

5 种常用鱼药对黑尾近红鲃鱼种的急性毒性实验

李代金¹, 黄辉¹, 谭德清^{2*}

(1. 西南大学水产系, 重庆荣昌 402460; 2. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要:在常温静水条件下,用硫酸铜与硫酸亚铁合剂(比例 5:2)、高锰酸钾、晶体敌百虫、强氯精、溴氯菊脂等 5 种常用水产药物对黑尾近红鲃鱼苗进行急性毒性试验。试验结果表明,安全浓度最高的是高锰酸钾为 0.738 mg/L,安全浓度最低的是溴氯菊脂为 0.0033 mg/L,5 种常用水产药物对黑尾近红鲃鱼苗都比较敏感,药物的敏感性大小依次为:溴氯菊脂 > 强氯精 > 敌百虫 > 硫酸铜与硫酸亚铁合剂 > 高锰酸钾。

关键词:黑尾近红鲃; 药物; 安全浓度; 半致死浓度(LC₅₀); 毒性试验

中图分类号: Q959.4; S942 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2010)02-0227-05

Acute Toxicity of Five Aquacultural Chemicals towards Fingerlings of *Ancherythropterus nigrocauda*

LI Dai-jin¹, HUANG Hui¹, TAN De-qing^{2*}

(1. Department of Fisheries, Southwest University, Rongchang, Chongqing 402460, China;

2. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 40072, China)

Abstract: This paper reports the susceptibility of *Ancherythropterus nigrocauda* to five medicines including cupric sulphate & ferrous sulphate (ratio 5:2), potassium permanganate, trichlorphon, strong-chloride and bromochloropropene in tanks with static water. The results show that a safe concentration of potassium permanganate was 0.738 mg/L and had the lowest toxicity to *A. nigrocauda*, but a safe concentration of bromochloropropene was 0.0033 mg/L and had the highest toxicity to *A. nigrocauda*. The susceptibility of *A. nigrocauda* to the five medicines is in the order of Bromochloropropene > strong-chloride > trichlorphon > cupric sulphate & ferrous sulphate (ratio 5:2) > potassium permanganate.

Key words: *Ancherythropterus nigrocauda*; aquacultural drugs; safe concentration; semi-lethal concentration(LC₅₀); test of toxicity

黑尾近红鲃 *Ancherythropterus nigrocauda* Yih et Woo, 地方名称高尖, 隶属鲤科鲃亚科近红鲃属, 是长江上游江河、水库常见的一种特有鱼类(湖北省水生生物研究所鱼类研究室, 1976; 丁瑞华, 1994)。黑尾近红鲃生长快, 肉质细嫩, 味道鲜美, 是一种新的名特优养殖对象, 具有广阔的开发前景。近年来对黑尾近红鲃的生物学特性(薛正楷, 何学福, 2001)、生化成分(谭德清等, 2004)及人工繁殖(谭德清等, 2004)进行了系列研究。但是对于水产常用药物在黑尾近红鲃养殖过程中的适用性未见相关报道。本试验选择 5 种常用鱼药对黑尾近红鲃鱼苗进行毒性试验, 旨在为黑尾近红鲃人工养殖时的鱼病防治和科学用药提供一定的理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验鱼

试验鱼为中国科学院水生生物研究所在四川省泸州市江阳区鱼种站基地人工繁殖的黑尾近红鲃鱼种, 选择同一批繁殖、外观上没有异常现象和疾病、体质健壮、规格基本一致的个体作为实验材料鱼, 平均体长为 31~40 mm, 平均体重为 0.28 g。试验前将鱼放在水族箱中暂养 1~2 d 以适应试验环境, 期间不投饵、不充气。

1.2 试验药物

所用试验药物的规格如表 1 所示。

1.3 试验条件

试验在重庆市荣昌县西南大学水产系进行。试

收稿日期: 2009-05-17 接受日期: 2009-07-05 基金项目: 中国长江三峡工程开发总公司生态与环境保护科研项目(0714091); 国务院三峡工程建设委员会办公室生态环境项目(SX2007-019); 国家自然科学基金资助项目(50679095)资助

作者简介: 李代金(1963~), 男, 实验师, 从事水产养殖及鱼病防治的教学和科研工作, E-mail: ldildi@126.com

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: dqtan@ihb.ac.cn

验时间为 8 月 16 ~ 23 日,每个周期 4 d,试验期间水温变化范围为 29 ~ 30℃,试验用水为经曝气 24 h 的自来水,pH 值为 7.0 ~ 7.5,溶氧量为 6.0 ~ 6.25 mg/L,实验所用容器直径为 35 cm、深度为 13 cm、容

