

氨氮和硫化氢对日本对虾幼体生长和变态发育的影响

王仁杰, 姜令绪, 李 建

(莱阳农学院 水产学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 研究了氨氮和硫化氢对日本对虾(*Penaeus japonicus*)各期幼体存活率、变态率和日生长率的影响。结果表明, 氨氮和硫化氢对日本对虾各期幼体存活率、变态率和日生长率都具有显著性影响($P < 0.05$)。随着氨氮质量浓度的升高, 日本对虾各期幼体存活率(无节幼体除外)和未变态个体的日生长率(日生长率 A)均逐渐降低, 变态率和变态个体的日生长率(日生长率 B)则逐渐升高; 随着硫化氢质量浓度的升高, 日本对虾各期幼体存活率和日生长率 A 均呈现逐渐降低趋势, 变态率和日生长率 B 也逐渐减小。研究发现, 氨氮和硫化氢质量浓度与日生长率 A 呈现负相关性, 变态率与日生长率 B 呈现正相关性。

关键词: 氨氮; 硫化氢; 日本对虾(*Penaeus japonicus*); 日生长率; 变态率

中图分类号: Q55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2007)07-0051-04

氨氮和硫化氢是对虾育苗水体中普遍存在的有害物质。氨氮是对虾的排泄物, 也是对虾残饵、粪便以及动植物尸体等含氮有机物分解的终产物, 硫化氢则是由于含硫有机物在缺氧条件下, 由厌氧细菌分解形成。水体中的氨氮和硫化氢质量浓度会随着育苗时间的加长而逐渐升高, 当氨氮或硫化氢超过某一临界值时, 会导致对虾幼体或仔虾出现大量死亡现象。日本对虾(*Penaeus japonicus*)育苗期间, 幼体的发育要求较高的水温, 极易导致有机物分解产生氨氮和硫化氢等有害物质。目前, 有关氨氮和硫化氢对虾幼体毒性影响已有较多的研究^[1-4]。但是, 有关氨氮和硫化氢对对虾幼体变态发育影响的研究尚未见报道。因此, 研究氨氮和硫化氢对日本对虾各期幼体存活、生长和变态发育的影响, 对于探讨对虾幼体变态发育过程中蜕皮与外界环境因子之间的作用机制具有重要的意义, 同时也为日本对虾育苗过程中水质调控提供了科学的数据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本实验于 2006 年 4~6 月在乳山市对虾养殖场进行。实验所用日本对虾各期幼体为该厂育苗过程中培育的幼体。每次实验均选择活泼健康、规格一致的幼体进行。实验用海水为经沉淀、过滤和消毒的自然海水, 盐度为 32.5, pH 为 8.0, 水温通过水浴控制在 26 ± 0.5 。实验期间不充气, 氨氮实验中每 12 h 全

换水 1 次; 硫化氢实验中每 6 h 全换水 1 次。实验期间投喂单胞藻、轮虫和卤虫幼体等对虾幼体饵料, 并及时吸出死亡个体和粪便。

1.2 实验方法

1.2.1 实验梯度设置

氨氮实验中以氯化氨配制 1 g/L 的母液用来调整各氨氮质量浓度梯度, 各期幼体均设置 6 个梯度, 不同幼体时期质量浓度不同, 无节幼体氨氮质量浓度设置为 0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 mg/L, 蚤状幼体氨氮质量浓度设置为 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 mg/L, 糠虾幼体氨氮质量浓度设置为 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mg/L, 仔虾氨氮质量浓度设置为 0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 mg/L。

硫化氢实验中换水前以硫化钠配制 0.1 g/L 的母液用来调节各硫化氢质量浓度梯度, 各期幼体均设置 6 个梯度, 无节幼体和蚤状幼体硫化氢质量浓度设置为 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 mg/L, 糠虾幼体硫化氢质量浓度设置为 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100,

收稿日期: 2006-08-12; 修回日期: 2006-10-21

基金项目: 青岛市自然科学基金资助项目 (05-1-JC-87)

