

非离子氨和亚硝态氮对鳊幼鱼的急性毒性试验

王伟 王琪 戚甫长 朱凌云 占明飞*

(安徽水韵环保股份有限公司,安徽芜湖 241000)

摘要 在水温(20.0±0.2)℃、pH值(7.66±0.03)、溶解氧5 mg/L的条件下,采用半静水试验方法研究了非离子氨和亚硝态氮对平均体长(5.88±0.16)cm、平均体质量(3.42±0.22)g的鳊幼鱼的急性毒性效应。结果表明,受到非离子氨和亚硝态氮胁迫后,鳊幼鱼出现呼吸急促、游动失去平衡、抽搐、侧翻、体色变深、活力降低等中毒症状,直至最后死亡,其死亡率与非离子氨、亚硝态氮浓度和胁迫时间之间存在明显的剂量效应和时间效应关系。非离子氨和亚硝态氮对鳊幼鱼96 h半致死浓度分别为0.727 mg/L和79.180 mg/L,安全浓度分别为0.073 mg/L和7.918 mg/L。相对于非离子氨,鳊幼鱼对亚硝态氮的耐受性更强。

关键词 鳊幼鱼;非离子氨;亚硝态氮;半致死浓度;安全浓度

中图分类号 S917.4 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)08-0228-02

Acute Toxic Effects of Non-ionic Ammonia and Nitrite on Juvenile Fish of *Aristichthys nobilis*

WANG Wei WANG Qi QI Fu-zhang ZHU Ling-yun ZHAN Ming-fei*

(Anhui Shuiyun Environmental Protection Co., Ltd., Wuhu Anhui 241000)

Abstract To explore the toxic effects of non-ionic ammonia and nitrite on juvenile fish of *Aristichthys nobilis*, the semi-static acute toxicity trial was carried out on juvenile fish of *Aristichthys nobilis* with average body length of (5.88±0.16)cm and average body weight of (3.42±0.22)g under the conditions of water temperature (20.0±0.2)℃, pH (7.66±0.03) and dissolved oxygen level >5 mg/L. The results showed that the toxicity symptoms of non-ionic ammonia and nitrite on juvenile fish included shortness of breath, loss of equilibrium, convulsion, rollover, body blackening, poor vitality, even death. There was a significant dose-effect and time-effect relationship among the mortality, the mass concentration of non-ionic ammonia and nitrite and stress time. The 96 h median lethal concentration (96 h LC_{50}) of non-ionic ammonia and nitrite on juvenile fish was 0.727 mg/L and 79.180 mg/L, respectively. The safe concentration (SC) was 0.073 mg/L and 7.918 mg/L, respectively. The findings demonstrate that the juvenile fish of *Aristichthys nobilis* has more extensive tolerance to nitrite than non-ionic ammonia.

Key words juvenile fish of *Aristichthys nobilis*; non-ionic ammonia; nitrite; median lethal concentrations; safe concentration

在高密度水产养殖过程中,随着水环境中氨氮和亚硝态氮浓度的剧增,当含量达到或超过鱼类自身的耐受限值时,就会导致其食欲下降、生长受到抑制,严重时会引起机体代谢紊乱、免疫失调,诱发多种疾病,最终造成大量死亡^[1-3]。

