

文章编号:1004-7271(2002)01-0021-06

## 亚硝酸盐和氨对凡纳对虾和 日本对虾幼体的毒性作用

姚庆祯<sup>1</sup>, 臧维玲<sup>1</sup>, 戴习林<sup>1</sup>, 江敏<sup>1</sup>, 林荣飞<sup>1</sup>, 徐桂荣<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090;  
2. 上海市金山区申漕特种水产开发公司, 上海 201507)

**摘要** 研究了  $\text{NH}_3\text{-N}$  和  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对凡纳对虾与日本对虾幼体的毒性作用, 获得了  $\text{NH}_3\text{-N}$  与  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对两种虾幼体的 24h、48h、72h、96h 的  $\text{LC}_{50}$  值, 以及安全浓度 ( $C_s$ )。  $\text{NH}_3\text{-N}$  对两种虾幼体的  $C_s$  分别为 Z 0.078 和 0.047, M:0.077 和 0.066, P:0.048 和 0.138mg/L;  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对两种虾幼体的  $C_s$  分别为 Z 0.56 和 1.08, M:0.77 和 0.45, P:2.57 和 2.06mg/L。

**关键词** 凡纳对虾, 日本对虾,  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^- \text{-N}$ , 毒性作用, 半致死浓度, 安全浓度

中图分类号 S912 文献标识码: A

## Toxic effects of nitrite and ammonia on *Penaeus vannamei* larvae and *Penaeus japonicus* larvae

YAO Qing-zheng<sup>1</sup>, ZANG Wei-ling<sup>1</sup>, DAI Xi-lin<sup>1</sup>, JIANG Min<sup>1</sup>, LIN Rong-fei<sup>1</sup>, XU Gui-rong<sup>2</sup>

(1. Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;  
2. Shencao Special Fisheries Development Limited Company of Jinshan District, Shanghai 201507, China)

**Abstract** This paper deals with the toxic effects of  $\text{NH}_3\text{-N}$  and  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  on *Penaeus vannamei* larvae and *Penaeus japonicus* larvae. The 24h, 48h, 72h, 96h  $\text{LC}_{50}$  values of  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  and  $\text{NH}_3\text{-N}$  for the two kinds of larvae were obtained, and the  $C_s$  of  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  and  $\text{NH}_3\text{-N}$  for the two kinds of larvae were obtained. The  $C_s$  of  $\text{NH}_3\text{-N}$  for Z, M, and P of the two kinds larvae were 0.078 and 0.047, 0.077 and 0.060, 0.048 and 0.138 mg/L; the  $C_s$  of  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  for Z, M, and P of the two kinds larvae were 0.56 and 1.08, 0.77 and 0.45, 2.57 and 2.06 mg/L respectively.

**Key words** *Penaeus vannamei*; *Penaeus japonicus*; nitrite-nitrogen; ammonia-nitrogen; toxic effect; median lethal concentration; safe concentration

凡纳对虾 (*Penaeus vannamei*) 是当今世界上公认的最有养殖前途的优良品种之一。1988 年开始从美国引进, 在我国南方已开展大规模育苗, 在河口区育苗也正在兴起。日本对虾 (*Penaeus japonicus*) 又称之为斑节虾, 也是当今部分地区极受欢迎的品种。本文对育苗水体中的主要毒物  $\text{NH}_3\text{-N}$  和  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对两种虾幼体的急性毒性作用进行了研究, 所得结果可作为育苗水调控的重要依据, 并有助于进一步提高苗种培育技术。

## 1 材料与方方法

### 1.1 试验设备与材料

本试验于 2001 年 4-6 月在地处杭州湾畔的上海申漕特种水产开发公司育苗场内进行, 试验用虾为本厂从南方买进的无节幼体, 经培育成各期幼体。试验用水为当地河口水添加浓缩海水等配置而成, 试验容器为 1L 烧杯, 水温由水浴恒定, Z 与 M 温度为 29℃, pH = 8.32,  $d = 1.021$ ; 仔虾试验液温度为 26℃, pH = 8.36,  $d = 1.010$ , 试液分别用  $\text{NaNO}_2$  (A.R) 和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (A.R) 准确配制成母液, 再按通常毒性试验方法将母液稀释成所需急性试验浓度<sup>[1]</sup>。

