

文章编号 :1005-3832(2018)06-0007-05

四种常用消毒剂对细鳞鲑幼鱼的急性毒性

韩姝伊^{1,3}, 魏凯², 陈春山², 何亚鹏², 赵宝华¹, 何宏轩³

(1. 河北师范大学, 河北 石家庄 050024;

2. 北京市水生野生动植物救护中心, 北京 102110;

3. 中国科学院动物研究所, 北京 100101)

摘要 在水温 12℃、溶氧 8.00mg·L⁻¹、pH7 的静水条件下, 研究不同剂量的高锰酸钾、聚维酮碘、食盐及甲醛对平均体质量(10.0±0.2)g 细鳞鲑 *Brachymystax lenok* 幼鱼的急性毒性。结果表明, 高锰酸钾、聚维酮碘、食盐及甲醛对细鳞鲑幼鱼的 24h 半致死浓度分别为 6.42mg·L⁻¹、3.84mg·L⁻¹、11 070.00mg·L⁻¹ 和 26.25mg·L⁻¹, 48h 半致死浓度为 5.47mg·L⁻¹、3.27mg·L⁻¹、9 900.00mg·L⁻¹ 和 18.26mg·L⁻¹, 72h 半致死浓度为 4.50mg·L⁻¹、3.17mg·L⁻¹、8 630.00mg·L⁻¹ 和 14.93mg·L⁻¹, 96h 半致死浓度为 4.12mg·L⁻¹、2.97mg·L⁻¹、7 950.00mg·L⁻¹ 和 13.23mg·L⁻¹, 安全浓度为 1.19mg·L⁻¹、0.71mg·L⁻¹、2 376.00mg·L⁻¹ 和 2.61mg·L⁻¹。这 4 种消毒剂对细鳞鲑幼鱼的毒性由强至弱依次为: 聚维酮碘>高锰酸钾>甲醛>食盐, 其中甲醛和食盐是防治细鳞鲑幼鱼疾病较好的药物。

关键词 细鳞鲑; 急性毒性; 安全浓度; 半致死浓度

中图分类号 S948 文献标志码 A

Acute Toxicity of Four Conventional Disinfectants on Lenok *Brachymystax lenok* Juveniles

HAN Shu-yi^{1,3}, WEI Kai², CHEN Chun-shan², HE Ya-peng², ZHAO Bao-hua¹, HE Hong-xuan³

(1. Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China;

2. The Aquatic Wildlife Rescue and Conservation Center, Beijing 102100, China;

3. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The acute toxicity of potassium permanganate, povidone iodine, NaCl and formaldehyde to lenok *Brachymystax lenok* juveniles was studied under water temperature of 12 °C, pH 7 and dissolved oxygen level (DO) of 8.00 mg·L⁻¹ by a static test method. The results showed that the median-lethal concentration (LC₅₀) of potassium permanganate was 6.42 mg·L⁻¹ in 24 h, 5.47 mg·L⁻¹ in 48 h, and 4.12 mg·L⁻¹ in 96 h, with safe concentration of 1.19 mg·L⁻¹; LC₅₀ of povidone iodine was shown to be 3.84 mg·L⁻¹ in 24 h, 3.27 mg·L⁻¹ in 48 h, and 2.97 mg·L⁻¹ in 96 h, with safe concentration of 0.71 mg·L⁻¹; LC₅₀ of NaCl was found to be 11 070.00 mg·L⁻¹ in 24 h, 9 900.00 mg·L⁻¹ in 48 h, and 7 950.00 mg·L⁻¹ in 96 h, with safe concentration of 2 376.00 mg·L⁻¹; LC₅₀ of formaldehyde was 26.25 mg·L⁻¹ in 24 h, 18.26 mg·L⁻¹ in 48 h, and 13.23 mg·L⁻¹ in 96 h, with safe concentration of 2.61 mg·L⁻¹. The order of toxicity of the four drugs to the test fish was expressed as the following: povidone iodine > potassium permanganate > formaldehyde > NaCl, and the common disorder prevention and cure medicine were formaldehyde and NaCl. The findings can provide reference and basis for the treatment of diseases in lenok juvenile rearing.

