

# 亚硝酸盐和氨对罗氏沼虾幼体的毒性

臧维玲 江敏 张建达 戴习林

(上海水产大学渔业学院, 200090)

沈林华 王建良 王建忠 张士杰 王忠平

(浙江省平湖市水产试验场, 314204)

郭立

(天津农学院, 300000)

**提 要** 本文研究了  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  对罗氏沼虾幼体的毒性作用, 分别给出了  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  对罗氏沼虾  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的 24h、48h、72h、96h 的  $\text{LC}_{50}$  值, 提出  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  对  $Z_5$ 、 $Z_7$  和  $Z_9$  的安全浓度分别为 0.64, 1.38 和 1.68 mg/l,  $\text{NH}_3 - \text{N}$  ( $\text{NH}_3 - \text{N}_m$ ) 的安全浓度分别为 2.04 (0.287), 2.26 (0.318) 和 2.55 (0.358) mg/l。  $Z_5$  与  $Z_7$  分别经 12 天的  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的亚急性毒性作用, 均出现发育变态减缓, 随毒物浓度的递增, 幼体成活率与出苗率均递减, 当毒物浓度超过安全浓度时, 毒害作用明显增加。

**关键词** 罗氏沼虾, 亚硝酸-氮, 氨-氮, 毒性作用, 半致死浓度, 安全浓度, 幼体

罗氏沼虾 (*Macrobrachium rosenbergii*) 在我国大陆开展养殖已有近 20 年的历史, 但育苗技术至今尚不够成熟, 培育幼体的成活率与出苗率常较低且不稳定。为此本文对育苗水体中主要毒物亚硝酸盐与氨对罗氏沼虾幼体的毒性作用作了较为深入的研究, 并提出了降低两种毒物浓度的水质管理措施。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设备与材料

本试验于 1995 年 4—5 月在浙江省平湖市水产试验场先后测定了  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  对罗氏沼虾蚤状幼体急性和亚急性毒性作用。试验用水为经沉淀澄清的当地自然海水 (化学成分见表 1)。试验所用幼体为本场自育苗, 容器为 1000ml 烧杯, 以水浴控温 ( $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ), 试液分别以  $\text{NaNO}_2$  (A·R) 和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (A·R) 准确配制成母液, 再稀释成所需亚急性毒性试验浓度系列, 或按等对数间距配制成急性毒性试验浓度系列。

表1 平湖自然海水化学成分含量(mg/l)

Tab. 1 Chemical composition contents of natural seawater in ping Hu(mg/l)

比重	pH	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +k <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	水质类型
1.0078	8.30	472.2	176.4	3327.5	146.5	334.8	6169.9	Cl <sup>-</sup>

## 1.2 方法

### 1.2.1 试验管理

为确保试液浓度的稳定,各组试液初配后以比色法反复测定调整[臧维玲,1991],试验期间每日排污、换水两次,NO<sub>2</sub>-N与NH<sub>3</sub>-N试液日换水量分别为100%与175%。试验期间连续曝气,定时观察幼体活力、存活与变态状况。

### 1.2.2 测定NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N和NH<sub>3</sub>-N对罗氏沼虾幼体的毒性作用

(1)NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N和NH<sub>3</sub>-N对Z<sub>5</sub>、Z<sub>7</sub>、Z<sub>9</sub>幼体的急性毒性作用。分别取经5天、8天与10天培育的幼体作为试验对象,经镜检分别为Z<sub>5</sub>、Z<sub>7</sub>、Z<sub>9</sub>,据有关资料及探索试验结果确定试液浓度[汪心源,1982;Amstrong等,1976]。各次试验均设7个浓度组,每组放18尾幼体,观察24、48、72与96小时幼体的存活情况,将试验结果按直线内插法求出两种毒物对幼体的半致死浓度(LC<sub>50</sub>)。分子氨-氮(NH<sub>3</sub>-N<sub>m</sub>)量由总氨-氮(NH<sub>3</sub>-N<sub>t</sub>)量通过下式计算求得:

$$C_{\text{NH}_3-\text{N}_m} = C_{\text{NH}_3-\text{N}_t} \times f_{\text{NH}_3-\text{N}_m} \quad f_{\text{NH}_3-\text{N}_m} = \frac{100}{1 + \text{anti log}(\text{p}k_a - \text{pH})} \quad [\text{Alabaster}, 1982]$$