作者简介: 王仁杰 (1979-), 男, 山东莱阳人, 讲师, 硕士研究生, 从事甲壳动物养殖以及生理学研究; 姜令绪, 通讯作者, E-mail: jianglx_0121@hotmail.com

0.125 mg/L, 仔虾硫化氢质量浓度设置为 0, 0.03, 0.06, 0.09, 0.12, 0.15 mg/L。

实验在 500 mL 的玻璃烧杯中进行, 同一个实验的所有烧杯均放置于同一个水浴槽中进行控温, 无节幼体实验每个烧杯放置幼体 100 尾, 时间持续 48 h, 其它各期幼体的实验每个烧杯放置幼体 40 尾, 时间持续 96 h, 每个实验梯度均设置 3 个平行组, 换水时分别加入对应氨氮和硫化氢质量浓度的预热海水。

1.2.2 测定方法

实验中用存活率、变态率和日生长率来反应氨氮和硫化氢对日本对虾幼体生长和变态发育的影响。存活率用实验期间存活个体数与实验总数的比值表示

(%), 变态率以实验结束时变态个体数与存活个体总数的比值表示(%), 日生长率以实验期间个体体长的增加与实验天数的比值表示 (mm/d)。

1.2.3 统计分析

实验数据表示为 3 个平行组数据的平均值±标准差 ;所有数据分析均采用单因素方差分析(ANOVA)。

2 结果

2.1 氨氮对日本对虾各期幼体生长和变态发育的影响

氨氮对日本对虾各期幼体存活率、变态率和日生长率的影响详见表 1。在实验设置的氨氮质量浓度范

表 1 氨氮对日本对虾幼体生长和变态发育的影响

Tab.1 The Effects of Ammonia-N on the growth and ecdysis of *Penaeus japonicus* larvae

幼体期	氨氮质量浓度 (mg/L)	存活率 (%)	变态率 (%)	日生长率 A (mm/d)	日生长率 B (mm/d)
无节幼体	0	97.3±2.3 ^a	0 ^a	0.066±0.003 ^a	-
	0.3	95.7±3.2 ^a	16.7±1.3 ^b	0.061±0.005 ^{ab}	0.249±0.004 ^a
	0.6	96.0±2.3 ^a	16.7±1.5 ^b	0.060±0.004 ^{ab}	0.255±0.004 ^a
	0.9	96.3±3.1 ^a	41.7±3.2 ^c	0.059±0.003 ^b	0.255±0.006 ^a
	1.2	94.7±4.3 ^a	50.4±2.3 ^d	0.049±0.003 ^c	0.268±0.003 ^b
	1.5	95.3±3.3 ^a	58.3±1.2 ^e	0.050±0.002 ^c	0.276±0.005 ^b
蚤状幼体	0	98.7±0.3 ^a	50.0±2.1 ^a	0.146±0.005 ^a	0.241±0.004 ^a
	0.4	97.5±0.4 ^a	66.7±3.7 ^b	0.135±0.003 ^b	0.253±0.006 ^b
	0.8	87.5±0.3 ^b	75.3±3.1 ^c	0.126±0.006 ^c	0.257±0.006 ^{bc}
	1.2	77.5±0.7 ^c	91.7±1.2 ^d	0.130±0.004 ^{bc}	0.267±0.007 ^c
	1.6	77.8±1.1 ^c	100 ^e	-	0.262±0.005 ^{bc}
	2.0	68.8±1.3 ^d	100 ^e	-	0.278±0.004 ^d
糠虾幼体	0	87.5±1.5 ^a	44.4±2.3 ^a	0.109±0.005 ^a	0.209±0.005 ^a
	0.5	83.7±3.6 ^a	50.2±3.8 ^b	0.109±0.004 ^a	0.214±0.006 ^{ab}
	1.0	78.7±2.8 ^b	63.6±4.5 ^c	0.107±0.006 ^a	0.214±0.007 ^{ab}
	1.5	72.5±4.1 ^{bc}	63.6±3.8 ^c	0.094±0.004 ^b	0.218±0.004 ^b
	2.0	70.4±4.4 ^c	83.3±4.1 ^d	0.087±0.005 ^b	0.218±0.005 ^b
	2.5	68.8±3.2 ^d	100 ^e	-	0.220±0.003 ^b
仔虾	0	85.2±2.3 ^a	75.4±3.2 ^a	0.086±0.004 ^a	0.197±0.003 ^a
	0.6	78.8±1.9 ^b	80.6±2.7 ^{ab}	0.087±0.005 ^a	0.205±0.003 ^b
	1.2	81.3±3.2 ^{ab}	85.8±2.9 ^{bc}	0.085±0.003 ^a	0.205±0.004 ^b
	1.8	73.7±4.4 ^c	90.2±2.5 ^c	0.075±0.004 ^b	0.207±0.003 ^b
	2.4	70.4±3.1 ^c	100 ^d	-	0.210±0.003 ^{bc}
	3.0	67.5±2.7 ^c	100 ^d	-	0.214±0.004 ^c