Key words: *Brachymystax lenok*; acute toxicity; safe concentration; median-lethal concentration

细鳞鲑 *Brachymystax lenok* 属于鲑形目 Salmoniformes 鲑科 Salmonidae 细鳞鱼属 *Brachymystax*, 主要分布在我国东北、华北及西北等地, 具有重要的科研、生态及经济价值, 被列为我国二级保护动物^[1]。在保护和合理开发资源的基础上, 我国已经开展了

细鳞鲑的人工繁育和养殖^[2,3]。

随着我国鲑鳟养殖业的快速发展, 细鳞鲑的养殖也初具规模, 但虹鳟 *Oncorhynchus mykiss*、大西洋鲑 *Salmo salar* 等传统养殖种类或品种的疫病极易威胁细鳞鲑的繁育、养殖及保护^[4], 需要采取有效

收稿日期 2018-07-16

基金项目 现代农业产业技术体系北京市鲑鱼鲑鳟鱼创新团队项目(BAIC08-2017)。

作者简介 韩姝伊(1994-), 女, 河北秦皇岛人, 硕士研究生, 从事微生物学研究。E-mail: hanshui13@163.com

通信作者 赵宝华。E-mail: zhaobaohua@mail.hebtu.edu.cn;

何宏轩。E-mail: hehx@ioz.ac.cn

表1 各种试验药物规格及试验质量浓度梯度

Tab.1 Specification and concentrations of the test chemicals

药物	规格	药品成分及含量	质量浓度 /mg·L ⁻¹				
高锰酸钾	分析纯	≥ 99.5%	2.00	2.99	4.47	6.68	10.00
聚维酮碘	生产制品	5.0%	2.00	2.74	3.75	5.14	7.00
食盐	生产制品	≥ 99.0%	5 000.00	6 580.00	8 659.28	11 395.61	15 000.00
甲醛	分析纯	HCHO 37%~40%	10.00	14.95	22.43	33.64	50.00

措施防控这些疫病,保护和合理开发利用细鳞鲑。不同鱼类对各种药物的敏感性不同,在病害防治中如用药不当会造成鱼类大规模死亡。本文通过研究高锰酸钾、聚维酮碘、食盐、甲醛4种常用水产消毒剂对细鳞鲑幼鱼急性毒性试验,以期对细鳞鲑的病害防治及健康养殖提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验鱼为北京市水生野生动植物救护中心人工繁育的1龄细鳞鲑,平均体长(11±0.5)cm,平均体质量(10.0±0.2)g,体质健康,规格整齐。试验前,将鱼在玻璃缸中暂养一周,试验前1d停止投喂。

试验选用高锰酸钾、聚维酮碘、食盐和甲醛4种消毒剂,药物规格见表1。试验前,配制试验药物母液,再按比例稀释成所需浓度,药液现配现用。

1.2 方法

试验容器为50cm×30cm×30cm的玻璃缸,试验用水为经过充分曝气的地下水,水温(12±1)℃,pH6.8~7.4,溶解氧(8±0.5)mg·L⁻¹。试验期间不投饵,不充气。

正式试验前进行预试验,确定对细鳞鲑幼鱼24h致死的浓度下限值及96h无死亡的浓度上限值,然后在此浓度范围内按等对数间距设置5个浓度组和一个空白对照,每个试验浓度组设2个平行,数据取平均值。

参照卢玲^[5]的方法进行室内试验。甲醛具有挥发性,为保证试验药液的质量浓度,每隔24h更换一次药液。各试验药物的质量浓度梯度如表1所示。每个试验玻璃缸加入已配好的药液,每组随机放入10尾鱼。试验开始后连续观察并记录试验鱼的中毒症状、死亡情况,及时捞出死鱼。试验鱼的死亡标准为:丧失游动能力,静卧水底,对外界刺激无反应。试验结束时,计算四种消毒剂对细鳞鲑的24h、48h、72h和96h死亡率。