(f<sub>NH<sub>3</sub>-N<sub>m</sub></sub>为NH<sub>3</sub>-N<sub>m</sub>在NH<sub>3</sub>-N<sub>t</sub>中所占百分比,K<sub>a</sub>为NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的电离常数.pka = -logk<sub>a</sub>)。

安全浓度(Sc)由下式求得:

$$\text{Sc} = 0.1 \times 96\text{h LC}_{50} \quad [\text{Zang Weiling 等}, 1993]$$

(2)NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N与NH<sub>3</sub>-N对罗氏沼虾幼体的亚急性毒性作用。由镜检选取Z<sub>5</sub>与Z<sub>7</sub>幼体分别测定NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N与NH<sub>3</sub>-N的亚急性毒性作用,各设6个浓度组和1个对照组。首先将受试幼体置于低浓度组,然后逐步过渡到设计所要求的各高浓度组。试验期间每日投喂卤虫3次,为保持良好的试验环境,每隔5天将各组换另一洁净的消毒烧杯。两组试验均持续饲养12天。

## 2 结果与讨论

### 2.1 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N对罗氏沼虾蚤状幼体的急性毒性效应

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N对Z<sub>5</sub>、Z<sub>7</sub>与Z<sub>9</sub>的急性毒性作用结果分列于表2、表3。由表2、表3可见,对于同一生长期的幼体,NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N浓度越大,产生的毒性作用越强,其成活率越低;对于同一浓度组的幼体,随着试验时间的延长,其存活率逐渐降低;随着生长期的增长,幼体耐受NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N毒性的能力逐渐增强。而且Z<sub>5</sub>的72h与96h之LC<sub>50</sub>值与Z<sub>7</sub>与Z<sub>9</sub>的相应值差异甚大,可见Z<sub>5</sub>与Z<sub>9</sub>之前幼体对NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N的毒性甚为敏感,因此育苗生产中,对Z<sub>5</sub>及其之前的幼体用水中NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N含量的监测与控制尤为重要。

试验中还发现,当C<sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sub>由6.4mg/l增到27.7mg/l,幼体的耐毒能力与毒性反应变化较大,在高浓度组(21.7mg/l ≤ C<sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sub> ≤ 27.7mg/l),幼体(Z<sub>5</sub>)放入试液后1h左右体色即变暗,运动迟缓,在C<sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sub>为21.7mg/l试液中,第11h即有幼体死亡。在低浓度组(6.4mg/l ≤ C<sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sub> ≤ 13.3mg/l),幼体进入试液8h尚未出现明显变化,当C<sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sub>为6.4mg/l时,直到62h

才发生幼体死亡现象。同样,在  $Z_7$  与  $Z_9$  幼体的中毒试验中,也观察到程度不等的类似现象。

表2  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  对罗氏沼虾  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的急性中毒成活率的影响

Tab. 2 The acute toxic effects of  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  on the survival of  $Z_5$ 、 $Z_7$  and  $Z_9$  of *Macrobrachium rosenbergii*

生长期	毒物浓度 (mg/l)	成活率 (%)			
		24h	48h	72h	96h
$Z_5$	5.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	6.4	100.0	100.0	100.0	55.6
	8.2	100.0	94.4	50.0	11.1
	10.4	88.9	83.3	38.5	0
	13.3	88.9	61.1	11.1	0
	17.0	77.8	38.9	0	
	21.7	55.6	38.5	5.6	0
	27.7	44.4	11.1	0	
$Z_7$	6.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	8.0	100.0	100.0	100.0	94.4
	10.0	100.0	94.4	77.8	72.2
	14.5	88.9	83.3	61.1	44.4
	13.4	61.1	38.9	33.3	38.5
	26.0	50.0	33.3	0	
	34.9	38.9	0		
$Z_9$	9.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	11.3	100.0	83.3	83.3	58.3
	14.3	100.0	50.0	50.0	33.3
	18.0	91.7	66.7	66.7	33.3
	22.7	91.7	25.0	25.0	0
	28.6	41.7	0		
	36.0	83.3	0		
	45.4	66.7	25.0	0	