积为 12 500 mL 的塑料盆。为减少光照对黑尾近红鲃鱼苗的影响,试验在室内弱光的条件下进行。另有玻璃水簇箱用于试验前的暂养设备。用于药物配制的设备仪器有烧杯、量筒、容量瓶、电子天平等。

表 1 试验药物的规格与成分
Table 1 Specification and composition of drug used in the present study

药品名称 Drugs	规格 Standard	药品成分及含量 Ingredient and Content	生产厂家 Manufacturer
硫酸铜 Cupric sulfate	分析纯	CuSO ₄ · H ₂ O 含量 ≥ 99%	重庆川东化工有限公司化学试剂厂
硫酸亚铁 Ferrous sulphate	分析纯	FeSO ₄ · 7H ₂ O 含量 ≥ 99%	重庆北碚化学试剂厂
高锰酸钾 Potassium permanganate	分析纯	KMnO ₄ 含量 ≥ 99.5%	重庆川东化工有限公司化学试剂厂
敌百虫 Trichlorphon	生产制品	有效成分 ≥ 90%	湖北沙隆达股份有限公司
强氯精 Strong-chloride	生产制品	有效 Cl 含量 ≥ 50%	江西海联动物药业有限公司
溴氯菊脂 Bromochloropropene	生产制品	水产专用	青岛中仁药业有限公司

1.4 试验方法

先进行预备性试验,找出药物使鱼苗全部成活的最高浓度和全部致死最低浓度。根据预备试验的结果,在鱼苗全部成活的最高浓度和全部致死最低浓度之间,按等对数间距设计 5 个梯度浓度。先用蒸馏水将试验药物配置成母液,然后再根据试验要求按比例稀释成所需浓度,药液现配现用,对挥发性较大或易降解的药品如高锰酸钾、强氯精、甲醛等,每隔 24 h 换药液 1 次,以保证试验药物的浓度。试验设 1 个空白对照组,每个浓度做 3 ~ 5 个平行试验,每组放 10 尾鱼苗进行试验。试验开始后进行 8 h 连续观察,记录鱼苗的活动和成活情况。并详细记录鱼苗在 24 h、48 h、72 h、96 h 的死亡率,及时剔除死亡的个体。死亡症状以鳃盖停止活动,针刺无反应作为判断死亡标准。各试验液药物的浓度梯度见表 2。

表 2 各种药物试验浓度 (mg/L)
Table 2 Varius concentrations for the chemicals used in the present study

试验药物 Experiment Drugs	编号 Number				
	I	II	III	IV	V
硫酸铜与硫酸亚铁合剂 (比例 5:2) The mixture of cupric sulfate and ferrous sulphate (ratio 5:2)	3.78	4.32	4.95	5.86	7
高锰酸钾 Potassium permanganate	4.95	6.04	7.38	9.02	11.02
强氯精 Strong-chloride	0.99	1.34	1.8	2.44	3.28
晶体敌百虫 Trichlorphon	1.12	1.68	2.51	3.74	5.58
溴氯菊脂 Bromochloropropene	0.026	0.033	0.039	0.049	0.061

1.5 数据的统计处理

试验结果的数据处理采用直线内插法(周永欣,章宗涉,1989),求出黑尾近红鲃鱼苗对各种不同药物分别于 24 h、48 h、72 h、96 h 的半致死浓度 LC₅₀,半致死浓度依据不同时间死亡率,利用公式: $LC_{50} = C_1 + (50\% - P_1) \times (C_2 - C_1) / (P_2 - P_1)$ 。C₁、C₂ 为存活率近 50% 低端、高端的两个浓度;P₁、P₂ 为相应存活率。安全浓度的计算公式(魏开建等,2000):安全浓度(SC) = 96h LC₅₀ × 0.1。

2 结果

2.1 黑尾近红鲃鱼苗对 5 种药物的中毒反应及致死情况

在 5 种试验药物中,各种药物的高浓度组使黑尾近红鲃鱼苗不同程度的中毒并致死(表 3)。但不同药物、不同浓度及作用时间所产生的中毒情况却不尽相同,死亡率一般随药物浓度的提高和药浴时间的延长而升高。