目前,国内外许多学者已开展了多种鱼类对氨氮和亚硝态氮耐受性的研究,分别得出了其受到氨氮和亚硝态氮胁迫后96 h半致死浓度以及安全浓度,并就其致毒机理进行了深入分析^[4-6]。但有关非离子氨和亚硝态氮对鳊幼鱼急性毒性效应的研究却鲜见报道。鳊鱼(*Aristichthys nobilis*)经济价值较高,同时还有“水中清道夫”的雅称,因其独特的鳃耙结构具有的滤食作用对富营养化水体中的藻类具有一定的控制作用,正逐渐成为环保领域水生态治理的热门。因此,本文选择鱼类生长发育过程中对污染物敏感的幼鱼阶段进行急性毒性试验,以期为其养殖以及水生态治理提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在安徽水韵环保股份有限公司下属水生态产业研究院进行,试验用鱼购自柳州市名优鱼苗场,为人工培育的当年幼鱼,平均体长(5.88±0.16)cm,平均体质量(3.42±0.22)g,先暂养在室内玻璃鱼缸(2.2×2.0×1.2 m)中,其间每天投喂粉状饲料2次,早晚各1次,待其完全适应后,随机挑选其中活泼健壮、体表无外伤、规格一致的鳊幼鱼放入试验水箱(0.6×0.4×0.3 m)中进行试验,试验液30 L。试验所用氨氮和亚硝态氮溶液采用分析纯NH₄Cl和NaNO₂配制(无锡市亚

盛化工有限公司)。

1.2 试验方法

试验方法参照《水和废水监测分析方法》中水生生物毒性测定法^[7]。先通过预试验确定24 h 100%死亡浓度($LC_{100,24h}$)以及96 h 0%死亡浓度($LC_{0,96h}$)。

将预试验得出的氨氮和亚硝态氮溶液浓度上、下限值区间按等对数间距法划分成6个梯度浓度处理,另设一空白对照,其中氨氮浓度分别为0、30.00、41.39、57.11、78.80、108.72、150.00 mg/L,亚硝态氮浓度分别为0、50.00、71.55、102.38、146.49、209.60、300.00 mg/L。每个处理设置2个平行,每个平行随机投放18尾鳊幼鱼。试验开始前使试验鱼饥饿24 h,其间不投喂。为避免试验液浓度变化,每隔1 d对其进行100%更换。试验采用半静水方法,其间观察各组试验鱼受到氨氮和亚硝态氮胁迫后的行为变化,并记录统计各组24、48、72、96 h鳊幼鱼的死亡个数。试验用水为经过充分曝气的自来水,各项水质指标为温度(20.0±0.2)℃、pH值(7.66±0.03)、溶氧保持在5 mg/L以上,氨氮和亚硝态氮均未检出。

1.3 数据处理

试验数据使用SPSS 17.0处理,氨氮和亚硝态氮对鳊幼鱼24、48、72、96 h半致死浓度(LC_{50})值及95%置信区间用Probit回归法求出^[8],安全浓度(SC)非离子氨浓度采用下列公式求得 $SC=0.1 \times 96 h LC_{50}$ ^[9];非离子氨浓度=氨氮浓度/[10^(pKa-pH)+1]^[10]。

式中 $pKa=0.090 18+2 729.92/T$; pKa 为离解常数, T 为热力学温度($T=273.15+t$)。

2 结果与分析

2.1 鳊幼鱼受到非离子氨和亚硝态氮胁迫后行为变化

在试验过程中,受低浓度非离子氨和亚硝态氮胁迫的

作者简介 王伟(1990-),男,安徽芜湖人,硕士。研究方向:水产动物繁育生物学。

* 通信作者

收稿日期 2019-01-02

鳙幼鱼行为变化不明显,但随着试验液浓度的增加,鳙幼鱼出现中毒症状,表现为呼吸急促、游动逐渐失去平衡、翻转抽搐、活力降低、体色变深,直至最后死亡。

2.2 非离子氨和亚硝态氮对鳙幼鱼存活率的影响

鳙幼鱼的死亡率与非离子氨、亚硝态氮浓度和胁迫时间之间存在明显的正相关关系(表 1、2)。通过直线内插法求出鳙幼鱼在 24、48、72、96 h 氨氮和对应的非离子氨、亚硝态氮胁迫下的半致死浓度(表 3、4),其中氨氮的 96 h 半致死浓度(LC_{50})和安全浓度(SC)分别为 43.214 mg/L 和 4.321 mg/L,非离子氨的 96 h 半致死浓度(LC_{50})和安全浓度(SC)分别为 0.727 mg/L 和 0.073 mg/L,亚硝态氮的 96 h 半致死浓度(LC_{50})和安全浓度(SC)分别为 79.180 mg/L 和 7.918 mg/L。