1.3 数据处理

采用寇式法(Kardner)^[6]计算4种消毒剂作用下细鳞鲑幼鱼的24h、48h、72h和96h半致死浓度(LC₅₀),计算公式如下:LogLC₅₀=X_m-d(∑p-0.5)。根据24h和48h的半致死浓度计算出安全浓度(SC):SC=48hLC₅₀×0.3/(24hLC₅₀/48hLC₅₀)²。式中:X_m为死亡组最大剂量的对数,d为相邻两组浓度对数差,p为各组的死亡率,∑p为各组死亡率的总和。

2 结果与分析

2.1 高锰酸钾毒性试验

在高锰酸钾质量浓度为10.00mg·L⁻¹时,试验鱼放入药液中后急速游动,呼吸频率加快,侧卧水底,3h后开始死亡。死鱼身体僵直,口部张开,体色发黑,体表黏液增加,鳃上附着大量黑色沉淀,鳃丝充血红肿,24h死亡率达100%。低浓度组鱼在水底静伏不动或缓慢游动。随时间延长,高锰酸钾对细鳞鲑的急性毒性明显增强,死亡率上升(表2)。

表2 高锰酸钾对细鳞鲑幼鱼毒性试验

Tab.2 Toxicity of potassium permanganate to lenok *Brachymystax lenok* juveniles

药物	质量浓度 /mg·L ⁻¹	累积死亡率/%			
		24h	48h	72h	96h
高锰酸钾	对照	0	0	0	0
	2.00	0	0	0	0
	2.99	0	20	20	40
	4.47	20	20	60	60
	6.68	40	60	70	70
	10.00	100	100	100	100

2.2 聚维酮碘毒性试验

在聚维酮碘质量浓度为7.00mg·L⁻¹时,试验鱼进入药液几分钟后就开始急速游动、极度不安,逐渐失去平衡能力,在玻璃缸底部聚集,呼吸困难,陆续开始死亡,死亡鱼身体僵硬,体表无黏液。低浓度组鱼有轻度的反应,呼吸急促,快速游动,而后慢慢恢复正常(表3)。

表3 聚维酮碘对细鳞鲑幼鱼毒性试验

Tab.3 Toxicity of povidone iodine to lenok *Brachymystax lenok juveniles*

药物	质量浓度 /mg·L ⁻¹	累积死亡率/%			
		24h	48h	72h	96h
聚维酮碘	对照	0	0	0	0
	2.00	0	0	0	0
	2.74	0	20	20	40
	3.75	60	70	80	80
	5.14	80	100	100	100
	7.00	100	100	100	100

2.3 食盐毒性试验

在高浓度食盐溶液中,试验鱼表现不安,呈浮头状,偶尔上下游动,濒临死亡时呼吸微弱,对刺激反应不灵敏,失去平衡,5h后开始陆续死亡,体表有大量黏液。低浓度组鱼游动平缓,与空白对照组一致(表4)。

表4 食盐对细鳞鲑幼鱼毒性试验

Tab.4 Toxicity of NaCl to lenok *Brachymystax lenok juveniles*

药物	质量浓度 /mg·L ⁻¹	累积死亡率/%			
		24h	48h	72h	96h
食盐	对照	0	0	0	0
	5 000.00	0	0	0	0
	6 580.00	20	30	30	40
	8 659.28	30	30	50	60
食盐	11 395.61	40	60	70	80
	15 000.00	70	80	100	100

2.4 甲醛毒性试验

甲醛对细鳞鲑幼鱼的毒性试验结果见表5。甲醛浓度为50.00mg·L⁻¹时,试验鱼极度不安,呈浮头状,失去平衡,尾部缓慢摆动,3h后开始死亡,死鱼口及鳃盖张开,翻卧于缸底,体色较对照组浅,体表有黏液,8h内全部死亡。死亡率随浓度升高明显上升。

