

文章编号: 1001-411X(2002)03-0067-04

罗氏沼虾育苗水体氨氮、亚硝酸盐氮的变化规律及对幼体的影响

毕英佐¹, 李桂峰¹, 李海燕², 成应机¹, 林禄成¹

(1 华南农业大学动物科学学院, 广东 广州 510642; 2 广州大学生物与化学工程学院, 广东 广州 510405)

摘要: 用奈氏试剂法和重氮-偶氮比色法分别在罗氏沼虾工厂化育苗期间对幼体较为敏感的水中氨氮($\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$)、非离子氨氮($\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$)、亚硝酸盐氮(NO_2^--N)进行监测, 以期找出它们的变化规律及对幼体成活率的影响。结果表明: 水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 与 NO_2^--N 无明显的日变化规律, 但在整个育苗期间 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 与 NO_2^--N 含量的变化呈逐渐上升的趋势, 其变化与管理方式有关。在幼体发育期间, 水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的含量超过 0.11 mg/L, 6 d 时, 幼体变态时间延长、存活率低。建议罗氏沼虾育苗水中的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量控制在 0.11 mg/L 以下, 并通过适当调整水的 pH 值减少 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的含量。

关键词: 罗氏沼虾; 幼体; 氨氮; 亚硝酸盐氮; 水质

中图分类号: S945

文献标识码: A

我国自从 1977 年成功进行罗氏沼虾 (*Macrobrachum rosenbergii*) 工厂化育苗后, 育苗技术发展很快。但仍有诸多环节尚未得到很好的解决, 从而制约了罗氏沼虾种苗生产。一般认为, 水中亚硝酸盐氮 (NO_2^--N)、氨氮 ($\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$) 尤其是非离子氨氮 ($\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$) 的含量是制约罗氏沼虾工厂化育苗的主要因素之一, 国内外均有相关的研究报道^[1~3], 但对工厂化育苗过程中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 、 NO_2^--N 的变化规律和对罗氏沼虾幼体的影响并不多见。本试验通过对广东新兴县新兴虾苗场在育苗过程中水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 与 NO_2^--N 的连续监测, 分析了水质因子 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 与 NO_2^--N 对幼体成活率的影响, 为完善育苗生产技术, 提高单位水体的出苗量和提高经济效益提供了依据。

1 材料与方法

1.1 试验条件

试验在 2000 年 1 月 15 日至 3 月 5 日在新兴县新兴虾苗场进行, 基础用水来自台山沿海盐度为 59.76‰(质量分数)的浓缩海水与当地的深井淡水配制成盐度 12‰(质量分数)的半咸水。供试幼体来自该场 1、2、3、4、5 号育苗池, 规格 (300 cm×120 cm×100 cm)。育苗过程水温为 28~31℃, 气石密度 1 个/ m^2 , 育苗池水深 70 cm, 幼体密度 10~15 万尾/ m^3 , 早期饵料以卤虫无节幼体为主, 在白天投喂; 后期幼体除投卤

虫无节幼体外, 辅以鱼肉和蛋羹。育苗初期 1~6 d, 每天吸污 1 次; 以后每天定时吸污 2 次, 至育苗后期开始适量换水及倒池。根据生产情况适当施加药物, 以预防病害的发生。

1.2 基础用水的几项化学指标的测定

试验期间, 每日测定基础用水的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 、pH 值及水温 (t_w)。

1.3 育苗池水质日变化及育苗期间周期变化的监测

1.3.1 育苗期间育苗池水质的日变化及监测方法

分别选择 7:00、10:00、14:00、18:00 和 21:00 5 个时间, 连续 2 d 监测 1 号与 2 号育苗池的水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 、pH 值和 t_w 的变化。 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 分别以奈氏比色法^[4]、重氮-偶氮比色法^[4], pH 值用 pH B-4 型酸度计测定。

水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量由 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 含量 (ρ , 单位为 mg/L)通过下式计算得出:

$$\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}) = \rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}) \times \text{UIA}(\%);$$

$$\text{UIA}(\%) = 100 / 10^{(\text{pK}_a^S - T - \text{pH}) [7]}.$$

式中 T 为水的绝对温度, S 为盐度 (‰), pK_a^S 为 S , T 状态下的电离常数, $\text{UIA}(\%)$ 为分子氨。

1.3.2 育苗期间育苗池水质的变化及监测方法

育苗期间每日 18:00 取水样, 监测 2 号、3 号、4 号和 5 号 4 个育苗池育苗期间水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 、 NO_2^--N 、pH 值和 t_w 。方法同 1.3.1。