表3  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  对  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的  $\text{LC}_{50}$  (mg/l) 与安全浓度 (Sc, mg/l)

Tab. 3  $\text{LC}_{50}$  (mg/l) and safe concentration (Sc, mg/l) of  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  for  $Z_5$ 、 $Z_7$  and  $Z_9$

幼体期别	$\text{LC}_{50}$ (mg/l)				Sc (mg/l)
	24h	48h	72h	96h	
$Z_5$	24.6	15.0	8.2	6.4	0.64
$Z_7$	26.0	17.8	16.4	13.8	1.38
$Z_9$	32.1	28.6	20.3	16.8	1.68

生产中曾发现(臧维玲,1991),当育苗池水  $\text{C}_{\text{NO}_2^- - \text{N}}$  为 1.84mg/l 时(超过本试验  $Z_9$  的安全浓度 1.68mg/l),幼体( $Z_5$  与  $Z_9$ )大批死亡,因此本试验所得  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  对幼体的安全值可作为育苗生产中  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  含量的警戒值。

(1)臧维玲,1991.罗氏沼虾育苗用水。

## 2.2 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对罗氏沼虾溞状幼体的急性毒性效应

$\text{NH}_3\text{-N}_i$  ( $\text{NH}_3\text{-N}_m$ ) 对  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的急性毒性结果见表4、表5。由表4、表5可知,  $\text{NH}_3\text{-N}_i$  ( $\text{NH}_3\text{-N}_m$ ) 对幼体的毒性作用有着与  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  相类似的规律, 即对于同一生长期的幼体,  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度越大, 毒性作用越强, 幼体存活率越低; 对于同一试验组的幼体, 随着试验时间的延长, 存活率逐渐降低。但在总氨-氮 ( $\text{NH}_3\text{-N}_i$ ) 中具有毒性的分子氨-氮 ( $\text{NH}_3\text{-N}_m$ ) 对各期幼体的  $\text{LC}_{50}$  值较  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  的相应值低得多, 这说明  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  对幼体的毒性要强于  $\text{NO}_2^- \text{-N}$ , 同时也表明由于  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  的毒性较强, 显然随幼体发育期的增长, 对  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  的耐受力也逐渐增强, 但  $\text{LC}_{50}$  值的增加程度却远小于  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  试验的结果, 因此三期幼体的  $\text{LC}_{50}$  值差别较  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  的小得多。周光正[1991]也曾提出  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  对斑节对虾的毒性要强于  $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 。

表4  $\text{NH}_3\text{-N}$  对罗氏沼虾  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的急性毒性影响

Tab. 4 The acute toxic effects of  $\text{NH}_3\text{-N}$  on the survival of  $Z_5$ ,  $Z_7$  and  $Z_9$  of *Macrobrachium rosenbergii*

生长期	毒物浓度 ( $\times 10^{-6}$ )		成活率 (%)			
	$\text{NH}_3\text{-N}_i$	$\text{NH}_3\text{-N}_m$	24h	48h	72h	96h
$Z_5$	15.0	2.11	100.0	100.0	94.4	77.8
	18.3	2.57	100.0	88.9	83.3	55.6
	22.4	3.15	100.0	83.3	61.1	44.4
	27.4	3.85	83.3	50.0	33.3	5.6
	33.5	4.71	77.8	38.9	22.2	0
	40.9	5.75	66.7	27.8	11.1	0
	50.0	7.03	50.0	11.1	0	
$Z_7$	17.0	2.39	100.0	100.0	91.7	75.0
	20.7	2.91	91.7	91.7	75.0	58.3
	25.1	3.53	100.0	66.7	58.3	33.3
	30.6	4.30	75.0	58.3	50.0	16.7
	37.2	5.23	75.0	58.3	33.3	0
	45.2	6.35	66.7	25.0	8.3	0
	55.0	7.73	16.7	0		
$Z_9$	18.0	2.53	100.0	100.0	100.0	100.0
	22.3	3.13	100.0	100.0	100.0	75.0
	27.6	3.88	100.0	91.7	75.0	33.3
	34.2	4.81	100.0	66.7	16.7	0
	42.4	5.96	83.3	33.3	8.3	0
	52.5	7.38	75.0	25.0	0	
	65.0	9.14	50.0	0		

