

不同盐度条件下氨氮对斑节对虾的毒性试验*

Toxicity of Ammonia-N to *Penaeus monodon* under the Different Salinities

胡贤德, 孙成波, 蔡鹤翔, 王平, 黄海立, 古文光

HU Xian-de, SUN Cheng-bo, CAI He-xiang, WANG Ping, HUANG Hai-li, GU Wen-guang

(广东海洋大学水产学院, 广东湛江 524088)

(Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong, 524088, China)

摘要: 在 5 个盐度梯度 (5, 10, 15, 20, 25) 条件下分别设置不同氨氮浓度进行氨氮对斑节对虾 (*P. monodon*) 的急性毒性试验, 计算斑节对虾的半致死浓度 (LC_{50}) 和安全浓度 (SC)。结果表明, 盐度为 25 条件下, 24h, 48h, 72h, 96h 的 LC_{50} 分别为 69.3mg/L, 58.0mg/L, 47.6mg/L 和 44.3mg/L; 盐度为 20 条件下, 分别为 56.2mg/L, 48.5mg/L, 37.6mg/L 和 32.6mg/L; 盐度为 15 的条件下, 分别为 39.6mg/L, 30.5mg/L, 26.2mg/L 和 21.6mg/L; 盐度为 10 条件下, 分别为 29.9mg/L, 27.8mg/L, 22.1mg/L 和 20.7mg/L; 盐度为 5 条件下, 分别为 19.5mg/L, 14.3mg/L, 13.9mg/L 和 12.5mg/L。而在盐度为 25, 20, 15, 10 和 5 的条件下, 氨氮的安全浓度分别为 4.4mg/L, 3.2mg/L, 2.2mg/L, 2.1mg/L 和 1.3mg/L。这说明盐度对氨氮的毒性有较大的影响, 盐度越低, 氨氮的安全浓度越小。

关键词: 斑节对虾 半致死浓度 安全浓度 盐度 氨氮

中图分类号: S968.22 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2009)02-0206-04

Abstract A conventional toxicity experiment was conducted to study the effect of ammonia nitrogen on the toxicity and disease resistance of *P. monodon* under different salinities of 25.0, 20.0, 15.0, 10.0 and 5.0 respectively. The results showed that the salinity had a significant influence on the toxicity of ammonia nitrogen to *P. monodon*. Under the salinity of 25.0, LC_{50} of 24h, 48h, 72h and 96h were 69.3mg/L; 58.0mg/L; 47.6mg/L and 44.3mg/L respectively; Under the salinity of 20, LC_{50} of 24h, 48h, 72h and 96h were 56.2mg/L, 48.5mg/L; 37.6mg/L and 32.6mg/L respectively; under the salinity of 15, LC_{50} of 24h, 48h, 72h and 96h were 39.6mg/L; 30.5mg/L; 26.2mg/L and 21.6mg/L respectively; 22.1mg/L and 20.7mg/L; under the salinity of 10, LC_{50} of 24h, 48h, 72h and 96h were 29.9mg/L; 27.8mg/L; 22.1mg/L and 20.7mg/L respectively; under the salinity of 5, LC_{50} of 24h, 48h, 72h and 96h were 19.5mg/L; 14.3mg/L; 13.9mg/L and 12.5mg/L respectively; while under the salinity of 25.0, 20.0, 15.0, 10.0 and 5, SC of 24h, 48h, 72h and 96h were 4.4mg/L; 3.2mg/L; 2.2mg/L; 2.1mg/L and 1.3mg/L respectively, therefore, under different salinity, SC of *P. monodon* to ammonia nitrogen sequenced was 25 > 20 > 15 > 10 > 5, and the higher of ammonia nitrogen, the weaker of disease resistance of *P. monodon*, and the lower of salinity, the heavier of toxicity of ammonia nitrogen.