收稿日期: 2002-01-07

作者简介: 毕英佐(1945-), 男, 教授。

基金项目: 国家重点科技攻关计划专题资助项目(98-015-01-06)

1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 结果与分析

2.1 基础用水的水质

育苗基础用水的监测结果如下: $\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{t})\leqslant 0.28\text{ mg/L}$, $\rho(\text{NO}_2^--\text{N})\leqslant 0.014\text{ mg/L}$, pH 值为 8~8.3. $S=12\%$; 育苗用水符合罗氏沼虾育苗用水要求 $\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{t})<1\text{ mg/L}^{[2]}$ 、 $\rho(\text{NO}_2^--\text{N})<0.1\text{ mg/L}^{[3]}$ 的标准.

表 1 1 号池中氨氮与亚硝酸盐日变化

Tab. 1 The change status of $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ and NO_2^--N in the tank 1 in a day

项目 item	2 月 1 日					2 月 2 日 ¹⁾				
	7: 00	10: 00	14: 00	18: 00	21: 00	7: 00	10: 00	14: 00	18: 00	21: 00
$t_w/\text{ }^\circ\text{C}$	30.0	30.0	29.5	30.0	29.5	30.0	30.0	31.0	30.0	29.0
pH	8.12	7.92	8.02	8.05	7.99	8.03	7.83	7.79	8.16	7.88
$\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{t})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2.121	2.739	2.203	1.985	1.257	2.375	1.848	3.003	0.280	0.291
$\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{m})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.234	0.190	0.157	0.186	0.124	0.213	0.133	0.167	0.034	0.017
$\rho(\text{NO}_2^--\text{N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.042	0.043	0.046	0.046	0.048	0.057	0.057	0.062	0.026	0.031

1) 11:00 施用福尔马林 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 15:00 整池换水

表 2 2 号池中氨氮与亚硝酸盐日变化

Tab. 2 The change status of $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ and NO_2^--N in the tank 2 in a day

项目 item	2 月 1 日					2 月 2 日 ¹⁾				
	7: 00	10: 00	14: 00	18: 00	21: 00	7: 00	10: 00	14: 00	18: 00	21: 00
$t_w/\text{ }^\circ\text{C}$	30.0	30.0	30.0	30.0	29.5	30.0	30.0	31.0	30.0	29.5
pH	8.10	8.07	8.05	8.05	8.08	7.93	8.00	7.99	8.05	8.02
$\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{t})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	1.194	1.885	1.375	1.821	1.703	1.512	1.466	3.003	0.303	0.395
$\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{m})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.126	0.185	0.129	0.171	0.165	0.108	0.123	0.264	0.028	0.033
$\rho(\text{NO}_2^--\text{N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.050	0.049	0.051	0.052	0.055	0.055	0.055	0.060	0.023	0.025

1) 11:00 施用福尔马林 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 16:00 整池换水

2.2.2 育苗期间水中氨氮的变化 对 4 个育苗池育苗过程的水质进行全程监测, 结果表明: 各监测池水中的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 呈不断上升的态势. 由表 3 可见育苗期间所测 2、3、4 号育苗池水中对幼体影响最大的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的质量浓度均大于 0.11 mg/L , 并在累积 6 d 或以上时, 出现幼体变态期延长, 或变态期出现死亡. 4 个池成活率分别为 2 号池 48.3%, 3 号池 27.5%, 4 号池 30%, 5 号池 25.7%. 此外, 在开始投喂人工饲料鱼肉、蛋黄时, 水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量出现大幅增长.

2.2.3 育苗期间水中亚硝酸盐氮的变化 监测结果表明(表 3), 育苗池水中 NO_2^--N 含量呈波动式上升, 在所有受检的池水中, NO_2^--N 含量在幼体培育期间均低于安全质量浓度 $0.60\sim 1.68\text{ mg/L}^{[1,4]}$. 因而没有发生由 NO_2^--N 引起的急性或亚急性中毒症.