### 1.2 试验管理

试验前一天与试验期间停食, 每日排污, 早晚全换水两次, 连续微充气, 定时观察幼体活力、体色、存活数与变态情况。

### 1.3 $\text{NO}_2^-$ -N 和 $\text{NH}_3$ -N 对凡纳对虾和日本对虾幼体的毒性作用测定

试验用凡纳对虾幼体经镜检分别为蚤状 ( $Z_1$ )、糠虾 ( $M_2$ ) 与仔虾 ( $P_6$ ), 日本对虾为蚤状 ( $Z_1$ )、糠虾 ( $M_2$ ) 与仔虾 ( $P_3$ ), 据有关资料及探索试验结果确定试液浓度<sup>[2]</sup>, 各次试验均按等对数间距设置浓度组, 同时没有平行组与对照组。每组放苗 10 尾, 根据 24h、48h、72h 和 96h 虾苗的存活情况, 以直线内插法求出两种毒物对虾幼体的半致死浓度 ( $\text{LC}_{50}$ )。分子氨-氮 ( $\text{NH}_3$ - $N_m$ ) 量由总氨-氮 ( $\text{NH}_3$ - $N_t$ ) 量通过下式 (见文献 3]) 求得:

$$C_{\text{NH}_3-N_m} = C_{\text{NH}_3-N_t} \times f_{\text{NH}_3-N_m}$$

$$f_{\text{NH}_3-N_m} = \frac{100}{1 + 10^{PK'a - (PH - PyH)}}$$

式中  $f_{\text{NH}_3-N_m}$  为  $\text{NH}_3$ - $N_m$  在  $\text{NH}_3$ - $N_t$  中所占百分比,  $K_a$  为  $\text{NH}_4^+$  的电离常数,  $\gamma_H$  为混合溶液中氢离子活度系数

安全浓度 ( $S_c$ ) 由下式 (见文献 4]) 求得:  $S_c = 0.1 \times 96h\text{LC}_{50}$

## 2 结果与讨论

### 2.1 $\text{NO}_2^-$ -N 对凡纳对虾幼体的急性毒性效应

$\text{NO}_2^-$ -N 对凡纳对虾  $Z_1$ 、 $M_1$ 、 $P_6$  的急性毒性作用结果分列于表 1、表 2。由此可知,  $\text{NO}_2^-$ -N 浓度越高和中毒时间越长, 其毒性越强, 幼体成活率显著降低。如  $Z_1$  在  $\text{NO}_2^-$ -N 浓度分别为 5mg/L 和 56.5mg/L 的 24h 的成活率分别为 100% 和 40%, 中毒 96h 后前者幼体剩有 30%, 后者在 48h 已全部中毒死亡。但除仔虾外, 幼体随着生长期的增长, 耐受  $\text{NO}_2^-$ -N 毒性的能力逐渐增强, 如当  $\text{NO}_2^-$ -N 为 28.3mg/L 时, 72h 后, Z 已全部死亡, 但当浓度升高至 38.3mg/L, M 尚存活 40%。这些结果与以往资料相一致<sup>[5]</sup>。本试验  $\text{NH}_3$ -N 和  $\text{NO}_2^-$ -N 对凡纳对虾的  $P_6$  的  $\text{LC}_{50}$  值小于  $M_1$  相应值, 应继续试

表 1  $\text{NO}_2^-$ -N 对凡纳对虾幼体的急性中毒存活率的影响

Fig.1 The toxicity effects of nitrite on the survival rate of *P. vannamei* larvae

幼体	$\text{NO}_2^-$ -N (mg/L)	存活率 (%)			
		24h	48h	72h	96h
$Z_1$	5.0	100	100	60	30
	7.1	100	100	60	30
	10.0	100	70	0	0
	14.1	100	60	0	0
	20.6	100	30	0	0
	28.3	80	10	0	0
	40.0	70	0	0	0
	56.5	40	0	0	0
$M_1$	10.0	100	100	100	30
	13.1	100	100	90	10
	17.1	100	90	60	0
	22.4	100	90	60	0
	29.3	90	80	60	0
	38.3	80	40	40	0
	50.0	40	30	0	0
	$P_6$	13.9	100	100	100
16.2		100	90	80	70
18.9		100	80	80	70
22.0		100	80	70	70
25.7		80	70	70	50
30.0		40	40	30	0
35.0		40	20	0	0

验再做结论。但  $\text{NO}_2^-$ -N 对  $\text{P}_6$  的  $\text{Sc}$  却远高于其他幼体。

表 2  $\text{NO}_2^-$ -N 对凡纳对虾幼体的  $\text{LC}_{50}$ (mg/L) 与安全浓度  $\text{Sc}$ (mg/L)

Fig.2 The  $\text{LC}_{50}$  and  $\text{Sc}$  values of nitrite to *P. vannamei* larvae