表 1 非离子氨对鳙幼鱼急性毒性试验结果

氨氮浓度 mg·L ⁻¹	非离子氨浓度 mg·L ⁻¹	平均死亡率/%			
		24 h	48 h	72 h	96 h
0	0	0	0	0	0
30.00	0.505	0	0	11.11	22.22
41.39	0.697	5.56	11.11	33.33	50.00
57.11	0.961	22.22	38.89	55.55	66.67
78.80	1.326	38.89	63.89	77.78	88.89
108.72	1.830	72.22	88.89	94.44	100.00
150.00	2.525	94.44	97.22	100.00	100.00

表 2 亚硝态氮对鳙幼鱼急性毒性试验结果

亚硝态氮浓度 mg·L ⁻¹	平均死亡率/%			
	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0	0	0	0
50.00	0	5.56	13.89	16.67
71.55	5.56	16.67	30.56	52.87
102.38	16.67	27.78	50.00	66.67
146.49	33.33	50.00	72.22	83.33
209.60	63.89	75.00	86.11	97.22
300.00	88.89	91.67	100.00	100.00

表 3 非离子氨对鳙幼鱼的半致死浓度(LC_{50})和安全浓度(SC)

时间 h	回归 方程	r	氨氮/mg·L ⁻¹		非离子氨/mg·L ⁻¹	
			LC_{50}	SC	LC_{50}	SC
24	$y=-10.683+5.562x$	0.943	83.320		1.403	
48	$y=-10.773+5.892x$	0.957	67.368		1.134	
72	$y=-8.574+4.984x$	0.980	52.533		0.884	
96	$y=-8.275+5.059x$	0.910	43.214	4.321	0.727	0.073

表 4 亚硝态氮对鳙幼鱼的半致死浓度(LC_{50})和安全浓度(SC)

时间 h	回归 方程	r	亚硝态氮/mg·L ⁻¹		
			LC_{50}	95%置信区间	SC
24	$y=-10.342+4.626x$	0.973	171.991	147.526~205.362	
48	$y=-8.015+3.741x$	0.983	138.858	116.470~167.973	
72	$y=-7.669+3.839x$	0.923	99.452	82.114~118.148	
96	$y=-8.123+4.278x$	0.917	79.180	64.431~93.201	7.918

3 结论与讨论

通常检测的氨氮是指水中以离子氨和非离子氨形式存在的氮,其中离子氨几乎无毒,对水生生物具有毒害作用的往往是非离子氨,一方面它可以阻止鱼类自身代谢氨排出体外,使血液和组织中非离子氨的浓度升高;另一方面,它是亲脂性分子,脂溶性较强,半径较小,容易穿透细胞膜进入鱼体内,对其鳃表皮细胞造成损伤。因此,当水中积累较多的非离子氨时,会造成鱼类机体代谢失常,进而对其产生一系列毒害作用^[11-12]。而亚硝态氮对鱼类的毒性作用主要是通