2.1.1 硫酸铜与硫酸亚铁合剂(比例 5:2) 在硫酸铜与硫酸亚铁合剂(比例 5:2)浓度为 7 mg/L 时,13 h 后幼鱼出现中毒症状,幼鱼体色变黑,不安宁地游动,对外界反应迟钝,有幼鱼上浮至水面,头朝上斜游,体表有黏液较多,呼吸困难。18 h 后幼鱼开始死亡,死亡的鱼体鳃盖张开。22 h 后幼鱼开始出现大量死亡,24 h 的死亡率为 50%,48 h 的死亡率为 80%,72 h 全部死亡。浓度为 5.86 mg/L 时,22 h 开始死鱼,24 h 的死亡率为 10%,48 h 的死亡率为 30%,96 h 的死亡率为 80%。

2.1.2 高锰酸钾 在高锰酸钾浓度为 11.02 mg/L 时,1 h 后幼鱼出现中毒症状,反应迟缓,鳃变为黄色,呼吸频率加快,体色变黑。濒临死亡的幼鱼呼吸

缓慢, 2 h 出现死亡, 死亡幼鱼身体僵直, 嘴张开, 体色发黄, 在鳍上附有红棕色污物。24 h 的死亡率为 30%, 48 h 的死亡率为 80%, 96 h 的死亡率为 100%。当浓度为 9.02 mg/L 时, 2 h 后幼鱼出现中毒症状, 5 h 鱼种开始死亡, 24 h 的死亡率为 20%, 48 h 的死亡率为 60%, 96 h 的死亡率为 70%。

2.1.3 强氯精 强氯精是挥发性的药物, 为保证有效浓度, 对其药液每隔 24 h 更换一次。当浓度为 3.28 mg/L 时, 2 h 后幼鱼出现急噪不安、狂游、撞壁, 且大部分鱼游于水表面。3.5 h 后出现昏迷鱼, 6 h 出现死亡个体, 幼鱼死亡前游动缓慢, 呼吸困难, 并不时悬吊于水面, 最后沉于水底死去, 死后口张开, 腹面朝上, 鳃盖微张, 体表黏液增多, 32 h 后幼鱼全部死亡; 当浓度为 2.24 mg/L 时, 96 h 的死亡率为

80%; 当浓度为 1.8 mg/L 时, 24 h 的死亡率为 20%, 48 h 的死亡率为 30%, 96 h 的死亡率为 60%。

2.1.4 敌百虫 在敌百虫浓度为 5.58 mg/L 时, 12 h 后开始表现不安, 浮于水面游动, 鳃盖张开, 呼吸加快, 体色变浅, 16 h 后出现死亡, 临死前有挣扎、抽搐现象, 对刺激反应迟缓, 甚至失去知觉。死亡后体表泛白, 嘴及鳃盖张开, 鱼体僵硬, 鳃暗粉红色。24 h 的死亡率为 10%, 48 h 的死亡率为 60%, 72 h 的死亡率为 100%; 当浓度为 3.74 mg/L 时, 38 h 开始出现死亡, 48 h 的死亡率为 50%, 96 h 的死亡率为 80%。; 当浓度为 2.51 mg/L 时, 40 h 开始出现死亡, 96 h 的死亡率为 50%; 当浓度为 1.12 mg/L 时, 78 h 开始出现死亡。

表 3 实验药物对黑尾近红鲃鱼苗的半致死浓度和安全浓度

Table 3 Semi-lethal concentration (LC₅₀) and safe concentration (SC) for the drugs towards fingerling of *Ancherythropterus nigrocauda*

药物 Drugs	浓度组 (mg/L) Concentration group (mg/L)	开始死亡 (h) The Death Begins (h)	死亡率 (%) Mortality rate (%)				安全浓度 (mg/L) Safe concentration (mg/L)
			24 h	48 h	72 h	96 h	
硫酸铜与硫酸亚铁合剂 (比例 5:2) the mixture of cupric sulfate and ferrous sulphate (ratio 5:2)	3.78	63	0	0	20	30	
	4.32	52	0	0	10	30	
	4.95	23	10	10	20	50	
	5.86	22	10	30	50	80	
	7	18	50	80	100	100	
	LC ₅₀		7	6.32	5.86	4.95	0.495
高锰酸钾 Potassium permanganate	4.95		0	0	0	0	
	6.04	78	0	0	0	10	
	7.38	53	10	10	20	50	
	9.02	5	40	60	60	70	
	11.02	2	70	80	80	100	
	LC ₅₀		9.69	8.69	8.61	7.38	0.738
强氯精 Strong-chloride	0.99	75	0	0	10	20	
	1.34	45	0	10	20	30	
	1.8	20	20	30	30	60	
	2.44	16	40	50	60	80	
	3.28	6	60	100	100	100	
	LC ₅₀		2.86	2.44	2.36	1.65	0.165
敌百虫 Trichlorphon	1.12	78	0	0	20	20	
	1.68	54	0	0	20	40	
	2.51	40	0	10	20	50	
	3.74	38	0	50	70	80	
	5.58	16	10	60	100	100	
	LC ₅₀			3.74	3.25	2.51	0.251
溴氰菊酯 Bromochloropropene	0.026	52	0	0	10	20	
	0.033	20	20	30	40	50	
	0.039	18	40	50	60	60	
	0.049	17	50	50	60	80	
	0.061	14	60	80	100	100	
	LC ₅₀		0.049	0.039	0.036	0.033	0.0033