幼体	$\text{LC}_{50}$ (mg/L)				$\text{Sc}$ (mg/L)
	24h	48h	72h	96h	
$\text{Z}_1$	49.30	18.40	7.88	5.60	0.56
$\text{M}_1$	46.80	36.00	33.80	7.70	0.77
$\text{P}_6$	30.00	29.10	28.62	25.70	2.57

注  $\text{Z}_1$  与  $\text{M}_1$ : pH=8.32  $t^\circ\text{C}=29$   $d=1.021$ ;  $\text{P}_6$ : pH=8.36  $t^\circ\text{C}=26$   $d=1.01$   $L=1.18\text{cm}$   $w=7.75\text{mg}$

### 2.2 $\text{NH}_3$ -N 对凡纳对虾幼体的急性毒性效应

$\text{NH}_3$ -N 对凡纳对虾幼体的急性毒性结果见表 3、表 4。 $\text{NH}_3$ -N 对幼体的毒性作用,其规律与  $\text{NO}_2^-$ -N 对幼体的毒性作用类似。但  $\text{NH}_3$ -N 的毒性显然强于  $\text{NO}_2^-$ -N,如  $\text{NH}_3$ - $\text{N}_m$  对于  $\text{M}_1$  的 24h  $\text{LC}_{50}$  为 2.09mg/L,  $\text{NO}_2^-$ -N 的 24h 的  $\text{LC}_{50}$  高达 46.80mg/L,为前者 22 倍。 $\text{NH}_3$ -N 与  $\text{NO}_2^-$ -N 对罗氏沼虾幼体的毒性也具有类似情况<sup>[5]</sup>。

### 2.3 $\text{NO}_2^-$ -N 对日本对虾幼体的急性毒性效应

$\text{NO}_2^-$ -N 对日本对虾  $\text{Z}_1$ 、 $\text{M}_1$ 、 $\text{P}_3$  的急性毒性作用结果到于表 5、表 6,由表 5、表 6 可见中毒特点类似于凡纳对虾,但  $\text{M}_1$  耐受  $\text{NO}_2^-$ -N 毒性的能力低于前后发育期,此种类似的现象王克行<sup>[6]</sup>也曾报道:中国对虾  $\text{M}$  对  $\text{NH}_3$ -N 的耐受能力低于  $\text{N}$  与  $\text{P}$ 。 $\text{NH}_3$ - $\text{N}_m$  对中国对虾  $\text{N}$ 、 $\text{Z}$ 、 $\text{M}$ 、 $\text{P}$  的 96h $\text{LC}_{50}$  分别为 1.23、0.58、0.58、1.68mg/L,试验中发现低浓度组中有蜕壳变态情况,但蜕壳变态比生产池缓慢。

表 3  $\text{NH}_3$ -N 对凡纳对虾幼体的急性中毒存活率的影响

Fig.3 The toxicity effects of ammonia on the survival rate of *P. vannamei* larvae

幼体	$\text{NH}_3$ -N		存活率(%)			
	$\text{NH}_3$ - $\text{N}_t$	$\text{NH}_3$ - $\text{N}_m$	24h	48h	72h	96h
$\text{Z}_1$	5.0	0.45	100	100	90	80
	6.6	0.60	100	100	90	70
	8.6	0.78	100	90	80	50
	11.2	1.01	100	70	60	20
	14.6	1.32	100	10	0	0
	19.1	1.72	60	0	0	0
	25.0	2.26	0	0	0	0
$\text{M}_1$	5.0	0.52	100	100	90	70
	6.3	0.66	100	100	80	70
	7.9	0.83	100	90	70	40
	10.0	1.05	100	90	60	40
	12.6	1.32	100	70	40	0
	15.9	1.66	80	50	0	0
	20.0	2.09	50	0	0	0
$\text{P}_6$	7.2	0.64	100	60	60	30
	8.2	0.73	100	50	30	30
	9.4	0.84	100	50	20	20
	10.7	0.95	70	20	20	0
	12.3	1.09	30	0	0	0
	14.0	1.25	20	0	0	0
	16.0	1.42	10	0	0	0

表 4  $\text{NH}_3\text{-N}$  对凡纳对虾幼体的  $\text{LC}_{50}$ (mg/L)与安全浓度  
Fig.4 The  $\text{LC}_{50}$  and Sc values of ammonia to *P. vannamei* larvae