2.2 育苗池水中的氨氮与亚硝酸盐氮的变化

2.2.1 育苗池水质日变化 由表 1、表 2 可见, 各池中的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 含量日变化呈无规律状态, 但其 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 的总趋势是在逐日上升; 可对幼体产生严重影响的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量, 则与水质的 pH 值变化呈正相关. $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 NO_2^--N 日变化与管理方式(施药、换水)有明显的相关.

3 讨论

关于水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 、 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 对罗氏沼虾幼体影响研究的有关结果不尽相同, Amstrong 等^[5]的研究结果显示 10~14 d 的罗氏沼虾幼体在 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 质量浓度为 $1.4\sim 9.7\text{ mg/L}$ 水中 8 d 存活率为 100%; 臧维玲等^[1]认为 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ ($\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$)对罗氏沼虾幼体发育过程中的蚤状幼体(Z)第 5 期(Z₅)、第 7 期(Z₇)和第 9 期(Z₉)的安全质量浓度分为 2.04(0.287)、2.26(0.318)、2.55(0.358) mg/L; 孙振中等^[3]认为 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 对 Z₅、Z₉的安全质量浓度分别为 0.11、0.14 mg/L; 而李跃华等^[2]对 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 对罗氏沼虾幼体的影响研究表明: 48 h 的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ 半致死量为 $1.015\sim 2.112\text{ mg/L}$. 本研究发现: 罗氏沼虾育苗安全的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量应比前人推荐的安全质量浓度要低. 从监测的结果对照其

表 3 育苗期间氨氮与亚硝酸盐氮变化¹⁾

Tab. 3 The change status of $\text{NH}_3\text{--N}$ and $\text{NO}_2\text{--N}$ during nursery period

监测时间 time/ d	$t_w/^\circ\text{C}$				pH				$\rho(\text{NH}_3\text{--N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	
	2 号池	3 号池	4 号池	5 号池	2 号池	3 号池	4 号池	5 号池	2 号池	3 号池
1	29.5	29.5	23.0	28.5	8.24	8.05	8.16	8.11	1.007	1.021
2	29.0	29.0	29.0	28.5	8.18	8.00	8.12	8.00	0.912	0.748
3	29.0	29.0	29.0	29.0	8.24	7.88	8.20	8.02	1.089	0.280
4	29.0	29.0	27.5	29.5	8.22	7.82	8.16	7.96	0.38	0.280
5	29.0	29.0	29.0	29.0	8.15	7.98	8.11	8.00	0.441	0.830
6	29.0	28.5	28.8	29.3	8.16	7.82	8.09	7.92	0.697	1.239
7	29.0	29.0	29.2	28.2	8.11	7.93	8.06	7.88	0.994 ⁴⁾	1.135
8	29.3	29.2	29.4	29.0	8.10	7.72	8.08	7.96	1.394 ²⁾	1.380
9	29.6	30.7	29.8	28.8	8.11	7.90	8.07	7.94	1.534	1.762
10	29.9	29.0	29.4	28.8	8.07	8.00	7.95	7.91	1.595	1.425
11	30.1	30.2	29.8	29.0	8.02	7.99	7.91	7.99	1.146 ¹³⁾	2.680
12	29.7	30.5	30.6	28.5	7.84	7.95	7.81	7.94	0.280	1.644
13	30.2	30.5	30.1	29.0	7.80	7.96	7.79	8.05	0.280	3.339
14	30.2	29.7	30.2	28.9	7.79	7.94	7.82	7.95	0.707	2.903
15	29.8	30.0	29.7	29.1	7.72	7.94	7.75	7.88	1.100	3.030
16	30.3	30.0	30.3	27.8	7.72	7.96	7.80	7.90	1.297 ³⁾	3.303
17	30.9	29.7	29.9	29.5	7.78	7.98	7.81	7.88	2.006 ⁷⁾	3.103
18	30.3	27.2	30.6	29.2	7.85	7.89	7.85	7.86	2.732 ¹¹⁾	3.539
19	29.6	29.0	29.5	30.0	7.87	7.69	7.89	7.91	3.707 ⁸⁾	1.480
20	29.7	27.5	29.6	28.5	7.82	7.55	7.86	7.84	4.389	1.612
21	28.1		28.6	28.0	7.75		7.83	7.88	3.957 ⁸⁾	
22	27.0		27.3	28.7	7.88		7.88	7.90	3.214 ¹²⁾	
23	27.0		26.5	27.5	7.86		7.88	7.80	2.642 ¹²⁾	
24				28.0				7.81		
25				28.0				7.78		
26				28.0				7.78		
27				27.5				7.68		
28				29.0				7.79		
29				29.0				7.91		