表5 甲醛对细鳞鲑幼鱼毒性试验

Tab.5 Toxicity of formaldehyde to lenok *Brachymystax lenok juveniles*

药物	质量浓度 /mg·L ⁻¹	累积死亡率/%			
		24h	48h	72h	96h
甲醛	对照	0	0	0	0
	10.00	0	0	0	0
	14.95	20	40	70	80
	22.43	40	80	80	100
	33.64	50	80	100	100
	50.00	100	100	100	100

2.5 四种消毒剂对细鳞鲑幼鱼的半致死浓度和安全浓度

四种消毒剂对细鳞鲑幼鱼的24h、48h、72h、96h的半致死浓度和安全浓度见表6。根据化学物对鱼类急性毒性等级评价标准,按96hLC₅₀的大小将药物划分为剧毒(<0.1mg·L⁻¹)、高毒(0.1~1mg·L⁻¹)、中毒(1~10mg·L⁻¹)和低毒(>10mg·L⁻¹)4个等级^[7]。由表6可知,聚维酮碘的安全浓度为0.71mg·L⁻¹,对细鳞鲑幼鱼的急性毒性为高毒;高锰酸钾和甲醛的96hLC₅₀分别为1.19mg·L⁻¹和2.61mg·L⁻¹,为中毒;食盐的96hLC₅₀为2 376.00mg·L⁻¹,为低毒。四种消毒剂对细鳞鲑幼鱼的急性毒性由高至低依次为:聚维酮碘>高锰酸钾>甲醛>食盐。安全浓度为:高锰酸钾1.19mg·L⁻¹,聚维酮碘0.71mg·L⁻¹,食盐2 376 mg·L⁻¹,甲醛2.61mg·L⁻¹。

表6 四种消毒剂对细鳞鲑幼鱼的半致死浓度和安全浓度

Tab.6 LC₅₀ and safe concentrations of the four disinfectants in lenok *Brachymystax lenok juveniles*

药物	半致死浓度 LC ₅₀ /mg·L ⁻¹				安全浓度 /mg·L ⁻¹
	24h	48h	72h	96h	
高锰酸钾	6.42	5.47	4.50	4.12	1.19
聚维酮碘	3.84	3.27	3.17	2.97	0.71
食盐	11 070.00	9 900.00	8 630.00	7 950.00	2 376.00
甲醛	26.25	18.26	14.93	13.23	2.61

3 讨论

3.1 高锰酸钾对细鳞鲑的毒性

高锰酸钾是常用的外用消毒剂,具有较强的氧化性,溶于水后产生的新生态氧能破坏菌体蛋白或酶蛋白,起到杀菌、杀虫、消毒的作用。生产上通常用于防治鱼、虾等细菌、真菌和寄生虫类疾病及工具、设施的消毒,但在碱性或微酸性的水中,高锰酸钾易产生二氧化锰沉淀,沉积在水生动物鳃部,严重损坏鳃组织^[8]。不同鱼类对高锰酸钾的耐受能力不同,细鳞鲑的安全浓度为1.19mg·L⁻¹,比褐鳟 *Salmo trutta* 的安全浓度0.18mg·L⁻¹^[9]高,与白斑狗鱼 *Esox lucius* Linnaeus 的1.37mg·L⁻¹^[10]接近。由此可见,不同的鱼对高锰酸钾的敏感性相差较大。生产中高锰酸钾全池泼洒浓度为2~3mg·L⁻¹,短暂浸浴浓度为10~20mg·L⁻¹^[8],高于细鳞鲑幼鱼的安全浓度。因此,防治细鳞鲑的病害时,要慎用高锰酸钾,但可用于养殖设施和工具的消毒。