过将其血液中血红蛋白的 Fe^{2+} 氧化成为 Fe^{3+} ,从而抑制血液的载氧能力,造成机体因组织缺氧而神经麻痹甚至窒息死亡^[13-14]。

在本研究中,鳙幼鱼的死亡率与非离子氨、亚硝态氮浓度和胁迫时间之间存在明显的正相关关系,非离子氨对体质量为(3.42±0.22)g 的鳙幼鱼的 96 h 半致死浓度和安全浓度分别为 0.727 mg/L 和 0.073 mg/L,安全浓度低于规格更小的杂交鲃先锋 1 号^[15]、史氏鲟幼鱼^[11]、鲢和加州鲈^[16]、白斑狗鱼幼鱼^[12]等大部分鱼;美国环境保护局统计发现,非离子氨对 32 种常见淡水鱼 96 h 半致死浓度的平均值为 2.79 mg/L^[17],远高于本试验中的 0.727 mg/L,说明鳙幼鱼比大多数淡水鱼对水体中的非离子氨更为敏感。因此,在实际养殖过程中,要严格控制水体中非离子氨的含量。亚硝态氮对鳙幼鱼 96 h 半致死浓度和安全浓度分别 79.180 mg/L 和 7.918 mg/L,高于规格更大的大黄鱼幼鱼^[14]和规格相当的岩原鲤^[13]对亚硝态氮的耐受性,说明鳙幼鱼对亚硝态氮毒性的耐受力较强。此外,对比非离子氨和亚硝态氮对鳙幼鱼 96 h 半致死浓度可知,非离子氨对鳙幼鱼的毒性远强于亚硝态氮,这与大部分文献报道的结果一致^[4-6,15]。

非离子氨和亚硝态氮对水生生物的毒性大小主要受到水生生物种类、发育阶段和规格、水温、盐度、pH 值、溶解氧等众多因素的影响。吕景才等^[18]在亚硝态氮对几种淡水鱼苗急性毒性试验中发现,鳙鱼对亚硝态氮的安全浓度为 1.99 mg/L,远低于本研究中的 7.918 mg/L,这可能与试验用鱼的规格以及试验的非生物因素不同所致。梁 健等^[19]研究得出,同规格的鲢鱼对非离子氨的安全浓度为 0.033 mg/L,低于本研究中的 0.073 mg/L,这可能与试验水温和 pH 值相差较大有关。具体差异原因有待进一步研究。

4 参考文献

- [1] 王凡,刘海芳,赵云龙.非离子氨对金鱼鱼种的急性毒性试验[J].水产科学,2010,29(3):174-176.
- [2] 唐首杰,刘辛宇,吴太淳,等.氨氮对“新吉富”罗非鱼幼鱼的急性毒性研究[J].水产科技情报,2017,44(6):325-329.
- [3] 吕景才,沈成钢,杨景华.亚硝酸盐对几种淡水鱼苗的急性毒性试验[J].大连水产学院学报,1993,8(1):65-68.
- [4] 王侃,刘荻.非离子态氨及亚硝酸盐对鳊鱼苗的急性毒性试验[J].淡水渔业,1996,26(3):7-10.
- [5] 郑乐云.氨氮和亚硝酸盐对斜带石斑鱼苗的急性毒性效应[J].海洋科学,2012,36(5):81-86.
- [6] 李波,樊启学,张磊,等.不同溶氧水平下氨氮和亚硝酸盐对黄颡鱼的急性毒性研究[J].淡水渔业,2009,39(3):31-35.
- [7] 国家环保局.水和废水监测分析方法[M].3 版.北京:中国环境科学出版社,1989:517-541.
- [8] 郑微云,翁思琪.环境毒理学概论[M].厦门:厦门大学出版社,1993:57-60.
- [9] 周永欣.水生生物与环境保护[M].北京:科学出版社,1983.
- [10] EMERSON K, RUSSO R C, LUND R E, et al. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature[J]. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1975, 32(12): 2379-2383.
- [11] 刘建魁,刘立志,赵文,等.非离子氨和氨氮对不同规格史氏鲟幼鱼的急性毒性及安全浓度评价[J].大连海洋大学学报,2014,29(2):175-178.
- [12] 王甜,杜劲松,高攀,等.氨氮对白斑狗鱼幼鱼的急性毒性研究[J].水产学杂志,2010,23(3):37-39.
- [13] 龚全,赵刚,王婷,等.铵态氮和亚硝酸盐氮对岩原鲤的急性毒性试验[J].西南农业学报,2010,23(1):231-233.