Key words *P. monodon*, acute toxicity test LC_{50} , SC , salinity, ammonia

收稿日期: 2008-11-17

作者简介: 胡贤德 (1950-), 男, 高级工程师, 主要从事水产养殖研究工作。

* 广东省科技计划项目 (2006A20305003), 广东省重大科技兴海 (兴渔) 项目 (B200608A203) 资助。

斑节对虾 (*P. monodon*) 属广盐性虾类, 能在低盐度甚至淡水池塘中生长^[1,2]。潘立新等人^[3-5]曾报道: 使用淡水资源切断了海区细菌、病毒等病原的污染, 在高盐度条件下才能大量繁殖的强毒弧菌受到抑制, 从而降低了养殖对虾爆发混合感染而引起大量死

亡的可能,可以较好地防止斑节对虾病毒病的发生。养殖水体盐度低可以刺激对虾蜕皮,加快对虾生长速度,缩短养殖周期。由于海水养殖对虾发病率很高,给对虾海水养殖带来很大风险,因此广大科技工作者不断探索海水淡化养殖对虾的新模式^[6-11]。

在养殖水体中氨氮的积累是常见的。氨氮是水中离子铵和分子氨的总称,离子铵其毒性与水环境的pH值、温度、盐度、溶解氧等因子有关^[12]。在评价水质的多项指标中,氨氮和亚硝酸氮尤为突出。氨氮和亚硝酸氮是水产养殖的水体中化合态氮的两种存在形式,对对虾均有较大的毒性^[13]。孙舰军等^[14]报道氨氮对中国明对虾 (*Fenneropenaeus chinensis*) 抗病力的影响;鲁林仓^[15]报道谨防氨氮中毒;聂月美等^[16]报道氨氮对对虾的免疫影响及预防措施;李跃华等^[17]报道氨氮对罗氏沼虾 (*Macrobrachium rosenbergii*) 幼体的毒性;周光正^[18]报道氨和亚硝酸氮对对虾幼体的毒性;Chen等^[19]报道氨排泄量随着盐度的增加(15~30)而降低,在低盐度条件下更利于氨的聚集。在不同盐度条件下的氨氮对斑节对虾的毒性没有相应报道。本文研究不同盐度条件下氨氮对斑节对虾的毒性,并找出其中规律,为斑节对虾养殖水体环境的调控提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验对虾

试验斑节对虾取自海南省南疆海洋生物技术有限公司三联基地养殖场,体长5~7cm,健康,活力好。

1.2 试验海水

试验海水是取自海南省南疆海洋生物技术有限公司三联基地养殖场,经过沙滤,曝气的天然海水。养殖海水水温平均为(30±1)℃、pH值8.2。

1.3 试验容器

试验容器为6L的圆桶。

1.4 试验方法

分别在不同的盐度下,设置不同浓度的氨氮,试验的盐度组分5个梯度:5,10,15,20,25。由预备试验结果为依据,在不同的盐度下氨氮以等对数间距设置5个浓度组,各盐度下氨氮浓度(mg/L)组分别为:(1)盐度为5条件下为:10.5,14.5,20.0,27.6和38.1;(2)盐度为10条件下为:10.5,14.5,20.0,27.6和38.1;(3)盐度为15条件下为:13.2,18.1,25.0,34.5和47.5;(4)盐度为20条件下为:25.0,34.5,47.6,65.7和90.7;(5)盐度为25条件下为:25.0,34.5,47.6,65.7和90.7。每个试验组设2个平行组,每个盐度梯度组设1个对照组。每个桶装海水的容积

为4L,放置10尾对虾。首先将试验用的斑节对虾放在暂养池逐步淡化到所需要的盐度,再持续暂养3d后进行试验。

1.5 半致死浓度和安全浓度的计算

将试验结果按直线内插法求出24h、48h、72h和96h的半致死浓度 LC_{50} ^[20],并按公式 $SC = 0.1 \times 96hLC_{50}$ ^[21]求出安全浓度SC。