3.2 聚维酮碘对细鳞鲑的毒性

聚维酮碘是一种高效的杀菌消毒剂,对细菌、真菌和病毒等均有不同程度的杀灭作用,可直接使菌体内的蛋白质变性、沉淀,致使病原微生物死亡,主要用于鱼卵和体表的消毒,防治鱼类烂鳃、疔疮、腐皮等细菌性疾病效果较好^[11,12],但是在贝类等软体动物和鲑、鳟等冷水性鱼类中需慎重使用。聚维酮碘全池泼洒的指导用药浓度为0.45~0.75mg·L⁻¹,而在水产养殖中常用浓度为30~35mg·L⁻¹浸泡5~20min^[13]。聚维酮碘对锦鲤幼鱼24h和48h的半致死浓度为96.39mg·L⁻¹和70.88mg·L⁻¹,安全浓度为11.49mg·L⁻¹^[14]。聚维酮碘对卡拉白鱼的安全浓度为14.13mg·L⁻¹^[15]。而在本次试验中,聚维酮碘对细鳞鲑幼鱼的安全浓度为0.71mg·L⁻¹,为高毒。细鳞鲑对其非常敏感,在防治细鳞鲑的病害中禁止使用。

3.3 食盐对细鳞鲑的毒性

在鱼类的养殖过程中,食盐是安全的常规药物,主要是通过改变渗透压来杀灭一些体外寄生虫及病原微生物,可防治鱼类水霉病、多种皮肤或鳃部的寄生虫病和细菌性鱼病。但是在实际操作中食盐用量少不起作用,用量大则易引起水分流失,使盐分透入血液导致鱼体脱水。在杀灭有害细菌的同时也杀灭有益菌,还容易使鱼体表粘液严重脱落,增加了细菌侵入机体的几率,因此必须严格控制食盐的用量^[16]。本试验中,细鳞鲑的安全浓度为2376.00mg·L⁻¹,与哲罗鲑 *Hucho taimen* 的安全浓度2182.88mg·L⁻¹相接近^[17],低于花鳗鲡 *Anguilla marmorata* 的安全浓度6600mg·L⁻¹^[18],说明食盐对鱼类的毒性种间差异极大。本试验的结果远远高于张玉勇等^[16]细鳞鲑的安全浓度9.25mg·L⁻¹,这可能是试验鱼的规格不同或体质条件差异导致的耐受性差异。食盐的安全浓度较高,在生产实践中,建议用作浸洗药物,使用高浓度的食盐进行短时间浸洗效果更佳。

3.4 甲醛对细鳞鲑的毒性

甲醛能凝固蛋白质和溶解脂类,与氨基酸结合使其变性,灭杀细菌、芽孢、真菌、病毒和寄生虫的效果明显,常用来防治鱼、虾、蟹、鳖等寄生虫类疾病设施和工具消毒,还可用来浸泡标本,其常用剂量为10~30mg·L⁻¹^[19]。甲醛消耗水中的氧气,伤害鱼类的鳃组织,使鱼的黏液、表皮蛋白质凝固,危害鱼的鳃、体表。本试验结果表明,细鳞鲑对甲醛的安

全浓度为2.61mg·L⁻¹,与之前文献中福尔马林对细鳞鲑鱼种的安全浓度为3.52mg·L⁻¹^[16]和虹鳟幼鱼的安全浓度2.478mg·L⁻¹^[20]相接近,低于其常用剂量,对细鳞鲑为中毒。在浓度为10.00mg·L⁻¹时试验鱼96h的死亡率为0%,在浓度为14.95mg·L⁻¹时试验鱼24h的死亡率为20%。在防治细鳞鲑的病害中可以使用甲醛,但要注意浸泡浓度及时间。