注：日生长率 A 表示未变态幼体的体长变化，日生长率 B 表示变态幼体的体长变化；数据右上角不同的小写字母表示数据间具有显著性差异 ($P < 0.05$)。

围内,氨氮对日本对虾无节幼体存活率无显著性影响 ($P > 0.05$),而对无节幼体变态率和日生长率影响显著 ($P < 0.05$),对蚤状幼体、糠虾幼体和仔虾的存活率、变态率和日生长率均具有显著性影响 ($P < 0.05$)。蚤状幼体、糠虾幼体和仔虾的存活率都随着氨氮质量浓度的升高逐渐降低,各期幼体的变态率则呈现逐渐升高的趋势,未变态个体的日生长率(日生长率 A)和变态个体的日生长率(日生长率 B)变化趋势相反,随着氨氮质量浓度的升高,日生长率 A 逐渐减小,日生长率 B 则逐渐增大。

2.2 硫化氢对日本对虾各期幼体生长和变态发育的影响

硫化氢对日本对虾各期幼体生长和变态发育的影响见表 2。由表 2 可以看出,硫化氢对日本对虾各期幼体存活率、变态率和日生长率都具有显著的影响 ($P < 0.05$)。在实验设置的硫化氢质量浓度范围内,随着硫化氢质量浓度的升高,无节幼体、蚤状幼体、糠虾幼体和仔虾的存活率逐渐降低,变态率也逐渐降低,未变态个体的日生长率(日生长率 A)和变态个体的日生长率(日生长率 B)变化趋势相同,两者都随着硫化氢质量浓度的升高呈现降低趋势。

表 2 硫化氢对日本对虾各期幼体生长和变态发育的影响

Tab.2 The Effects of sulfureted hydrogen on the growth and ecdysis of *Penaeus japonicus* larvae