2 结果与分析

2.1 不同盐度条件下氨氮对斑节对虾急性毒性影响

2.1.1 盐度为25条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

表1结果显示,斑节对虾在盐度为25的条件下,氨氮浓度为25.0mg/L时,24~96h的死亡率是0~25%;氨氮浓度为34.5mg/L时,24~96h的死亡率是20%~35%;氨氮浓度为47.6mg/L时,24~96h的死亡率是30%~65%;氨氮浓度为65.7mg/L时,24~96h的死亡率是35%~75%;氨氮浓度为90.7mg/L时,24~96h的死亡率是75%~100%。

表1 盐度为25条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

Table 1 The acute toxicity of ammonia to *P. monodon* at the salinity of 25

NH ₃ -N (mg/L)	死亡率 Mortality(%)			
	24h	48h	72h	96h
25.0	0	15	25	25
34.5	20	25	30	35
47.6	30	45	60	65
65.7	35	45	65	75
90.7	75	90	100	100

2.1.2 盐度为20条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

表2结果显示,斑节对虾在盐度为20的条件下,氨氮浓度为25.0mg/L时,24~96h的死亡率是15%~30%;氨氮浓度为34.5mg/L时,24~96h的死亡率是25%~70%;氨氮浓度为47.6mg/L时,24~96h的死亡率是40%~95%;氨氮浓度为65.7mg/L时,24~96h的死亡率是60%~100%;氨氮浓度为90.7mg/L时,24~96h的死亡率是90%~100%。

2.1.3 在盐度为15条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

表3结果显示,斑节对虾在盐度为15的条件下,氨氮浓度为13.2mg/L时,24~96h的死亡率是15%~25%;氨氮浓度为18.1mg/L时,24~96h的死亡率是25%~50%;氨氮浓度为25.0mg/L时,24~

96h的死亡率是 25% ~ 55% ;氨氮浓度为 34. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 50% ~ 95% ;氨氮浓度为 47. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 55% ~ 100%。

表 2 盐度为 20 条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

Table 2 The acute toxicity of ammonia to *P. monodon* under the salinity of 20

NH ₃ -N (mg /L)	死亡率 Mortality(%)			
	24h	48h	72h	96h
25. 0	15	25	25	30
34. 5	25	35	55	70
47. 6	40	50	70	95
65. 7	60	65	100	100
90. 7	90	100	100	100

表 3 盐度为 15 条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

Table 3 The acute toxicity of ammonia to *P. monodon* under the salinity of 15

NH ₃ -N (mg /L)	死亡率 Mortality(%)			
	24h	48h	72h	96h
13. 2	15	25	25	25
18. 1	25	25	30	50
25. 0	25	25	30	55
34. 5	50	70	90	95
47. 5	55	75	95	100

2. 1. 4 盐度为 10 条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

表 4 结果显示,斑节对虾在盐度为 10 的条件下,氨氮浓度为 10. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 25% ~ 40% ;氨氮浓度为 14. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 25% ~ 40% ;氨氮浓度为 20. 0mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 30% ~ 45% ;氨氮浓度为 27. 6mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 55% ~ 65% ;氨氮浓度为 38. 1mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 55% ~ 70%。

表 4 盐度为 10 的条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

Table 4 The acute toxicity of ammonia to *P. monodon* under the salinity of 10

NH ₃ -N (mg /L)	死亡率 Mortality(%)			
	24h	48h	72h	96h
10. 5	25	25	35	40
14. 5	25	25	35	40
20. 0	30	30	45	45
27. 6	55	55	65	65
38. 1	55	65	70	70

2. 1. 5 盐度为 5 条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性影响

表 5 结果显示,斑节对虾在盐度为 5 的条件下,氨氮浓度为 10. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 45%

~ 50% ;氨氮浓度为 14. 5mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 45% ~ 55% ;氨氮浓度为 20. 0mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 45% ~ 55% ;氨氮浓度为 27. 6mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 65% ~ 80% ;氨氮浓度为 38. 1mg /L 时, 24~ 96h 的死亡率是 65% ~ 85%。