表5  $\text{NH}_3\text{-N}$  对  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的  $\text{LC}_{50}$  (mg/l) 与安全浓度 (Sc, mg/l)

Tab. 5  $\text{LC}_{50}$  (mg/l) and safe concentration (Sc, mg/l) of  $\text{NH}_3\text{-N}$  for  $Z_5$ ,  $Z_7$  and  $Z_9$

幼体 期别	$\text{LC}_{50}$ (mg/l)								$\text{Sc}$ (mg/l)	
	24h		48h		72h		96h		$\text{NH}_3\text{-N}_i$ $\text{NH}_3\text{-N}_m$	
	$\text{NH}_3\text{-N}_i$	$\text{NH}_3\text{-N}_m$	$\text{NH}_3\text{-N}_i$	$\text{NH}_3\text{-N}_m$	$\text{NH}_3\text{-N}_i$	$\text{NH}_3\text{-N}_m$	$\text{NH}_3\text{-N}_i$	$\text{NH}_3\text{-N}_m$		
$Z_5$	48.8	6.86	27.4	3.85	24.3	3.41	20.4	2.87	2.04	0.287
$Z_7$	49.2	6.91	30.8	4.33	28.1	3.95	22.6	3.18	2.26	0.318
$Z_9$	65.0	9.13	39.4	5.54	30.3	4.26	25.5	3.58	2.55	0.358

注: pH=8.30, t°C=30±0.2°C

还应指出,由于通常或认为  $\text{NH}_3\text{-N}$  中的  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  无毒,或认为其毒性仅为  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  的  $1/50$  [Alabaster, 1982], 因此在论及  $\text{NH}_3\text{-N}$  的毒性时应以  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  为主, 而  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  含量所占比例主要由 pH 所控制, 其次是温度与盐度, 因此对罗氏沼虾这类温度较高且恒定的育苗用水来说, 为降低  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  的含量, 适当降低 pH 可获得较好的效果, 特别是对使用 pH 较高的河口水育苗更应注意这一问题。

有资料指出 [Zang Weiling 等, 1993],  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  对中国对虾幼虾 ( $l=2.61\text{cm}$ ) 的 24h, 48h 与 96h  $\text{LC}_{50}$  值分别为 2.80, 1.67 与 0.97mg/l, Sc 值为  $9.7 \times 10^{-2}\text{mg/l}$  (水温为  $23.9^\circ\text{C}$ ) 本试验液温度为  $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ , 受试虾仅为  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$ , 然而三者各自的  $\text{LC}_{50}$  却均高于中国对虾上述相应值,  $Z_7$  的 Sc 值也较其高 2 倍。周永欣等 [1986] 曾报道,  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  对草鱼种 ( $l=70.7 \pm 5.3\text{mm}$ ) 的 Sc 值仅为 0.168mg/l。可见, 与中国对虾、草鱼相比, 罗氏沼虾对  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  的耐毒能力较强。

该场在 1995 年 3—6 月的  $Z_7$  育苗水中  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  含量多次达到 0.32mg/l, 但从未出现幼体死亡现象。可见, 本试验所得的  $\text{NH}_3\text{-N}_m$  对  $Z_7$  的 Sc 值 (0.318mg/l) 是符合生产实际情况的。