幼体期	硫化氢质量浓度 (mg/L)	存活率 (%)	变态率 (%)	日生长率 A (mm/d)	日生长率 B (mm/d)
无节幼体	0	92.3±2.2 ^a	100 ^a	-	0.344±0.005 ^a
	0.02	89.7±3.3 ^a	95.3±1.3 ^b	0.063±0.005 ^a	0.319±0.004 ^b
	0.04	90.3±2.2 ^a	96.7±1.5 ^b	0.060±0.004 ^{ab}	0.276±0.004 ^c
	0.06	78.0±3.0 ^b	81.5±3.2 ^c	0.057±0.003 ^b	0.250±0.006 ^d
	0.08	76.3±4.1 ^b	70.4±2.3 ^d	0.054±0.003 ^c	0.210±0.003 ^e
	0.10	67.7±3.3 ^c	67.8±1.2 ^d	0.051±0.002 ^c	0.215±0.005 ^e
蚤状幼体	0	92.5±0.3 ^a	82.7±2.1 ^a	0.217±0.005 ^a	0.247±0.004 ^a
	0.02	92.5±0.4 ^a	73.5±3.7 ^b	0.215±0.003 ^a	0.241±0.007 ^a
	0.04	90.4±0.3 ^a	73.5±3.1 ^b	0.183±0.006 ^b	0.239±0.006 ^a
	0.06	85.7±0.7 ^b	66.7±1.2 ^c	0.175±0.004 ^b	0.230±0.008 ^b
	0.08	75.8±1.1 ^c	43.4±4.6 ^d	0.165±0.005 ^c	0.223±0.005 ^b
	0.10	70.3±1.3 ^d	0	0.136±0.005 ^d	-
糠虾幼体	0	100 ^a	70.4±2.3 ^a	0.116±0.005 ^a	0.206±0.005 ^a
	0.025	98.1±0.5 ^a	65.2±3.8 ^a	0.111±0.004 ^a	0.194±0.006 ^b
	0.050	88.3±2.5 ^b	53.4±4.5 ^b	0.105±0.006 ^a	0.188±0.007 ^b
	0.075	85.5±3.1 ^b	44.7±3.8 ^c	0.098±0.004 ^b	0.170±0.004 ^c
	0.100	86.7±2.4 ^b	37.5±4.1 ^d	0.077±0.005 ^c	0.161±0.005 ^{cd}
	0.125	81.7±3.2 ^c	33.4±3.2 ^d	0.071±0.005 ^c	0.155±0.003 ^d
仔虾	0	88.3±2.3 ^a	100 ^a	-	0.189±0.003 ^a
	0.03	81.7±1.9 ^b	100 ^a	-	0.180±0.003 ^b
	0.06	78.3±3.2 ^b	100 ^a	-	0.179±0.004 ^b
	0.09	71.7±4.4 ^b	93.3±2.5 ^b	0.096±0.004 ^a	0.174±0.003 ^{bc}
	0.12	66.7±3.1 ^c	85.7±2.5 ^c	0.084±0.004 ^b	0.170±0.003 ^c
	0.15	63.3±2.7 ^c	82.4±2.5 ^c	0.082±0.004 ^b	0.166±0.004 ^c

注:日生长率 A 表示未变态幼体的体长变化,日生长率 B 表示变态幼体的体长变化;数据右上角不同的小写字母表示数据间具有显著性差异 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 氨氮和硫化氢对日本对虾各期幼体存活和生长的影响

氨氮和硫化氢是对虾育苗水体中常见的有毒害作用的物质。随着育苗时间的加长,水体中的氨氮和硫化氢质量浓度会逐渐升高,从影响对虾幼体的生长和存活。据毕英佐等^[5]报道,随着育苗的进行,水体中的氨氮质量浓度逐渐升高,最高时可达 6.248 mg/L,并且当氨氮质量浓度超过 4.023 mg/L 时,罗氏沼虾出现大量死亡。Chen 等^[6]研究指出,氨氮对日本对虾的仔虾具有毒性作用,而且能够影响对虾的生长。本实验研究结果表明,随着氨氮和硫化氢质量浓度的升高,日本对虾各期幼体存活率和未变态个体的日生长率明显降低。这与上述作者的研究结果具有一致性,说明氨氮和硫化氢质量浓度升高会对幼体产生毒性效应,而且随着两种有害物质在幼体体内的积累,会明显影响其新陈代谢过程,使幼体生长缓慢,甚至导致幼体死亡。Racotta 等^[7]研究结果显示,随着氨氮质量浓度的升高南美白对虾氧合血红蛋白水平降低,耗氧率和能量消耗增加。

此外,本实验结果还显示,随着氨氮质量浓度的升高,日本对虾幼体的变态率和变态个体的日生长率都升高,而随着硫化氢质量浓度的升高,日本对虾幼体的变态率和变态个体的日生长率则都降低。由此表明,变态率和变态个体的日生长率存在正相关性。作者认为,氨氮和硫化氢对日本对虾幼体变态个体生长的影响有两个因素,一方面氨氮和硫化氢会影响其新陈代谢,与未变态个体表现出相同的影响,导致幼体生长缓慢,另一方面是因为蜕皮对体长的影响,虾蟹类的生长呈现出阶梯式生长模式,即蜕皮间期体长增加不明显,蜕皮后体长迅速增加。当后者的影响大于前者的影响时,就会导致即使在氨氮和硫化氢的胁迫下,变态率和日生长率也会表现出正相关性。

