均值多重分析方法进行统计分析, 并在  $P<0.05$  和  $P<0.01$  水平上对结果进行差异显著性检验。

生长比速 =  $[\text{终末体长(体重)} - \text{初始体长(体重)}] / \text{实验周期} \times 100\%$

成活率 =  $\text{实验后各平行成活尾数} / \text{实验前虾尾数} \times 100\%$

### 1.2.4 病毒检测

采用半定量 IQ2000TMPCR 检测 WSSV (Chang *et al*, 1996; Hasson *et al*, 1997), 检测方法参照试剂盒说明书进行。

WSSV 的检测程序: 第一次扩增反应(First PCR):  $8\mu\text{l}/\text{reaction}$ ;  $94\text{ } 2\text{min}$ ;  $94\text{ } 20\text{s}$ ;  $72\text{ } 30\text{s}$ , 重复 15 圈; 末圈之后加跑  $72\text{ } 30\text{s}$ 、 $20\text{ } 30\text{s}$  的条件。第二次扩增反应(Nested PCR):  $15\text{ } \mu\text{l}$ ;  $94\text{ } 20\text{s}$ ;  $62\text{ } 20\text{s}$ ;

$72\text{ } 30\text{s}$ , 重复 30 圈; 末圈后加跑  $72\text{ } 30\text{s}$ 、 $20\text{ } 30\text{s}$  的条件。

Lane S3: 质体 DNA 阳性标准品, 2000copies/reaction, 用于重度感染对比; Lane S2: 质体 DNA 阳性标准品, 200copies/reaction, 用于中度感染对比; Lane S1: 质体 DNA 阳性标准品, 20copies/reaction, 用于轻度感染对比。

再将 PCR 产物于 2%琼脂凝胶中进行电泳, 经紫外荧光成像断定结果后拍照保存结果。

## 2 结果与分析

### 2.1 投喂不同饵料对斑节对虾幼虾体长、体重生长影响

从表 1 可以看出, 不同饵料对斑节对虾幼虾的体长、体重增长有明显差异, 投喂卤虫组的幼虾生长最大, 与其它各组差异极显著( $P<0.01$ ); 投喂虾片组体长、体重生长的最小, 投喂贝肉组体长、体重生长大于鱼肉组, 鱼肉组体长、体重生长大于人工配合饲料组, 且 5 个饵料组间差异均达到显著水平( $P<0.05$ )。

### 2.2 投喂不同饵料对斑节对虾幼虾成活率影响

不同饵料对斑节对虾的成活率的影响见表 1, 投喂卤虫组的成活率最高, 与其它饵料组之间的差异达到极显著水平( $P<0.01$ )。人工配合饲料组的成活率高于虾片组, 差异显著( $P<0.05$ )。贝肉组的成活率最低, 与虾片组差异显著( $P<0.05$ )。鱼肉组与虾片组、与贝肉组之间无明显差异( $P>0.05$ )。

### 2.3 投喂不同饵料斑节对虾幼虾攻毒成活率的差异

图 1 反映了不同饵料下斑节对虾感染 WSSV 后的成活率。从图 1 可以看出, 投喂卤虫组和贝肉组的成活率最高, 为 41.7%—75.0%, 与其它组存在显著差异( $P<0.05$ ); 投喂虾片组次之; 投喂人工配合饲料组和鱼肉组成活率最低, 在 0—25%之间, 二者之间无显著差异。

### 2.4 投喂不同饵料对斑节对虾幼虾攻毒累积死亡率影响

各饵料组斑节对虾攻毒累积死亡率见图 2。各实验组在人工投喂感染后经历一段潜伏期, 在第 3 天开始出现个体的死亡, 从第 5 天开始死亡加快, 最后趋于平稳。5 个饵料组的对照组死亡率在 16.7%—25%之间, 与实际生产相符。

### 2.5 PCR 检测结果

攻毒实验前随机抽取 30 尾幼虾, 半定量 PCR 检测 WSSV 全部为阴性, 阴性率 100% (图 3a)。攻毒后

表 1 不同饵料对斑节对虾体长、体重及成活率的影响  
Tab.1 Influence of different diets on length, weight and survival rate of each group (X±SE)