### 2.3 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 对罗氏沼虾蚤状幼体的亚急性毒性效应

从表 6  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对  $Z_7$  的 12 天亚急性中毒结果并联系  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对  $Z_7$  的 Sc 值 (1.38mg/l) 可发现, 当  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  浓度低于安全浓度时, 幼体成活率均超过 60%, 当  $C_{\text{NO}_2^- \text{-N}} \geq 1.50\text{mg/l}$  时, 成活率低于 40%, 特别是当  $C_{\text{NO}_2^- \text{-N}} = 1.80\text{mg/l}$  时, 成活率仅 11.1%, 此与前述当  $C_{\text{NO}_2^- \text{-N}} = 1.84\text{mg/l}$  时曾发生大量幼体死亡的现象吻合, 且有的资料也认为  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对幼体的亚致死浓度为 1.80mg/l (渔业机械仪器杂志社, 1989)。

表 6  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  对  $Z_7$  的亚急性毒性作用结果

Tab. 6 The sub-acute toxic effects of  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  on  $Z_7$

组别	$C_{\text{NO}_2^- \text{-N}}$ (mg/l)	成活率 (%)	出苗率 (%)	发育状况 (%)					
				$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Z_{10}$	$Z_{11}$	P
对照	0.01	94.4	50.0	0	0	0	5.9	41.2	52.9
1	0.30	88.9	33.3	0	0	0	12.5	50.0	37.5
2	0.60	77.8	22.2	0	0	7.1	42.9	21.4	28.6
3	0.90	61.1	16.7	0	0	36.4	36.3	0	27.3
4	1.20	61.1	5.6	0	0	36.3	27.3	27.3	9.1
5	1.50	38.9	0	0	85.7	14.3	0	0	0
6	1.80	11.1	0	50.0	50.0	0	0	0	0

注: 出苗率 (%) =  $\frac{\text{仔虾数}(P)}{\text{受试幼体数}} \times 100$ , 发育状况中各值为试验终止时 (12 天) 各期幼体占存活幼体的百分比。

表 6 表明, 随试液浓度的增加, 幼体发育变态速度减缓, 成活率递减。对照组中发育期达到  $Z_{11}$  与仔虾共占存活幼体的 94.1%, 其中仔虾达到 52.9%, 出苗率达 50.0%。在试验组中, 仅第 1 组幼体多数 (87.5%) 处于  $Z_{11}$  与 P 发育期, 第 4 组试液  $C_{\text{NO}_2^- \text{-N}} = 1.20\text{mg/l}$ , 虽然低于 Sc 值 (1.38mg/l), 但  $Z_{11}$  与 P 发育期仅占 36.4%, 其中仔虾仅 9.1%。至于两高浓度组,  $C_{\text{NO}_2^- \text{-N}}$  为

1.50与1.80mg/l,12天仅分别增加2期和1期,特别是第6组,仅50%幼体由初始的 $Z_7$ 发育至 $Z_8$ ,几乎处于停滞发育状态。

#### 2.4 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对罗氏沼虾蚤状幼体的亚急性毒性效应

表7为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对 $Z_5$ 的亚急性毒性作用结果。结合 $\text{NH}_3\text{-N}_m$ 对 $Z_5$ 的 $Sc$ 值(0.287mg/l)及表7的结果可发现,当 $C_{\text{NH}_3\text{-N}_m}$ 低于 $Sc$ ,即 $0.11\text{mg/l} \leq C_{\text{NH}_3\text{-N}_m} \leq 0.28\text{mg/l}$ 时,幼体成活率达80%以上,超过 $Sc$ 值的第5、6组,成活率下降到50%—60%。从发育状况可发现与 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 亚急性毒性作用类似的情况,即随试液浓度的增加,幼体发育变态速度逐渐减缓。对照组中 $Z_{10}$ 出现率为33.3%,幼体多数(55.5%)处于 $Z_9$ 与 $Z_{10}$ 发育期。1与2组中,幼体主要为 $Z_8$ , $Z_{10}$ 出现率仅为22.1%与11.1%。当 $C_{\text{NH}_3\text{-N}_m}$ 增至0.45与0.53mg/l时,不仅无 $Z_{10}$ 幼体出现,且较初始试验幼体发育期仅增3或4期,多数幼体仍滞留于 $Z_7$ 与 $Z_8$ 。从上述情况可发现,在一定较低的范围, $\text{NH}_3\text{-N}_m$ 与 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 对幼体的亚急性毒性效应基本类同,均在不同程度上降低了成活率,减缓了发育变态的速度。因此,对于在育苗水体中不可避免、必然出现的毒物 $\text{NH}_3\text{-N}_m$ 与 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 应尽量设法降低其含量,应将其视作水质管理中的重点。