表 5 盐度为 5 的条件下氨氮对斑节对虾急性毒性影响

Table 5 The acute toxicity of ammonia to *P. monodon* under the salinity of 5

NH ₃ -N (mg /L)	死亡率 Mortality(%)			
	24h	48h	72h	96h
10. 5	45	45	45	50
14. 5	45	55	55	55
20. 0	45	55	55	55
27. 6	65	70	80	80
38. 1	65	75	80	85

从表 1 至表 5 的试验结果可看出, 24h 48h 72h 和 96h 的试验时间里, 各种盐度的各个试验组都反映出共同点: 在同一盐度条件下, 随着氨氮浓度的增加, 斑节对虾死亡率增加; 在同一氨氮浓度条件下, 随着试验时间的延长, 斑节对虾死亡率也随之提高

2. 2 不同盐度条件下氨氮对斑节对虾的半致死浓度及安全浓度

表 6 结果显示, 在不同盐度的条件下, 24h 48h 72h 96h 试验时间里, 氨氮对斑节对虾的半致死浓度随着盐度的降低而降低。而盐度为 25, 20, 15, 10, 5 的条件下, 氨氮对斑节对虾的安全浓度分别为: 4. 4mg /L, 3. 2mg /L, 2. 2mg /L, 2. 1mg /L, 1. 3mg /L。安全浓度也是随着盐度的降低而降低。由此说明氨氮对斑节对虾的毒性作用是随着盐度的降低而增强

表 6 不同盐度条件下氨氮对斑节对虾的半致死浓度 (LC₅₀) 及安全浓度 (SC)

Table 6 The mi-lethal concentration (LC₅₀) and safety concentration (SC) of ammonia to *P. monodon* at different salinity conditions

盐度 Salinity (%)	LC ₅₀ (mg /L)				SC (mg /L)
	24h	48h	72h	96h	
25	69. 3	58. 0	47. 6	44. 3	4. 4
20	56. 2	48. 5	37. 6	32. 6	3. 2
15	39. 6	30. 5	26. 2	21. 6	2. 2
10	29. 9	27. 8	22. 1	20. 7	2. 1
5	19. 5	14. 3	13. 9	12. 5	1. 3

3 讨论

3. 1 相同盐度条件下氨氮浓度对斑节对虾的急性毒性作用

盐度为 25 的条件下, 在 24h 里氨氮浓度 (mg /L)

为 25.0 34.5 47.6 65.7 90.7 时,斑节对虾 24h 的死亡率分别为 0 20%、30%、35%、75%。由此可见,随着氨氮浓度升高,对斑节对虾的毒性作用也增强,氨氮浓度为 25.0 时,氨氮对斑节对虾基本无毒性,但是氨氮浓度为 90.7 时,氨氮对斑节对虾已有较强毒性,对虾的死亡率为 75%。在 48 h 72h 96h 里,斑节对虾的死亡率分别为: 15%、25%、45%、45%、90%; 25%、30%、60%、65%、100%; 25%、35%、65%、75%、100%;而在盐度为 20 的条件下,氨氮浓度为 25.0~ 90.7mg/L,在 24h 48h 72h 96h 里,斑节对虾的死亡率分别为: 15%~ 90%, 25%~ 100%, 25%~ 100%, 30%~ 100%;都是呈现上升状态。在盐度为 15 10和 5 的条件下,都反映出与上述结果相同的规律。可见,在相同盐度条件下,氨氮浓度越大,其对斑节对虾的毒性作用越强,斑节对虾的死亡率也就越高。