饵料	实验前体长(cm)	实验后体长(cm)	平均增长(cm)	日平均增长(cm)
A1	0.84±0.11	2.71±0.22	1.87 <sup>a</sup>	0.09
A2	0.91±0.09	2.74±0.18	1.83	0.09
A3	0.88±0.13	2.77±0.19	1.89	0.09
B1	0.86±0.15	1.73±0.20	0.87 <sup>d</sup>	0.04
B2	0.78±0.21	1.78±0.13	0.90	0.05
B3	0.80±0.14	1.91±0.15	1.11	0.06
C1	0.79±0.15	1.68±0.17	0.89 <sup>e</sup>	0.04
C2	0.83±0.20	1.75±0.23	0.92	0.04
C3	0.85±0.11	1.69±0.25	0.84	0.04
D1	0.87±0.18	2.53±0.18	1.66 <sup>b</sup>	0.08
D2	0.88±0.13	2.58±0.24	1.70	0.09
D3	0.81±0.19	2.61±0.19	1.60	0.08
E1	0.83±0.21	2.40±0.22	1.57 <sup>c</sup>	0.08
E2	0.89±0.15	2.39±0.17	1.50	0.07
E3	0.90±0.12	2.44±0.21	1.54	0.07

饵料	实验前体重(g)	实验后体重(g)	平均增重(g)	日平均增重(g)	成活率(%)
A1	0.019±0.008	0.447±0.013	0.429 <sup>a</sup>	0.021	81.0 <sup>a</sup>
A2	0.017±0.002	0.459±0.017	0.442	0.022	78.0
A3	0.022±0.007	0.462±0.016	0.440	0.022	79.0
B1	0.018±0.010	0.142±0.014	0.124 <sup>d</sup>	0.006	66.0 <sup>b</sup>
B2	0.024±0.006	0.139±0.019	0.115	0.005	63.0
B3	0.019±0.008	0.159±0.017	0.141	0.007	67.0
C1	0.020±0.006	0.114±0.020	0.094 <sup>e</sup>	0.004	58.0 <sup>c</sup>
C2	0.019±0.005	0.121±0.018	0.103	0.005	54.0
C3	0.023±0.009	0.112±0.021	0.089	0.004	49.0
D1	0.017±0.008	0.391±0.016	0.374 <sup>b</sup>	0.019	51.0 <sup>d</sup>
D2	0.016±0.006	0.362±0.014	0.346	0.017	38.0
D3	0.019±0.009	0.363±0.019	0.344	0.017	40.0
E1	0.021±0.006	0.314±0.018	0.293 <sup>e</sup>	0.014	52.0 <sup>cd</sup>
E2	0.019±0.007	0.329±0.022	0.311	0.016	41.0
E3	0.024±0.005	0.318±0.020	0.294	0.015	43.0

注：1) A：投卤虫组；B：投人工配合饲料组；C：投虾片组；D：投贝肉组；E：投鱼肉组。2) A1、A2、A3……等表示各平行组。3) 上标字母不同者表示差异显著( $P<0.05$ )，相同者表示组间差异不显著( $P>0.05$ )

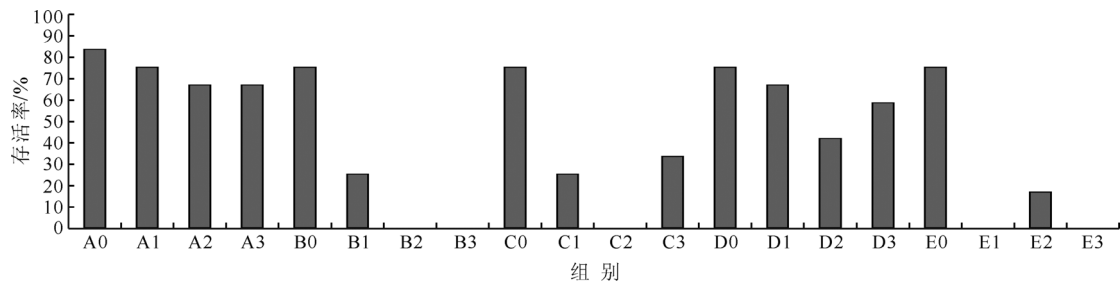


图 1 不同饵料投喂斑节对虾感染 WSSV 各平行组的存活率

Fig.1 The survival rate of each parallel WSSV-infected group feeding on different feeds