(下转第 234 页)

等进行综合分析判断,给出合理的处理方案,而是推三阻四,糊弄过关。长此以往,养殖户出现动物疫病等技术问题时根本不去动物疫病预防与控制机构找人解决,宁愿找土兽医。此次非洲猪瘟疫情也证实了这一点,养殖农户未将病料送到农业部门实验室检测,而送到解放军军事兽医研究所,这充分说明养殖农户对农业部门的动物疫病预防与控制机构的技术不认可和信赖。

1.6 养殖环境恶劣,饲养管理不规范

当前,农村养殖条件较之前一家一户散养有了一定的改善和提高,但仍存在一定数量的小规模散养。即使有一些相对集中的规模养殖,也仍是以家庭养殖模式为主,在自家责任田或自留地内建场修舍,距离村庄很近或直接建在自家门口,棚舍简易,敞开式饲养,无隔离措施,生活区和生产区分,无粪污处理设施,没有无害化处理设备。一到夏季高温梅雨季节,遍地粪污极易滋生蚊蝇,臭味飘散,加之病死动物未经无害化处理,随处乱扔,养殖环境极其恶劣。为了降低养殖成本,养殖户特别是养猪户直接到食堂、饭店甚至下水道中捞取泔水喂饲,部分养殖户甚至将畜禽屠宰后的废弃物或变质的食品用作饲料;圈舍不能定期进行清扫消毒,环境卫生不合格;饲喂低廉、霉变、劣质饲料;发病畜禽不能及时诊断处理,盲目听从兽药销售者的建议,乱用滥用药物;人员未消毒,随意进出圈舍;贪图便宜,随意从疫区引种,不结合自身实际,不按程序免疫注射。

1.7 缺乏有效监督管理,放任违法违规行

在养殖、运输、屠宰、销售、生产等环节缺乏有效的监督管理,存在不作为、乱作为或徇私舞弊、弄虚作假的现象,导致没有防疫或防疫不合格、没有检疫或检疫不合格的仍然可以饲养、运输和屠宰;未办理动物防疫条件合格证的养殖户正常养殖;条件不合格的仍可以办到动物防疫条件合格证;不合格的饲料、兽药及生物制品照常生产、销售和使用,即使查出违规现象,交罚款、找关系后仍旧可以生产和销售;病死畜禽不进行无害化处理直接销售或进入食堂、饭店、餐桌;没有经过省级以上相关部门批准,从国外或外省引进畜种,不合格者依然能够进入国门或本地。这些监管的缺失,放任了违法违规行为,必然会造成动物疫情安全隐患。

2 对策

2.1 加强宣传,提高认识

要充分认识动物疫病的危害性,认识防控工作的重要性。要通过各种渠道、运用不同方式,加大对动物疫病防控

(上接第 229 页)

[14] 阮成旭,袁重桂,吴德峰,等.氨氮和亚硝态氮对大黄鱼幼鱼的急性毒性效应[J].福州大学学报(自然科学版),2014,42(2):333-336.
 [15] 李佩,李清,王贵英,等.氨氮和亚硝态氮对杂交鮠先锋 1 号的急性毒性试验[J].湖北农业科学,2017,56(14):2728-2730.
 [16] 余瑞兰,聂湘平,魏泰莉.分子氨和亚硝酸盐对鱼类的危害及其对

(上接第 232 页)

控制在 20~23℃,湿度控制在 65%~75%;此外,还要让仔猪多活动,提高自身抵抗能力。

7 参考文献

[1] 柳东梅,冀建军,王俊萍.一例仔猪断奶腹泻的诊断与治疗[J].山东畜

工作的宣传力度,普及动物疫病防控知识,要让每个人(不仅仅是养殖户)都能重视动物疫病防控工作,使其意识到外来动物疫病的防范责任重大,人人都有责任和义务做好动物疫病防范工作。