监测时间 time/ d	$\rho(\text{NH}_3\text{--N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		$\rho(\text{NH}_3\text{--N}_\text{m})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		$\rho(\text{NO}_2\text{--N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		$\rho(\text{NO}_2\text{--N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$		$\rho(\text{NO}_2\text{--N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	
	4 号池	5 号池	2 号池	3 号池	4 号池	5 号池	2 号池	3 号池	4 号池	5 号池
1	1.275	0.280	0.141	0.092	0.091	0.027	0.016	0.024	0.019	0.019
2	1.325	0.280	0.107	0.058	0.135	0.021	0.017	0.024	0.022	0.019
3	0.594	0.280	0.147	0.016	0.073	0.023	0.022	0.047	0.028	0.019
4	0.416	0.280	0.049	0.014	0.045	0.021	0.033	0.026	0.018	0.022
5	0.991	0.280 ⁸⁾	0.048	0.062 ²⁾	0.099	0.022	0.024	0.021	0.020	0.022
6	1.025	0.639	0.078	0.061	0.096	0.042	0.028	0.025	0.027	0.025
7	1.555	1.175 ²⁾	0.099	0.075 ³⁾	0.141 ⁴⁾	0.065	0.032	0.027	0.034	0.024
8	1.585	1.482	0.137	0.057	0.152 ²⁾	0.105	0.041	0.032	0.038	0.025
9	1.187	1.982	0.160	0.123 ⁷⁾	0.115 ¹³⁾¹⁴⁾	0.132	0.048	0.035	0.036	0.022
10	0.280	2.353	0.155	0.110 ⁶⁾	0.020	0.146	0.051	0.034	0.026	0.027
11	0.401	3.054	0.101 ¹⁴⁾	0.222 ⁵⁾	0.027	0.231	0.044	0.033	0.029	0.028
12	0.345	3.471	0.016	0.127 ⁵⁾	0.020	0.226	0.029	0.035	0.031	0.030
13	1.132	3.012 ¹⁴⁾	0.015	0.264 ⁵⁾	0.059	0.262	0.031	0.035	0.033	0.031
14	2.098	0.280	0.037	0.207 ⁶⁾¹¹⁾	0.118	0.017	0.034	0.035	0.031	0.014
15	1.775	0.280	0.048	0.221 ¹¹⁾	0.082 ⁵⁾	0.017	0.042	0.037	0.034	0.015
16	2.672	0.648	0.058	0.252 ¹¹⁾	0.144	0.036	0.047	0.040	0.035	0.013
17	3.639	0.871	0.108	0.242 ⁷⁾¹¹⁾	0.195 ⁷⁾	0.053	0.045	0.050	0.038	0.022
18	3.471	2.089	0.165	0.186 ¹²⁾	0.215 ¹¹⁾	0.119	0.051	0.084	0.036	0.023
19	4.103	2.785 ⁸⁾	0.223 ³⁾	0.056 ¹²⁾	0.256 ⁸⁾¹¹⁾	0.189	0.047 ¹¹⁾	0.086	0.039 ³⁾	0.020
20	5.187	1.957	0.237	0.040 ¹²⁾	0.305 ⁷⁾¹¹⁾	0.101	0.052 ¹¹⁾	0.117	0.037	0.027
21	5.726	2.048 ¹¹⁾	0.161		0.291 ⁸⁾¹¹⁾	0.111	0.054 ¹¹⁾		0.037	0.036
22	4.164	4.903 ¹³⁾	0.162 ¹¹⁾		0.214 ¹²⁾	0.295	0.061		0.040	0.069 ¹¹⁾
23	3.518	1.648	0.128		0.172 ¹²⁾	0.077	0.065		0.043	0.057 ⁹⁾¹¹⁾
24		1.457 ¹⁰⁾				0.068				0.061 ¹¹⁾
25		2.166				0.094				0.079 ¹¹⁾
26		2.694				0.117				0.117 ¹¹⁾
27		4.348				0.155				0.220 ¹¹⁾
28		5.266				0.252				0.511 ¹¹⁾
29		6.248				0.394				0.850