注：1) A：投喂卤虫组；B：投喂人工配合饲料组；C：投喂虾片组；D：投喂贝肉组；E：投喂鱼肉组；  
2) A1、A2、A3……等表示各平行实验组；3) A0、B0、C0、D0、E0 为各对照组

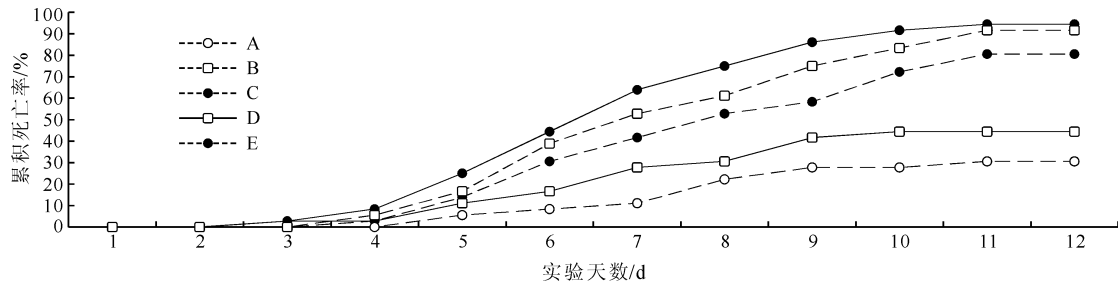


图2 不同饵料投喂斑节对虾感染 WSSV 的累积死亡率

Fig.2 The accumulative mortality rate of each WSSV-infected group feeding on different feeds  
A: 投喂卤虫组; B: 投喂人工配合饲料组; C: 投喂虾片组; D: 投喂贝肉组; E: 投喂鱼肉组

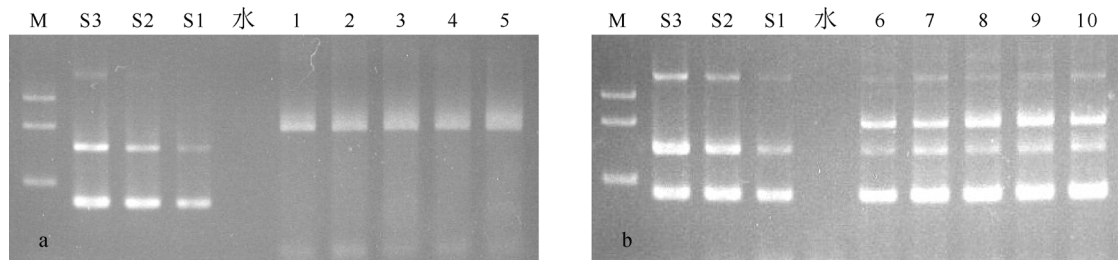


图3 实验前后 WSSV PCR 扩增条带

Fig.3 The WSSV demonstration of PCR before and after the experiment

注: Lane M 为分子量标记, 848bp、630bp、333bp; Lane S3: 阳性标准品 3, 2000 copies/reaction; Lane S2: 阳性标准品 2, 200 copies/reaction; Lane S1: 阳性标准品 1, 20 copies/reaction; Lane 1—5 为实验前阴性幼虾; Lane 6—10 为实验后阳性幼虾

死虾和存活虾经检测全部为阳性, 阳性率为 100% (图 3b)。投喂的病虾经 PCR 检测全部为 WSSV 阳性。图 3a 中 1—5 的 PCR 扩增条带是实验前幼虾阴性条带; 图 3b 中 6—10 的 PCR 扩增条带是实验后幼虾阳性条带。