2.1.5 溴氰菊脂 溴氰菊脂在 0.061 mg/L 的浓度时,5 h 后受试幼鱼出现中毒症状,明显感到不安,呼吸加快,鱼尾部弯曲,14 h 开始出现死亡,幼鱼死亡前上下窜游,有时稍暂停后又恢复,鱼体腹部斜向上,身体抽搐弯曲严重,死后鱼尾部弯曲,鳃盖张开。24 h 死亡已达 50%,48 h 死亡达 80%,96 h 死亡 100%;当浓度为 0.049 mg/L 时,96 h 死亡 80%,浓度为 0.039 mg/L 时,96 h 死亡 60%。

2.2 实验药物对黑尾近红鲌鱼苗的半致死浓度和安全浓度

药物对实验鱼的毒性大小可用半致死浓度 LC_{50} 衡量, LC_{50} 越小,毒性越强。试验结果见表 3。若将实验药物对黑尾近红鲌鱼苗的 LC_{50} 依大小排列,其毒性的大小依次为:溴氰菊脂 > 强氯精 > 敌百虫 > 硫酸铜与硫酸亚铁合剂 > 高锰酸钾。各药物对黑尾近红鲌鱼苗的安全浓度大小依次为:高锰酸钾 > 硫酸铜与硫酸亚铁合剂 > 敌百虫 > 强氯精 > 溴氰菊脂。

3 分析与讨论

3.1 硫酸铜与硫酸亚铁合剂对黑尾近红鲌鱼苗的毒性

硫酸铜与硫酸亚铁合剂是水产常用药物,生产上常用于防治鱼类原生动动物疾病如车轮虫、杯体虫、吸管虫等疾病,还可杀灭青泥苔、蓝藻、真菌等,对鱼类的毒性受水源的溶解氧、pH 值、有机物含量、盐度等影响。本次试验其对黑尾近红鲌鱼苗的安全浓度为 0.495 mg/L,略低于生产常用剂量,其常用剂量为 0.5~0.7 mg/L,比长吻鮠安全浓度 0.064 mg/L (张素芳,1987) 要高得多,与梭鲈鱼种的安全浓度 0.481 mg/L (陈罗明等,2006) 相近,比斑点叉尾鮰安全浓度 0.85 mg/L (麦周明,1992) 要低。生产上的建议遍洒浓度要高于黑尾近红鲌鱼苗的安全浓度,所以用硫酸铜与硫酸亚铁合剂的遍洒浓度防治黑尾近红鲌鱼苗疾病时,在 12 h 后应及时冲水,以免造成药物中毒或死亡。

3.2 强氯精对黑尾近红鲌鱼苗的毒性

强氯精是渔业生产中常用于防治细菌性疾病和改善水质的常用药物,有效氯含量较高,对细菌繁殖、病毒、真菌孢子及细菌芽孢都有较强的杀灭作用。本次试验黑尾近红鲌鱼苗对强氯精的安全浓度为 0.165 mg/L。据黄凯等(1999)报道,南方鲇对强氯精的安全浓度为 0.147 mg/L;而张天来指出,强

氯精在试管内对草鱼烂鳃病致病菌鱼害粘球菌和肠炎病可疑致病菌的 72 h 最低有效杀灭浓度为 0.0195 mg/L,采用浓度为 0.2~0.3 mg/L 的强氯精对南方鲇养殖水体进行遍洒。因此建议强氯精的浸泡浓度为 2~3 mg/L,时间为 8~15 min,泼洒浓度 0.2~0.3 mg/L,在养殖生产中要精确计算用量。