在生产上选用药物时,除了要考虑药物的剂量、用药时间外,还要结合实际,考虑水温、水质以及养殖鱼类的规格和生理状态等,以确保用药安全和有效。

参考文献

- [1] 王所安. 细鳞鱼的研究——细鳞鱼在我国的分布及在河北省分布范围的变化[J]. 河北渔业, 1989(4): 12-14.
- [2] 陈春山, 郑伟, 时晓, 等. 图们江细鳞鲑人工繁殖技术研究[J]. 水生态学杂志, 2017, 38(5): 103-108.
- [3] 徐革锋, 尹家胜, 刘洋, 等. 哲罗鲑(♀)×细鳞鲑(♂)的人工育苗技术初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(2): 178-183.
- [4] 徐革锋, 张澜澜, 张蕾, 等. 人工养殖细鳞鲑常见疾病及其防治[J]. 黑龙江水产, 2009(3): 18-21.
- [5] 卢玲, 宋福. 鱼类急性毒性实验[J]. 生物学通报, 2002, 37(7): 52-53.
- [6] GB15193.3-2003 急性毒性试验国家标准[S]. 中华人民共和国农业部, 2003.
- [7] 孟紫强. 生态毒理学原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [8] 黄志斌, 胡红. 水产药物应用表解[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2001.
- [9] 王万良, 周建设, 王建银, 等. 4种水产药物对褐鲟(*Salmo trutta*)鱼苗的急性毒性试验[J]. 西北农业学报, 2016, 25(7): 966-972.
- [10] 杜劲松, 刘立志, 高攀, 等. 五种常用水产药物对白斑狗鱼幼鱼的急性毒性研究[J]. 水产学杂志, 2009, 22(4): 16-19.
- [11] 张梁, 何斌, 殷亮, 等. 三种碘伏对温和气单胞菌的杀灭效果及安全性评价[J]. 河南水产, 2004, 58(1): 26-28.
- [12] 龚珞军, 付国斌, 李赛城, 等. 水产用聚维酮碘的使用技术[J]. 渔业致富指南, 2007(11): 51-52.
- [13] 李昭信, 陈福艳, 梁万文, 等. 8种水产常用药物对卵形鲳鲹稚鱼的急性毒性实验[J]. 科学养鱼, 2012(11): 56-57.
- [14] 杨志强, 李潇轩, 马行空, 等. 4种常用水产药物对锦鲤幼鱼的急性毒性[J]. 水产学杂志, 2018, 31(1): 25-29.

- [15] 张健,李赫,宋文华,等.三种常用水产药物对卡拉白鱼的急性毒性[J].2017,30(4):40-43.
- [16] 张玉勇,牟振波,房殿武.几种常用消毒剂对细鳞鱼鱼种急性毒性试验[J].水产学杂志,2007,20(2):63-66.
- [17] 张永泉,尹家胜.四种药物对哲罗鱼的急性毒性试验[J].水产学杂志,2007,20(2):58-62.
- [18] 陈健荣,刘利平.4种常用渔药对花鳃鲷幼鱼的急性毒性[J].水产科学,2018,37(2):233-238.
- [19] 赵明军,张洪玉,夏磊,等.常用消毒剂对水产动物的毒性(连载三)[J].中国水产,2011(7):46-47,61.
- [20] 汤施展,陈中祥,白淑艳,等.5种水产药物对虹鳟幼鱼的急性毒性[J].水产学杂志,2015,28(6):33-37.

《水产学杂志》征稿简则

《水产学杂志》是中国水产科学研究院黑龙江水产研究所主办,双月刊,北大中文核心期刊。主要刊载水产养殖、鱼类遗传育种、水产生物技术、渔业资源与增殖、渔业环境保护、营养与饲料、鱼病防治、水生生物、设施渔业等方面的研究论文、调查报告、综述和学术动态等方面的论文。对国家级、省部级基金项目资助的较高水平研究论文优先发表。

作者须知:

1. 本刊只接受原始论文。署名作者应为主要参加研究的人员,能够对论文内容负责。

2. 本刊实行网络在线投稿,请作者及时查看本刊的回复修改意见。

3. 编辑部收到稿件后1个月内通知作者稿件审查结果,如3个月内如未收到录用通知请自行处理,本刊恕不退稿。稿件退回作者修改时,如修期超过1个月又未及时申明理由者,作新稿处理。如属重要创新的研究结果,可以简报形式优先发表。若审稿无需较大的修改,一般收稿后6个月内刊出。来稿被正式录用后需签署版权转让合同,发表后酌致稿酬,寄样刊2本。