### 3 讨论

#### 3.1 饵料对斑节对虾生长及成活率影响

本实验选用几种在对虾养殖中较常见的饵料。实验结果表明, 斑节对虾幼虾的生长效果在各饵料组之间均存在明显差异( $P < 0.05$ ), 在体长、体重的增长量上表现为卤虫>贝肉>鱼肉>人工配合饲料>虾片。董世瑞等(2006)研究比较了 4 种饵料对中国对虾生长的影响, 结果表明, 在生长效果表现为卤虫>蛤蜊肉>鱼肉>人工配合饲料, 本实验结果与之相符。

投喂卤虫无节幼体组的生长效果最好, 在相同时间内能使斑节对虾获得比其它 4 种饵料更大的体重、体长生长量, 这与卤虫蛋白质含量高、氨基酸组成与虾体氨基酸组成相近的特点是密切相关的。Shiau 等(1991a, b)、Alava 等(1983)研究认为斑节对虾的蛋白质需求量为 36%—44%。荣长宽等(1994)研究比较

了中国对虾对 16 种饲料的消化率, 发现卤虫与虾体的 10 种必需氨基酸含量最相近。饵料中所含的脂肪酸、碳水化合物以及维生素等营养物质也会影响斑节对虾的生长。张敏等(1996)研究了斑节对虾稚虾期对不饱和脂肪酸的营养需求, 结果表明 C16:n、C22-24、C20:1-5n、C18:n 对虾的成活率影响较大; Alava 等(1987)发现摄入碳水化合物的类型对虾对斑节对虾的生长与成活率有影响; 高淳仁(1994)研究表明, 饵料中添加 0.5%的 V<sub>C</sub>粉可满足斑节对虾稚虾获得最大生长率需求, 并可以提高稚虾的成活率。

此外, 对虾的成活率还与许多因素有关。滕世栋等(1999)发现水质因素、病害的发生情况、管理水平、饵料的品质以及投喂方式等都会给幼虾的生长与发育甚至存亡产生极大影响。本实验中, 投喂卤虫组的成活率最高, 投喂贝肉组的成活率最低。其中原因之一是活卤虫不仅对水质污染程度极轻, 而且能起到净化水质的作用, 从而提高成活率(张天时等, 2008); 而贝肉为易腐烂饵料, 未被摄食的贝肉很快被因增氧而带来的水体搅动而溶于水中, 致使换水也不能将残饵吸走, 导致水体浑浊、水质恶化。要在生产上提高对虾的成活率, 获得高产, 就必须多方面考虑

选择对虾生长的合理饲料。

### 3.2 斑节对虾抗病力与不同饵料营养的关系

WSSV 攻毒的最有效方法是投喂法和注射法 (Lightner, 1996; 何建国等, 1999), 但是人工注射方法对虾体的物理伤害作用较大, 幼虾不宜采用此方法, 因此本实验中采用投喂的方式进行攻毒感染斑节幼虾, 结果表明对虾全部感染 WSSV(图 1、图 3b)。

不同饵料组中斑节对虾对 WSSV 的成活率也表现出显著的差异(图 1), 这可能是由于不同的饵料营养影响了对虾的体质, 进而造成虾体对病害的免疫力不同。若要清楚其机理, 尚需进一步比较 5 种饵料的营养差别及测量幼虾各种免疫指标等。

董世瑞等(2006)通过实验得出中国对虾在不同饵料下人工感染 WSSV 后也存在着显著差异, 其中卤虫组的成活率最高, 贝肉组成成活率最低, 人工配合饲料组次之; 江世贵等(2000)从斑节对虾幼虾感染实验发现, 斑节对虾仔虾容易感染上 WSSV, 感染后 2—3 天内死亡, 本实验结果与之相吻合。