3.3 敌百虫对黑尾近红鲌鱼苗的毒性

敌百虫溶于水后产生胆碱酯酶抑制剂,抑制胆碱酯酶活性,使动物神经中毒死亡。敌百虫在养殖生产中广泛用于防治由蠕虫、甲壳动物、肠道寄生虫等引起的鱼病。本次试验结果表明,黑尾近红鲌鱼苗对敌百虫的安全浓度为 0.251 mg/L,和生产常用浓度 0.2~0.5 mg/L (黄志斌,胡红,2001) 相近。据报道(刘学美,2002),南方鲇可使用 95% 的晶体敌百虫 0.3 mg/L 进行全池泼洒,能有效杀灭三代虫、指环虫、锚头蚤等寄生虫。因此建议使用敌百虫进行全池泼洒的浓度为 0.2~0.3 mg/L,浸泡浓度为 1.0~1.5 mg/L,浸泡时要认真观察鱼苗反应以确定浸泡时间,但要注意敌百虫毒副作用。总之,黑尾近红鲌鱼苗对敌百虫也比较敏感,在养殖生产中要慎用。

3.4 高锰酸钾对黑尾近红鲌鱼苗的毒性

高锰酸钾是一种常用的外用消毒药物,具有很强的氧化性,可以破坏菌体蛋白或酶蛋白而起到杀菌作用,对水生动物的鳃组织有较强的损坏作用,一般作为消毒剂用来治疗指环虫、锚头蚤、原虫类等鱼病。本次试验中黑尾近红鲌鱼苗对高锰酸钾的安全浓度为 0.738 mg/L,与泥鳅安全浓度 0.75 mg/L (杨启超等,2006) 和加州鲈鱼苗的安全浓度为 0.74 mg/L (农业部渔药手册编撰委员会,1998) 接近,比黄鳝的安全浓度 0.5773 mg/L (向泉等,2000) 和南方鲇的安全浓度 0.59 mg/L (黄凯等,1999) 略高。生产上高锰酸钾对一般养殖鱼类常用遍洒浓度为 1~2 mg/L。黑尾近红鲌鱼苗对高锰酸钾较敏感,可作为浸洗药物。推荐浓度为 3~5 mg/L,时间为 8~10 min,应慎用。

3.5 溴氰菊脂对黑尾近红鲌鱼苗的毒性

溴氰菊脂是拟除虫菊脂类杀虫剂,其杀虫活性高,以触杀和胃杀作用为主,对甲壳类寄生虫和水体中浮游动物有较好的杀虫作用,渔业生产上常作为杀虫剂用来防治中华蚤、锚头蚤、鱼虱等鱼病效果显著,但大多数鱼类对它比较敏感(农业部渔药手册编撰委员会,1998)。本次试验结果显示黑尾近红鲌鱼

苗对溴氰菊脂的安全浓度为 0.0033 mg/L,比丁鱥对溴氰菊脂的安全浓度 0.0075 mg/L(王广军, 2003)低,比白鲢的安全浓度 0.0022 mg/L(潘厚军等, 2000)高。生产上溴氰菊脂对一般养殖鱼类常用遍洒浓度为 0.1 ~ 0.3 mg/L,黑尾近红鲃鱼苗对溴氰菊脂比较敏感,在养殖过程中尽量不用。

3.6 常用渔药毒性评价

药物对试验鱼的毒性大小可用半致死浓度 LC_{50} 衡量。本试验表明,尽管同种渔药两种鱼类的 LC_{50} 值略有差异,但反映的毒性是一致的,即溴氰菊脂 > 强氯精 > 敌百虫 > 硫酸铜与硫酸亚铁合剂 > 高锰酸钾 > 甲醛。根据中华人民共和国环境保护行业标准

《新化学物质危害评估导则》规定(HJ/T154-2004),急性毒性试验 LC_{50} 值 < 1 mg/L 为极高毒、1 ~ 10 mg/L 为高毒、10 ~ 100 mg/L 为中毒、100 mg/L 以上为低毒,所以溴氰菊脂为极高毒物质,高锰酸钾、硫酸铜与硫酸亚铁合剂、强氯精、敌百虫为高毒物质。

比较这几种渔药的常用浓度(遍洒法)与安全浓度可以发现,除敌百虫的使用浓度与安全浓度相当外,其余 5 种药物的使用浓度均高于安全浓度(表 4)。其中,高锰酸钾、硫酸铜与硫酸亚铁合剂、强氯精的使用浓度通常是安全浓度的 1.5 ~ 2 倍,因此需慎用;而溴氰菊脂不仅毒性大,而且使用浓度高于安全浓度 3 个数量级,故建议不用。