幼体	$\text{LC}_{50}$ (mg/L)								$\text{Sc}$ (mg/L)	
	24h		48h		72h		96h		$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$
	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$		
Z <sub>1</sub>	20.00	1.81	12.10	1.09	11.61	1.05	8.60	0.78	0.86	0.078
M <sub>1</sub>	20.00	2.09	15.90	1.66	11.05	1.15	7.40	0.77	0.74	0.077
P <sub>6</sub>	11.35	1.01	8.20	0.73	7.45	0.66	5.42	0.48	0.54	0.048

表 5  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对日本对虾幼体的急性中毒存活率的影响  
Fig.5 The toxicity effects of nitrite on the survival rate of *P. japonicus* larvae

幼体	$\text{NO}_2^- \text{-N}$ (mg/L)	存活率(%)			
		24h	48h	72h	96h
Z <sub>1</sub>	10.0	100	100	70	60
	13.1	100	100	70	30
	17.1	100	70	50	0
	22.4	100	70	30	0
	29.3	60	60	30	0
	38.3	60	0	0	0
	50.0	40	0	0	0
M <sub>1</sub>	4.5	100	100	100	50
	5.9	100	60	40	40
	7.7	100	50	30	20
	10.0	80	40	0	0
	13.1	80	10	0	0
	17.1	70	10	0	0
	22.4	40	10	0	0
P <sub>3</sub>	5.0	100	100	100	100
	7.1	100	100	100	100
	10.0	100	100	90	80
	14.1	100	100	90	70
	20.6	100	90	70	50
	28.3	80	60	40	20
	40.0	40	10	0	0

表 6  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对日本对虾幼体的  $\text{LC}_{50}$ (mg/L)与安全浓度  
Fig.6 The  $\text{LC}_{50}$  and Sc values of nitrite to *P. japonicus* larvae

发育期	$\text{LC}_{50}$ (mg/L)				$\text{Sc}$ (mg/L)
	24h	48h	72h	96h	
Z <sub>1</sub>	43.5	30.6	17.1	10.8	1.08
M <sub>1</sub>	20.5	7.7	6.4	4.5	0.45
P <sub>3</sub>	36.5	30.3	25.4	20.6	2.06

## 2.4 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对日本对虾幼体的急性毒性效应

$\text{NH}_3\text{-N}$  对日本对虾的急性毒性结果见表 7、表 8。由表 7、8 可知 随着  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度增大 ,日本对虾幼体耐  $\text{NH}_3\text{-N}$  毒性能力与存活率的变化与凡纳对虾类同。  $\text{NH}_3\text{-Nm}$  对各期幼体的  $\text{LC}_{50}$  值较  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  的相应值低得多 ,如  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对日本对虾 Z 期幼体的 Sc 值为  $\text{NH}_3\text{-Nm}$  的 23 倍 ,这说明  $\text{NH}_3\text{-Nm}$  对幼体的毒性强于  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  ,此特点与凡纳对虾相同。

## 2.5 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对幼体的中毒症状

在  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  与  $\text{NH}_3\text{-N}$  的急性毒性试验中发现 ,当幼体进入高浓度试液后 ,活动即显异常 ,大部分狂

游 部分仔虾头翘尾打旋 随着时间的延长 有的沉到杯底 少动 部分虾卧底 不动 只是附肢尚在颤动 , 死亡前体色由透明渐渐变成乳白色 体色不再透明 死后身体僵直或是弓形。

表 7  $\text{NH}_3\text{-N}$  对日本对虾的急性中毒存活率的影响

Fig.7 The toxicity effects of ammonia on the survival rate of *P. japonicus* larvae

幼体	$\text{NH}_3\text{-N}$		存活率( % )			
	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	24h	48h	72h	96h
$Z_1$	6.4	0.58	100	100	60	40
	8.0	0.72	100	100	50	30
	9.9	0.89	100	100	30	0
	12.4	1.12	100	90	0	0
	15.5	1.40	100	80	0	0
	19.3	1.74	40	0	0	0
	24.1	2.18	0	0	0	0
$M_1$	8.0	0.72	100	50	50	30
	9.9	0.89	100	30	20	10
	12.4	1.12	100	30	20	10
	15.5	1.40	90	30	0	0
	19.3	1.74	80	20	0	0
	24.1	2.18	80	0	0	0
	30.0	2.71	50	0	0	0
$P_3$	8.6	0.78	100	100	90	70
	11.2	1.01	100	100	80	70
	14.6	1.32	90	70	70	60
	19.1	1.72	80	60	40	20
	25.0	2.26	70	30	20	0
	32.7	2.95	70	30	0	0
	42.8	3.86	30	0	0	0

表 8  $\text{NH}_3\text{-N}$  对日本对虾幼体的  $\text{LC}_{50}$ ( mg/L ) 与  $\text{Sc}$ ( mg/L )