3.2 氨氮和硫化氢对日本对虾各期幼体变态发育的影响

对虾幼体的蜕皮行为既受到环境因子以及营养

等因素的影响,又受制约与内分泌系统的调控。本实验中氨氮和硫化氢导致日本对虾各期幼体变态率出现完全相反的变化趋势,随着氨氮质量浓度的升高,日本对虾幼体的变态率逐渐升高,而随着硫化氢质量浓度的升高,日本对虾幼体的变态率则逐渐降低。作者认为,这主要是由于氨氮和硫化氢对日本对虾幼体的内分泌调控的影响不同。对虾蜕皮主要受 x-器官分泌合成的蜕皮抑制激素和 y-器官分泌合成的蜕皮激素的相互作用的调控,x-器官分泌合成的蜕皮抑制激素对 y-器官的分泌合成行为具有调控作用^[8]。本实验中氨氮质量浓度对日本对虾幼体的变态具有促进作用,而硫化氢质量浓度对日本对虾幼体的变态具有抑制作用,说明两者对日本对虾幼体内分泌调控机制的影响是不同的,这有待于做进一步的研究。

参考文献:

- [1] 臧维玲,江敏,等. 亚硝酸盐和氨对罗氏沼虾幼体的毒性[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(1): 15-22.
- [2] 周光正. 氨和亚硝酸盐对对虾幼体的毒性[J]. 海洋湖沼通报, 2001, 10(4): 298-302.
- [3] 姚庆祯,臧维玲,戴习林,等. 亚硝酸盐和氨对凡纳对虾和日本对虾幼体的毒性作用[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(1): 21-26.
- [4] 孙国铭,汤建华,等. 氨氮和亚硝酸氮对南美白对虾的毒性研究[J]. 水产养殖, 2002, 1: 22-25.
- [5] 毕英佐,李桂峰,李海燕,等. 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[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(3): 67-78.
- [6] Chen J C, Kou Y Z. Effects of ammonia on growth and molting of *Penaeus japonicus* juveniles[J]. *Aquaculture*, 1992, 104: 245-260.
- [7] Racotta I S, Hernandez-Herrera R. Metabolic responses of the white shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 2000, 125: 437-443.
- [8] 赵红霞. 甲壳动物蜕皮调控研究及蜕皮素的使用[J]. 广东饲料, 2006, 15(1): 32-35.

(下转第 85 页)

The effects of ammonia-N and sulfureted hydrogen on the growth and ecdysis of *Penaeus japonicus* larvae

WANG Ren-jie, JIANG Ling-xu, LI Jian

(Laiyang Agriculture College, Aquaculture Academy, Qingdao 266109,China)

Received: Aug.,12,2006

Key words: ammonia-N;sulfureted hydrogen;*Penaeus japonicus*;daily growth;metamorphosis rate

Abstract: This paper studied the effects of ammonia-N and sulfureted hydrogen on the livability, metamorphosis rate and daily growth of *Penaeus japonicus* larvae. The results showed that ammonia-N and sulfureted hydrogen had notable effects on them ($P < 0.05$). As the raise of ammonia-N concentration, survival rate of larvae except for the nauplius and daily growth of not exuviated larvae decreased gradually, while the metamorphosis rate and daily growth of exuviated larvae increased gradually. As the raise of sulfureted hydrogen concentration, all the parameters measured decreased. Furthermore, we got a conclusion that the concentrations of ammonia-N and sulfureted hydrogen had a negative relativity with the daily growth of not exuviated larvae and a positive relativity with the daily growth of exuviated larvae.

(本文编辑 : 梁德海)