2.2 加强规范管理,改善养殖环境

对目前的养殖环境应加大整治力度,不符合动物防疫条件的养殖场该取缔的坚决取缔,该整改的一定要整改,绝不姑息迁就。认真治理粪污乱排、乱堆、乱放现象,搞好环境卫生;对病死畜禽要严格按照要求进行无害化处理,不随意乱扔;定期做好防疫消毒,远离污染源;严禁外来人员随意进出,杜绝饲喂泔水和霉变饲料;严禁使用假劣疫苗兽药。

2.3 加大财政投入,健全和完善动物疫病预警体系

增加政府财政投入,配足基层动物疫病预防与控制机构的技术人员和实验室设备,健全和完善动物防疫预警体系,保障正常的动物疫病预警和防控工作经费,提高基层兽医人员的待遇和地位,以保证此项工作能正常顺利开展。

2.4 提高业务水平,增进情感交流

对现有在岗技术人员要经常开展培训交流工作,不断提升其业务水平,满足工作要求。同时,技术人员要多到养殖户家中走动,切实解决养殖户的实际问题,并及时了解疫病动态,给出合理的解决方案,不以经济利益为目的,应牢记“为人民服务”的宗旨,获得养殖户的信赖,巩固互信基础。

2.5 加快科研步伐,落实防控工作

重视科研工作,加快技术攻关,将先进的技术运用到生产实际中去,比如疫苗兽药的研发和生产;落实各项防控工作,做好检疫、防疫、治疗、扑杀、消毒及无害化处理工作,并坚持早、快、严、小的原则,认真做好动物疫病预警和防控工作。

2.6 做好监督检查,围堵防疫漏洞

在生产、销售、养殖、运输和屠宰等环节做好检查监管工作,不让假劣疫苗兽药饲料进入市场,不符合动物防疫合格条件的不允许饲养,没有防疫或防疫不合格的不允许出具检疫合格证明、不允许运输和屠宰,做到执法必严、违法必究,保障养殖健康发展。

3 参考文献

[1] 王凤武,李晓奇,耿万恒,等.非洲猪瘟与典型猪瘟的诊断与防控[J].畜牧与饲料科学,2018,39(11):103-106.
 [2] 郭建刚,周庆安,李军.非洲猪瘟及其防控[J].广西畜牧兽医,2018,34(6):295-298.
 [3] 辽宁省大连市发生非洲猪瘟疫情[J].兽医导刊,2018(21):77.
 [4] 方国跃,吴海智,周学利,等.我国非洲猪瘟扑灭工作中存在的问题与关键对策[J].农业灾害研究,2018,8(6):19-20.
 [5] 王凤武,李楠,李军,等.非洲猪瘟的诊断与防控[J].畜牧兽医学报,2018,48(1):73-77.
 [6] 王凤武,李楠,李军,等.非洲猪瘟的诊断与防控[J].畜牧兽医学报,2018,48(1):73-77.
 [7] United States Environmental Protection Agency.Ambient water quality criteria for ammonia 1984[M].Springfield,VA:National Technical Information Service,1985:7-48.
 [8] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [9] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [10] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [11] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [12] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [13] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [14] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [15] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [16] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [17] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [18] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [19] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [20] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [21] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [22] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [23] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [24] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [25] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [26] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [27] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [28] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [29] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [30] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [31] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [32] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [33] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [34] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [35] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [36] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [37] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [38] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [39] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [40] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [41] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [42] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [43] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [44] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [45] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [46] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [47] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [48] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [49] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [50] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [51] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [52] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [53] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [54] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [55] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [56] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [57] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [58] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [59] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [60] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [61] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [62] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [63] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [64] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [65] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [66] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [67] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [68] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [69] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [70] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [71] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [72] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [73] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [74] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [75] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [76] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [77] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [78] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [79] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [80] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [81] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [82] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [83] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [84] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [85] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [86] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [87] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [88] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [89] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [90] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [91] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [92] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [93] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [94] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [95] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [96] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [97] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [98] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [99] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.
 [100] 梁健,金柏涛,王红权,等.氨氮对鲢鱼的毒性研究[J].湖南饲料,2013(6):33-34.