表7  $\text{NH}_3\text{-N}$  对 $Z_5$ 的亚急性毒性作用

Tab. 7 The sub-acute toxic effects of  $\text{NH}_3\text{-N}$  on  $Z_5$

组别	$\text{NH}_3\text{-N}_i$ (mg/l)	$\text{NH}_3\text{-N}_m$ (mg/l)	成活率 (%)	发育状况 (%)			
				$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Z_{10}$
对照	0.28	0.04	90	0	44.4	22.2	33.3
1	0.80	0.11	80	25.0	37.5	12.5	25.0
2	1.40	0.20	90	22.5	44.4	22.1	11.1
3	2.00	0.28	80	37.5	50.0	12.5	0
4	2.60	0.37	60	16.7	66.7	16.6	0
5	3.20	0.45	50	40.0	40.0	20.0	0
6	3.80	0.53	50	40.0	60.0	0	0

注: (1)发育状况中各值为试验终止时各期幼体所占存活幼体的百分比。(2)pH=8.30,  $t^\circ\text{C}=30.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

#### 2.5 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,约30分钟左右,部分幼体即激烈游动、打旋、弹跳、频频碰触杯壁,约经3—5小时后,幼体活力明显下降,仅能缓慢游动,或漂浮于水中,或间歇性冲撞杯壁,继而多数幼体转入中下层水体活动,最后静伏于杯底。随中毒加深,受试幼体开始昏迷,逐渐死去。在此过程中,受试幼体体色也发生明显变化,由健康的淡紫红色渐变成暗灰色、青紫色,继而呈灰白色。镜检中毒死亡幼体,发现甲壳或附肢上有明显的兰色色素沉淀,且死亡的虾多为蜕壳不顺所致,此与周光正[1991]的报道相一致。在急性中毒试验的低浓度组及亚急性中毒试验的高浓度组,经过不同时间的中毒作用,都会有部分幼体程度不等地出现上述现象。

### 3 降低育苗用水中 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 与 $\text{NH}_3\text{-N}_m$ 含量的措施

#### 3.1 育苗用水中 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 与 $\text{NH}_3\text{-N}_m$ 含量过高的原因

(1)投喂卤虫幼体未充分洗净,卵壳与死卵未分离净而随卤虫幼体投入池中。前者常有较

高含量的  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$ , 后两种情况在  $30^\circ\text{C}$  左右育苗水中易转化产生  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  与  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 。

(2) 幼体投放密度过高。

(3) 换水量不足。

(4) 吸污不够。

### 3.2 降低 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 与 $\text{NH}_3 - \text{N}_m$ 的水质管理措施

针对上述原因, 生产经验及有关资料[李增崇、高体佑, 1981; 潘家模、汪志强, 1994], 提出以下降低育苗用水中  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  含量的措施:

(1) 控制幼体投放密度  $10 \text{万 P/m}^3$  左右。

(2) 每日排污二次并力求彻底。

(3) 卤虫分离力求干净, 尽量避免虫壳与死卵带入池内, 卤虫幼体经充分洗净后再投喂。

(4) 幼体发育至  $Z_5$  后, 日换水量应达  $50\%$  左右。

(5) 严格控制投饵量, 尽量减少残饵。

(6) 育苗用水入池前应经沉淀, 对于  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、有机物、浮游生物等含量较丰富的育苗用水, 如河口水, 更应经暗沉淀后方可使用。

(7) 可在育苗池中接种适量藻类。

## 4 结语

(1)  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  对罗氏沼虾幼体均有致毒作用,  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  毒性强于  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 。  
 $\text{NO}_2^- - \text{N}$  对  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的安全浓度分别为  $0.64$ 、 $1.38$  和  $1.68 \text{mg/l}$ 。