1)2、3、4、5 号池投放幼体量分别为 60、40、50、70 万尾，幼体成活量分别为 29、11、15、18 万尾；2)开始喂鱼肉、蛋羹；3)施用土霉素 $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ；4)施用 呋喃西林， $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ；5)换水 10 cm；6)换水 15 cm；7)加水 10 cm；8)加水 15 cm；9)排水 50 cm，加水 40 cm；10)加水 20 cm；11)出现大量死虾；12)淡化；13)施用福尔马林 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ；14)换池。

幼体成活率看,在幼体培育期间,当水中 $\rho(\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}) > 0.11 \text{ mg/L}$ 时,并延续或累积达6 d以上可对幼体的发育变态构成障碍,并导致后期变态时大量死亡,死亡率随水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的含量与超标天数成正比。这与臧维玲等^[1]育苗用水中低含量的 $\text{NO}_2^- - \text{N} (> 0.30 \text{ mg/L})$ 与 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m} (> 0.11 \text{ mg/L})$ ——尽管低于安全浓度,都能不同程度地降低幼体成活率,减缓幼体发育变态速度,影响生产效益的推论相符,且与孙振中等^[3]制定的安全质量浓度较为接近。监测结果还表明:水中的 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量升高与投喂采用土法制做的蛋羹有关,数据显示在幼体进行食物转换时,其水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 含量明显高于前期投喂卤虫无节幼体时期。分析其原因与土法制做的人工饲料悬浮性与适口性差造成利用率低以及投喂的量掌握不当有关。因此,在开展工厂化育苗时,应重点监控水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的变化,为此需适当调整与 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 变动相关的 pH 值范围。建议在罗氏沼虾育苗期间水中 $\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$ 的质量浓度控制在 0.11 mg/L 以下。

参考文献:

- [1] 臧维玲,江敏,沈林华,等. 亚硝酸盐氮和氨对罗氏沼虾幼体的毒性[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(2): 15—21.
- [2] 李跃华,王庆真,王让绪. 氨氮对罗氏沼虾幼体的影响[J]. 水产养殖, 1994, (5): 18—20.
- [3] 孙振中,刘淑梅,戚隽渊,等. 非离子氨氮对罗氏沼虾幼体的毒性研究[J]. 水产科技情报, 1999, 26(4): 174—176.
- [4] 刘淑梅,孙振中,吴维宁,等. 亚硝酸氮对罗氏沼虾幼体的毒性试验[J]. 水产科技情报, 1999, 26(6): 281—283.
- [5] AMSTRONG D A, STEPHENSON M J, KNIGHT A W. Acute toxicity of nitrite to larvae of giant Malaysia, *Macrobrachium rosenbergii* [J]. Aquaculture, 1976, (9): 39—46.
- [6] 雷衍之. 淡水养殖水化学[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1993. 190—198.
- [7] 王克行. 虾蟹类养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 81—93.

Changing Pattern of Nitrite—Nitrogen and Ammonia—Nitrogen in Nursery Tank Water of the Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and Effect on the Larvae

BI Ying-zuo¹, LI GUI-feng¹, LI Hai-yan², CHENG Ying-ji¹, LIN Lu-cheng¹

(1 College of Animal Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 College of Biology and Chemical Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: The paper deals with the effect of ammonia—nitrogen ($\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$) and nitrite—nitrogen ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) in the nursery water on the larvae of *Macrobrachium rosenbergii*, in which the concentrations of $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ and $\text{NO}_2^- - \text{N}$ were tested. The result showed: when the concentration of ionized ammonia ($\text{NH}_3-\text{N}_\text{m}$) exceeded to 0.11 mg/L over 6 days, larval metamorphosis would be delayed causing heavy larval mortality. Daily change in the concentration of $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ and $\text{NO}_2^- - \text{N}$ was irregular, but the concentration of $\text{NH}_3-\text{N}_\text{t}$ and $\text{NO}_2^- - \text{N}$ tended to increase gradually during nursery period.

Key words: *Macrobrachium rosenbergii*; larvae; ammonia—nitrogen; nitrite—nitrogen; water quality;

【责任编辑 柴 焰】