阳会军等(2001a)研究表明, 饲料上添加 -1,3-D 葡聚糖能显著提高斑节对虾增重、存活和抗白斑病毒感染的的能力; Song 等(1997)在虾苗培育期用 -1,3 葡聚糖浸泡而在养殖期在饲料中添加 -1,3 葡聚糖使斑节对虾对 WSSV 的抵抗力增强。汪小锋等(2005)研究表明, -葡聚糖和脂多糖主要是通过刺激中国对虾大颗粒细胞内糙面内质网的大量增生, 以大幅度提高酚氧化酶的产量, 从而提高对虾自身免疫力的。综上所述, 饵料的营养成分与斑节对虾的抗病力有密切关系。

### 3.3 综合防治措施

饵料营养成分的全面, 不仅可以保证对虾养殖有较高的成活率, 还可以增强对虾的抗病力, 生产中应选择合适的饲料。另外, 饲料中添加中草药能显著提高对虾的成活率, 还能提高虾类防病和抗病能力(周歧存等, 2006)。在对虾养殖中水体理化因子超过对虾的耐受范围或对虾长期处于其临界值附近, 会造成对虾急性或慢性中毒或损伤, 而使对虾体质下降, 易感染病毒或使处于隐性感染的病毒暴发流行(周化民等, 2001)。控制好水体的理化因子, 能在一定程度上能避免 WSSV 的暴发。孙成波等(2006)对凡纳滨对虾和斑节对虾对 WSSV 敏感性比较得出, 凡纳滨对虾对 WSSV 的抗性比斑节对虾高, 因此在生产上斑节对虾的养殖要求更高。

### 参 考 文 献

- 王克行, 吴琴瑟, 纪成林等, 1997. 虾蟹类增养殖学. 北京: 中国农业出版社, 6
- 庄雪峰, 1992. 我国对虾主要养殖种类的耐盐性. 水产养殖, 5: 28—29
- 江世贵, 何建国, 马之明等, 2000. 白斑综合症病毒对斑节对虾幼体和仔虾的致病性. 中山大学学报, 39: 172—176
- 孙成波, 何建国, 黎子兰等, 2006. 凡纳滨对虾和斑节对虾对 WSSV 敏感性的比较. 湛江海洋大学学报, 26(3): 17—20
- 阳会军, 谭北平, 方怀义, 2001a. 饲料中添加不同水平 -葡聚糖对斑节对虾生长、存活及其抗病力的影响. 饲料工业, 22(9): 18—19
- 阳会军, 谭北平, 方怀义, 2001b. 饲料中添加蛋氨酸铜和硫酸铜对斑节对虾生长和存活的影响. 饲料工业, 22(10): 15—16
- 李贵生, 何建国, 李桂峰等, 2000. 水体理化因子对斑节对虾生长影响的研究. 中山大学学报(自然科学版), 39(增刊): 107—114
- 杨其彬, 叶乐, 温为庚等, 2008. 盐度对斑节对虾蜕壳、存活、生长和饲料转化率的影响. 南方水产, 4(1): 16—21
- 何建国, 周化民, 姚泊等, 1999. 白斑综合症杆状病毒的感染途径和宿主种类. 中山大学学报(自然科学版), 38(2): 65—69
- 汪小锋, 樊廷俊, 从日山等, 2005. 几种免疫促进剂对中国对虾血细胞数量、形态结构以及酚氧化酶产量和性的影响. 水产学报, 29(1): 66—73
- 张敏, 王瑞平, 王渊源, 1996. 斑节对虾幼虾期对饲料不饱和脂肪酸的营养需求. 厦门水产学院学报, 18(2): 22—28
- 张天时, 孔杰, 刘萍等, 2008. 饵料和养殖密度对中国对虾幼虾生长及存活率的影响. 海洋水产研究, 29(3): 41—47
- 周化民, 何建国, 莫福等, 2001. 斑节对虾白斑综合症暴发流行与水体理化因子的关系. 厦门大学学报, 40(3): 775—781
- 周歧存, 罗从彦, 韩兆红, 2006. 复合中草药对凡纳滨对虾生长及抗病力的影响. 饲料研究, 9: 53—56
- 荣长宽, 梁素秀, 岳炳宜, 1994. 中国对虾对 16 种饲料的蛋白质和氨基酸的消化率. 水产学报, 18(2): 131—137
- 高淳仁, 1994. 维生素对斑节对虾幼虾存活蜕皮和生长的影响. 饲料研究, 1994(7): 4—5
- 高淳仁, 梁亚全, 刘庆慧等, 1997. 饲料中不饱和脂肪酸对斑节对虾幼虾存活、蜕皮和生长的影响. 中国水产科学, 4(1): 75—79
- 董世瑞, 高焕, 孔杰等, 2006. 不同饵料对中国对虾幼虾生长及感染 WSSV 存活率影响. 中国水产科学, 13(1): 52—58
- 雷质文, 黄捷, 寇运同等, 2002. 对虾白斑综合症(WSSV)的分子流行病学研究进展. 中国水产科学, 9(3): 260—264
- 滕世栋, 丁增明, 1999. 贻贝幼体在对虾育苗中的应用. 海洋科学, 3: 18—20
- Alava V R, Lim C, 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* juvenile in a controlled en-