$\text{NH}_3 - \text{N}_m$  对  $Z_5$ 、 $Z_7$  与  $Z_9$  的安全浓度分别为  $0.287$ 、 $318$  与  $0.358 \text{mg/l}$ 。

上述安全值可作为罗氏沼虾育苗用水中  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  含量的警戒点, 两者在水中的含量一旦超过安全值应立即采取措施, 如大量换水, 尽快将两者的含量降至安全值之内。

(2) 育苗用水中低含量的  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  (大于  $0.30 \text{mg/l}$ ) 与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  (大于  $0.11 \text{mg/l}$ ) ——尽管低于安全浓度, 都能程度不等地降低幼体成活率, 减缓幼体发育变态速度, 影响生产效益。

鉴于上述, 控制与降低育苗用水中  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  与  $\text{NH}_3 - \text{N}_m$  含量应视作水质管理的重点。

## 参 考 文 献

- [1] 汪心源, 1982. 海水中氨对对虾幼体的影响. 海水养殖, (1): 19-25.
- [2] 李增崇、高体佑, 1981. 罗氏沼虾, 75-79. 广西人民出版社(南宁).
- [3] 周永欣等, 1986. 氨对草鱼的急性和亚急性毒性. 水生生物学报, 10(1): 32-38.
- [4] 周光正, 1991. 氨和亚硝酸盐对对虾幼体的毒性. 海洋湖沼通报, (2): 95-98.
- [5] 潘家模、汪志强, 1994. 罗氏沼虾养殖新技术, 88-95. 上海科学技术出版社.
- [6] 臧维玲, 1991. 养鱼水质分析, 74-95. 农业出版社(京).
- [7] Alabaster, J. S., 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*, 85-87. Second published by Butterworths, Cambridge.
- [8] Amstrong, D. A. et al., 1976. Acute toxicity of nitrite to larvae of giant Malaysia, *Macrobrachium rosenbergii*, *Aquaculture*, (9): 39-46.
- [9] Zang Weiling et al., 1993. Toxic effects of  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{NH}_3$  on Chinese prawn. *Chin. J. Oceanol. Limol.*, 11(3): 254-259.

## THE TOXIC EFFECTS OF $\text{NO}_2^- - \text{N}$ AND $\text{NH}_3 - \text{N}$ ON *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* LARVA

Zang Wei-ling, Jiang Min, Zhang Jian-da and Dai Xi-lin

(Shanghai Fisheries University, 200090)

Shen Lin-hua, Wang Jian-liang, Wang Jian-zhong, Zhang Shi-jie and Wang Zhong-ping

(Ping Hu Fisheries Test Farm of Zhejiang Province, 314204)

Guo Li

(Tianjin, Agricultural College, 300000)

**ABSTRACT** This paper deals with the toxic effects of  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  and  $\text{NH}_3 - \text{N}$  on *Macrobrachium rosenbergii* larva. The 24h, 48h, 72h, and 96h  $\text{LC}_{50}$  values of  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  and  $\text{NH}_3 - \text{N}$  for  $Z_5$ ,  $Z_7$  and  $Z_9$  were obtained. The safe concentrations of  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  and  $\text{NH}_3 - \text{N}$  ( $\text{NH}_3 - \text{N}_m$ ) for  $Z_5$ ,  $Z_7$  and  $Z_9$  were 0.64, 1.38, 1.68mg/L and 2.04(0.287), 2.26(0.318), 2.55(0.358)mg/L respectively. The Larva of  $Z_7$  and  $Z_5$  poisoned subacutely for 12-day showed that the larval development, metamorphosis and survival rate decreased with the concentration. The toxic effects of the toxicant strengthen obviously when the toxicant concentration exceeded the safe concentration.

**KEYWORDS** *Macrobrachium rosenbergii*, nitrite-nitrogen, ammonia-nitrogen, toxic effect, median tolerated concentration, safe concentration, larva