表 4 几种常用渔药的使用浓度与安全浓度
Table 4 Working concentration and safe concentration(SC) of common drugs

药物 Drugs	遍洒法使用浓度(mg/L) working concentration (mg/L)	黑尾近红鲃安全浓度(mg/L) The safe concentration(SC) of Ancherythropterus nigrocauda(mg/L)	备注 Remark
敌百虫 Trichlorphon	0.2 ~ 0.5	0.251	高毒,可用
硫酸铜与硫酸亚铁合剂(比例 5:2) the mixture of cupric sulfate and ferrous sulphate(ratio 5:2)	0.7	0.495	高毒,慎用
高锰酸钾 Potassium permanganate	1-2	0.738	高毒,慎用
强氯精 Strong-chloride	0.3 ~ 0.4	0.165	高毒,慎用
溴氰菊脂 Bromochloropropene	0.1 ~ 0.3	0.0033	极高毒,不用

从本试验数据结果表明,黑尾近红鲃鱼苗对各种药物都较敏感,这可能与该鱼一直生活在河流等水体中,对环境要求较高,对药物敏感。本试验在较高的温度 29 ~ 30℃ 中进行,而药物的毒性与水温有一定的关系,一般规律是水温升高,药物毒性增加;试验用水为曝气的自来水,水中的有机物的含量低,药物毒性会增加。在实际生产中药物的毒性往往要受鱼的体质状况、水温、水质、pH 值、各种水生生物和有机质等诸多因子影响,因此在实际养殖生产中用药时应根据具体的情况配置用药浓度,用药时要密切观察鱼的活动情况,高浓度药物浸泡时最好先用几尾鱼做试验,以防中毒。

4 参考文献

陈罗明,凌去非,魏宾,等. 2006. 四种常用鱼药对梭鲈鱼种的急性毒性实验[J]. 农业环境科学学报, 25(增刊): 492 ~ 495.
丁瑞华. 1994. 四川鱼类志[M]. 成都: 四川科学技术出版社: 238 ~ 240.
湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 1976. 长江鱼类[M]. 北京: 科学出版社.
黄凯,杨子江,黄志凯. 1999. 7 种常用药物对南方大口鲈的急性毒性研究[J]. 水利渔业, (4): 37 ~ 39.
黄志斌,胡红. 2001. 水产药物应用表解[M]. 南京: 江苏科学技术出版社: 31 ~ 65.

刘学美. 2002. 三代虫危害南方大口鲈防治体会[J]. 齐鲁渔业, (5): 32.
麦周明. 1992. 斑点叉尾鲷对几种常用鱼药的急性中毒及忍受力试验[J]. 水产科学, (7): 34 ~ 35.
农业部渔药手册编撰委员会. 1998. 渔药手册[M]. 北京: 中国科技出版社.
潘厚军,吴淑勤,黄志斌,等. 2000. 鱼类对有机磷和菊酯类农药的敏感性研究[J]. 淡水渔业, (7): 23 ~ 24.
谭德清,王剑伟,但胜国. 2004. 黑尾近红鲃含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水生生物学报, (5): 240 ~ 246.
谭德清,王剑伟,严太明,等. 2004. 黑尾近红鲃人工繁殖研究[J]. 长江流域资源与环境, (3): 193 ~ 196.
王广军. 2003. 四种常用药物对丁鱥鱼种的毒性试验[J]. 淡水渔业, (3): 25 ~ 26.
魏开建,张桂蓉,王复习,等. 2000. “克虫王”对大口鲈的急性毒性试验[J]. 淡水渔业, (12): 33 ~ 36.
向泉,周维禄,王小艳,等. 2000. 四种常用药物对黄鳍苗种急性毒性研究[J]. 四川水产, (4): 31 ~ 33.
薛正楷,何学福. 2001. 黑尾近红鲃的年龄与生长[J]. 西南师范大学学报, 26(6): 712 ~ 717.
杨启超,万全,赵俊峰,等. 2006. 4 种常用鱼药对泥鳅的急性毒性试验[J]. 水利渔业, (2): 93 ~ 95.
张素芳. 1987. 长吻鮠对几种常用水产药物的忍受力[J]. 淡水渔业, (5): 38 ~ 39.
周永欣,章宗涉. 1989. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京: 农业出版社: 109 ~ 133.