4. 本刊发表的论文,均视为已获得作者著作权的许可,有权将该出版的刊物加入各相关网络、数据库、或制成光盘版。作者著作权的使用费包含在稿酬中,不再另外支付,如果作者有异议,请在投稿时声明。

写作要求:

1. 来稿务求论点明确、数据可靠、语言精练、层次分明。学术栏目文稿需附300~500字的中、英文摘要,中、英文关键词3~8个,并注明中图分类号。文中一级标题序号为1,字体为4号宋体字;二级标题为1.1,字体为5号黑体;三级标题为1.1.1,字体为5号楷体。均靠左侧顶格书写。

2. 请在文稿中、英文题名下写清作者与作者单位、邮政编码,首页页脚注明基金项目名称及编号,第一作者的出生年月、性别、职务、职称、学位、研究方向及E-mail地址,通讯作者的联系方式。

3. 文中图题、表题一律采用中英文对照。表格一律采用三线表,图与表重复时,提倡留表删图。文中插图一律随电子邮件或磁盘附上。原图为照片的请直接附上照片。

4. 文稿中外文一律打印或用印刷体书写。外文字母及

符号的大小写、正斜体、上下角标等须标注清楚。论文中出现的物种拉丁学名一律用斜体,定名人用正体,属名在文中首次出现时不能用缩写。注意变量用斜体,常量和函数用正体。生物学名中的属以下分类单元名的有关部分用斜体,如 *Oryza sativa* L. subsp. indica Kato; 基因名,如 *actin* 等; 限制性内切酶,如 *EcoR* 等(前3个字母用斜体,序号用正体),耐热性DNA聚合酶,如 *Taq* DNA聚合酶等。

5. 文稿中所用的度量单位一律采用国家技术监督局1993年12月27日发布的GB3100-3102-93号标准《量和单位》中规定的外文字母书写,不再使用以下括号内的汉字写法。在正文和图表中,计量单位一律使用规定的单位字母符号书写,而不使用中文。如s(秒)、min(分)、h(小时)、d(天)、m(米)、cm²(平方厘米)、L(升)、mL(毫升)、g(克)、kg(千克)、r·min⁻¹(转速)、mol(摩尔)、能量、功、热量均用J(焦),特别要注意将亩换算成hm²(公顷)、m²; 压强(压力)用Pa(帕)等。图表和文字中的相除组合单位一律以mol·L⁻¹、mol·m⁻²·s⁻¹等形式著录。

6. 本刊参考文献采用顺序编码制,即按其在正文中出现的顺序连续编码,在正文中以中括号标注于引用处右上角。参考文献只列国内外公开发表的文献,未发表和内部文献不作标注。每条文献只列出3位作者,多者以“等”或“et al”表示略。作者之间用逗号隔开。每条文献的题名后请注明文献类型:期刊论文[J],专著和论文集集中的论文[A],专著[M],论文集[C],报纸文章[N],学位论文[D],报告[R],标准[S],专利[P],类型不明的文献[Z]。公开发行的专著、论文集、报告集等必须注明出版地与出版社。例:

[1] 王吉桥,王凯,王声权,等.不同投饲率对黄颡鱼幼鱼生长和存活的影响[J].水产学杂志,2005,18(2):1-5.

[2] 周应琪,许柳雄,何其渝,等.渔具力学[M].北京:中国农业出版社,2001.

编辑部通讯地址:黑龙江省哈尔滨市道里区河松街232号
黑龙江水产研究所《水产学杂志》编辑部
邮编:150070

电话:0451-84861626,0451-84869341 转8121;
0451-84604803(传真)

E-mail: zazhi2000@126.com 网址: www.scxzz.ac.cn