3.2 不同盐度的相同条件下氨氮对斑节对虾的急性毒性作用

在海水盐度为 25 20 15 10和 5 的条件下,氨氮的安全浓度分别为 4.4mg/L 3.2 mg/L 2.2mg/L 2.1mg/L和 1.3mg/L,由此可见,不同海水盐度条件下,盐度越低,氨氮对斑节对虾的安全浓度也就越小,说明氨氮的毒性对斑节对虾的死亡率也就越高。在海水盐度为 25 20 15 10和 5 的条件下,氨氮在 24h 48h 72h 96h 各个时间段内,对斑节对虾的半致死浓度的次序排列均为: 盐度 25> 20> 15> 10> 5,盐度在 25 时,氨氮的安全浓度为 4.4mg/L,而盐度为 5 时,氨氮的安全浓度为 1.3mg/L,前者是后者的 3 倍多。由此可知,在相同条件下,盐度越低,氨氮对斑节对虾的毒性越大。该结果与 Chen J C 等^[19]报道结果相近似。低盐度水体在养殖生产上对那些在高盐条件下才能大量繁殖的强毒弧菌受到抑制^[3],可以较好地防止斑节对虾病毒病的发生。但是低盐度的水体也可以致使氨氮的毒性增强,这就需要做好养殖水质的调控管理。

参考文献:

[1] 宋盛宪,何建国,翁少萍.斑节对虾养殖 [M].北京:海洋出版社,1999.
 [2] 耿隆坤,王建钢,张东.上海地区低盐度海水中草虾养殖试验 [J].水产科技情报,1991,18(1): 2-4.
 [3] 潘立新,郑善坚.池塘半封闭淡化养殖斑节对虾试验

[J].水利渔业,2004,24(5): 93.
 [4] 朱春华,徐志标.淡化养殖水体中 Ca^{2+} 与 Mg^{2+} 含量对凡纳滨对虾生长的影响 [J].淡水渔业,2002,36(6): 46-48.
 [5] 郑善坚.凡纳滨对虾三种淡化养殖模式水质变化规律的研究 [J].水产科技情报,2006,33(4): 175-178.
 [6] 戴习林,臧维玲,王为东,等.河口区斑节对虾淡化养殖塘水化学状况与水质管理模式 [J].中国水产科学,2001,8(4): 73-78
 [7] 何鸿弘,汪若澎.内陆地区大面积淡水驯化养殖南美白对虾的报告 [J].江西水产科技,2006(1): 2-4
 [8] 耿隆坤,王建钢,张东.上海地区低盐海水中草虾养殖试验 [J].水产科技情报,1991,18(1): 2-4.
 [9] 董存有,张金荣.珠江口低盐度水双季度养虾研究 [J].齐鲁渔业,1992,40(3): 34-37.
 [10] 彭锦新,庄世鹏,王侃,等.“半封闭”低盐度防病养殖法养殖斑节对虾效果好 [J].中国水产,1997(9): 30.
 [11] 孙成波,何建国,陈锚,等.地膜池与普通池封闭式养殖斑节对虾的研究 [J].中山大学学报,2000,39(增刊): 81-85.
 [12] 王彦波,许梓荣,邓岳松.水产养殖中氨氮和亚硝酸盐的危害及治理 [J].饲料工业,2002,23(12): 47.
 [13] Meade J W. Allowable ammonia for fish culture [J]. Prog Fish cult, 1985, 47(3): 135-145.
 [14] 孙舰军,丁美丽.氨氮对中国对虾抗病力的影响 [J].海洋与湖沼,1993,30(3): 267-271.
 [15] 鲁林仓.谨防氨氮中毒 [J].海洋科学,1995(4): 1-3.
 [16] 聂月美,邵庆均.氨氮对虾的免疫影响及预防措施 [J].中国饲料,2006(10): 28.
 [17] 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.
 [18] 周光正.氨和亚硝酸盐对对虾幼体的毒性 [J].海洋湖沼通报,1991(2): 95-98.
 [19] Chen J C, Nan F H. Changes of oxygen consumption ammonia-N excretion by *Penaeus chinensis* Osbeck at different temperature and salinity levels [J]. Journal of Crustacean Biology, 1993(4): 706-712.
 [20] 周永欣,章宗.涉水生物毒性试验方法 [M].北京:农业出版社,1989: 11-27.
 [21] Zang W L. Toxic effects of Cu^{2+} , Cd^{2+} and NH_3 on Chinese prawn [J]. Chin J Oceanol Limol, 1993, 11(3): 95-98.

(责任编辑:尹 闯 邓大玉)