- vironment. *Aquaculture*, 30: 53—61
- Alava V R, Pascual F P, 1987. Crbohydrate requirements of *Penaeus monodon* (*fabricius*) juveniles. *Aquaculture*, 61(3—4): 211—218
- Chang P S, Lo C F, Wang Y C *et al*, 1996. Identification of white spot syndrome associated baculovirus (WSBV) target organs in shrimp, *Penaeus monodon* by *in situ* hybridization. *Dis Aquat Org Inpress*, 131—139
- Hasson K W, Redman R M, Mari J *et al*, 1997. Lesion development in *Penaeid vannamei* juveniles infected with *Taura syndrome virus*: determination by *in situ* hybridization with TSV-specific genomic probes. *World Aquaculture'97 Book of Abstracts*. Seattle, WA, 204—205
- Lightner D V, 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, 1—15
- Shiau S Y, Kwok C C, Chou B S, 1991a. Optimal dietary protein level of *Penaeus monodon* reared in seawater and brackish water. *Nippon Suisan Gakkaish*, 57: 711—716
- Shiau S Y, Chou B S, 1991b. Effects of dietary protein and energy on growth performance of tiger shrimp *Penaeus monodon* reared in seawater. *Nippon Suisan Gakkaish*, 57: 2271—2276
- Song Y L, Liu J J, Chan L C *et al*, 1997. Glucan-induced disease resistance in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Dev Biol Stand*, 90: 413—421

## DIFFERENT DIETS ON GROWTH AND WSSV-RESISTANCE OF *PENAEUS MONODON*

HU Xian-De<sup>1</sup>, SUN Cheng-Bo<sup>1</sup>, DING Shu-Jun<sup>1</sup>, WANG Ping<sup>1,2</sup>, LI Yi-Jun<sup>1,2</sup>,  
XU Zheng-Sheng<sup>1</sup>, LI Ting<sup>1</sup>, XU An-Min<sup>1,2</sup>

(1. Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524088;  
2. Hainan Changjiang Nanjiang Marine Biotechnology Co., Ltd, Sanya, 572000)

**Abstract** Five different diets were tested to feed artificially-WSSV (white spot syndrome virus) infected *Penaeus monodon* in high density, and the body length and body weight before and after 20-day experiment were measured and the survival rate calculated. The result shows that the group fed with *Artemia salina* nauplii had the best, while that of shrimp flakes the worst, in growth performance among all the groups ( $P < 0.01$ ). The group of shellfish took the second place, and that with shellfish, the third. The fish-feeding group grew faster than the one with artificial feed. By infecting with WSSV on Day 12, an obvious ( $P < 0.05$ ) difference occurred among groups. In addition, the death rate of WSSV-infected group was must higher. The analysis results of semi-quantitive PCR show no WSSV infection before but after the experiment when all showed positive sign of infection.

**Key words** *Penaeus monodon*, Diets, Growth, WSSV, Effect