Fig.8 The  $\text{LC}_{50}$  and  $\text{Sc}$  values of ammonia to *P. japonicus* larvae

幼体	$\text{LC}_{50}$ ( mg/L )								$\text{Sc}$ ( mg/L )	
	24h		48h		72h		96h		$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$
	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$	$\text{NH}_3\text{-Nt}$	$\text{NH}_3\text{-Nm}$		
$Z_1$	18.20	1.64	16.70	1.51	8.00	0.72	5.21	0.47	0.52	0.047
$M_1$	30.00	2.71	8.00	0.72	8.00	0.72	6.60	0.60	0.66	0.060
$P_3$	37.40	3.38	21.70	1.96	20.20	1.82	15.30	1.38	1.53	0.138

### 3 结语

$\text{NO}_2^- \text{-N}$  与  $\text{NH}_3\text{-Nm}$  对凡纳对虾幼体和日本对虾幼体均有明显致毒作用 ,  $\text{NH}_3\text{-Nm}$  毒性强于  $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 。

$\text{NO}_2^- \text{-N}$  对凡纳对虾、日本对虾  $Z_1$ 、 $M_1$ 、 $P_6$  的安全浓度分别为 0.56、0.77、2.57mg/L 与 1.08、0.45、2.06mg/L。

$\text{NH}_3\text{-Nm}$  对凡纳对虾、日本对虾  $Z_1$ 、 $M_1$ 、 $P_6$  的安全浓度分别为 0.078、0.077、0.048mg/L 与 0.047、0.060、0.138mg/L。

### 参考文献：

- [1] 刘建康. 中国淡水鱼类养殖学 [M]. 北京: 科学出版社, 1992, 733 - 734.
- [2] 王克行. 对虾养殖 [M]. 青岛: 中国水产养殖公司出版, 1983, 132 - 134.
- [3] Alabaster J S. Water Quality Criteria for Freshwater Fish [M]. Second published by Butterworths, Cambridge, 1982, 85 - 87.

- [4] Zang W L, Jiang M, Zhang J D, et al. Toxic effects of  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  and  $NH_3$  on Chinese prawn[J]. Chin. J. Oceanol Limol, 1993, 11(3): 254-259.
- [5] 臧维玲, 江敏, 张建达, 等. 亚硝酸盐和氨氮对罗氏沼虾幼体的毒性[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(1): 15-21.
- [6] 王浚. 养虾资料汇集[M]. 台湾: 牧文堂印刷有限公司, 1986, 543-548.

## 下期文章摘要

# 氨基葡萄糖硫酸盐的制备及其性质

周培根, 涂书霞, 尤瑜敏, 倪 晔, 戚晓玉

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

**摘要:** 以甲壳素浓盐酸的水解物氨基葡萄糖盐酸盐为原料, 通过阴离子交换层析法制备氨基葡萄糖硫酸盐, 并对其的部分性质进行研究。采用本方法制备的氨基葡萄糖硫酸盐产物的氨基葡萄糖硫酸含量为 71.60%, 硫酸根含量为 18.25%, 氯离子含量为 0.038%。经纸层析鉴定, 以吡啶、乙酸乙酯、水和冰醋酸按体积比 5:5:3:1 组成的溶剂系统进行展层, 氨基葡萄糖硫酸盐的  $R_f$  值为 0.36。将氨基葡萄糖硫酸盐产物的晶体重新溶解于 20℃ 水中时, 它的比旋光度随着时间的延长而下降, 1.5h 后趋于稳定, 从 92.1° 降低至 56.7°。对它的红外光谱鉴定表明, 在波数为 3303.9、1415.6、1215.6、1181.2、1118.7、1093.7、1034.4/cm 处有特征吸收峰。通过对氨基葡萄糖硫酸盐产物的元素分析, 碳、氢、氮和硫的含量分别为 29.63%、6.34%、5.39% 和 6.56%。

# PTP 法及其在我国海洋渔业中的应用与问题分析

郑 奕, 周应祺

(上海水产大学, 上海 200090)

**摘要:** 由 FAO 重点推荐的 PTP 法及有关研究现状, 在国内首次将该方法应用于我国的海洋渔业实际, 对我国的“捕捞能力”进行量化分析, 并对该方法在应用中出现的问题进行了讨论和改进。提出了“补充峰值年”的新方法, 认为在对我国现阶段渔业进行 PTP 分析时, 以采用渔船的“功率”作为投入指标较为合适。同时还指出: PTP 法的适用背景是市场经济比较完善条件下的海洋捕捞业。