

# 四种常用渔药对泥鳅苗种急性毒性试验

王雨辰 胡廷尖 刘士力 李倩 周志明 练青平 韦肖杭

(浙江省淡水水产研究所 浙江 湖州 313001)

**摘要:**通过静态单因子急性毒性试验,表明硫酸铜对泥鳅水花和夏花苗种的24、48、96 h的半致死浓度(LC<sub>50</sub>)分别为0.702、0.587、0.509 mg/L和1.810、1.412、1.270 mg/L,安全浓度分别为0.05、0.13 mg/L;硫酸亚铁对泥鳅水花和夏花苗种的24、48、96 h的半致死浓度(LC<sub>50</sub>)分别为12.472、9.819、8.297 mg/L和24.876、19.024、16.833 mg/L,安全浓度分别为0.83、1.68 mg/L;戊二醛对泥鳅水花和夏花苗种的24、48、96 h的半致死浓度(LC<sub>50</sub>)分别为13.286、13.264、12.319 mg/L和45.101、42.701、40.547 mg/L,安全浓度分别为1.23、4.05 mg/L;氧化钙对泥鳅水花和夏花苗种的24、48、96 h的半致死浓度(LC<sub>50</sub>)分别为102.609、102.299、98.815 mg/L和119.345、117.288、114.305 mg/L,安全浓度分别为9.88、11.43 mg/L。在泥鳅苗种阶段,药物敏感性由大到小依次为硫酸铜、硫酸亚铁、戊二醛、氧化钙。

**关键词:**泥鳅苗种;硫酸铜;硫酸亚铁;戊二醛;氧化钙;急性毒性试验

中图分类号:S966.4 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)04-0781-05

## The Acute Toxicity of Four Aquacultural Chemicals to the Fingerlings and Fry of Loach

WANG Yu-chen, HU Ting-jian, LIU Shi-li,  
LI Qian, ZHOU Zhi-ming, LIAN Qing-ping, WEI Xiao-hang

(Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China)

**Abstract:** The single factor experiment of static acute toxicity tests showed that the LC<sub>50</sub> in 24 hours, 48 hours and 96 hours of copper sulfate for loach fingerlings and fry were respectively 0.702, 0.587, 0.509 mg/L and 1.810, 1.412, 1.270 mg/L, the safety concentrations were 0.05 mg/L and 0.13 mg/L; the LC<sub>50</sub> in 24 hours, 48 hours and 96 hours of ferrous sulfate for loach fingerlings and fry were respectively 12.472, 9.819, 8.297 mg/L and 24.876, 19.024, 16.833 mg/L, the safety concentrations were 0.83 mg/L and 1.68 mg/L. the LC<sub>50</sub> in 24 hours, 48 hours and 96 hours of glutaraldehyde for loach fingerlings and fry were respectively 13.286, 13.264, 12.319 mg/L and 45.101, 42.701, 40.547 mg/L, the safety concentrations were 1.23 mg/L and 4.05 mg/L. the LC<sub>50</sub> in 24 hours, 48 hours and 96 hours of calcium oxide for loach fingerlings and fry were respectively 102.609, 102.299, 98.815 mg/L and 119.345, 117.288, 114.305 mg/L, the safety concentrations were 9.88 mg/L and 11.43 mg/L. In the stage of loach fry, the degrees of drug sensitivity were in the order as follows: copper sulfate > ferrous sulfate > glutaraldehyde > calcium oxide.

**Key words:** loach fry; copper sulfate; ferrous sulfate; glutaraldehyde; calcium oxide; acute toxicity

收稿日期:2011-03-31 修回日期:2011-05-18

基金项目:浙江省级公益性技术应用研究计划项目(2010C32033)、湖州市科技局新农村建设项目(2009YN01)和湖州市水产养殖创新团队(2010KC02)

作者简介:王雨辰(1982—),男,助理工程师,主要从事水产苗种繁育和健康养殖,E-mail: faywallace@163.com;\*

通讯作者:胡廷尖,E-mail: zjscmz@163.com.

泥鳅营养丰富,具有一定的药用价值,被誉为“水中人参”,在国内外市场上十分畅销,我国养殖泥鳅已有一定的规模。目前在当地泥鳅以土池和稻田养殖为主<sup>[1-3]</sup>,具有较好的经济效益。但是泥鳅苗种期间极为娇嫩,多潜卧于池塘底部<sup>[4-6]</sup>,在人工集约化培育期间多有病害发生且不易观察到苗种对药物的反应,目前泥鳅苗种的药物敏感性资料较少,为此笔者选择硫酸铜、硫酸亚铁、戊二醛和氧化钙4种常用化学试剂对泥鳅进行急性毒性试验,以求安全浓度,为防治疾病合理用药提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

1.1.1 药物 药物品名及来源见表1。表1药物用蒸馏水配成母液,然后按比例稀释,不同浓度的间隔按等对数间距设计。

表1 药物品名及来源  
Tab.1 Medicament and its origin

| 药品名<br>Medicament              | 类型<br>Purity | 有效含量<br>Content | 生产商<br>Manufacturer |
|--------------------------------|--------------|-----------------|---------------------|
| 五水合硫酸铜(II) Copper sulfate(ACS) | 分析纯          | ≥99.0%          | 汕头市西陇化工有限公司         |
| 硫酸亚铁 Ferrus sulfate            | 分析纯          | ≥99.0%          | 天津市天津市长鑫宏翔商贸有限公司    |
| 戊二醛 Glutaraldehyde             | 分析纯          | ≥50%            | 天津市科密欧化学试剂有限公司      |
| 氧化钙 Calcium oxide              | 分析纯          | ≥98.0%          | 汕头市西陇化工有限公司         |

1.1.2 试验用鱼 试验鱼由浙江省淡水水产研究所特种水产苗种基地提供。泥鳅水花苗种采用出膜第3天的能平游,吸附能力强的优质苗种;夏花苗种为经池塘养殖35 d,规格(5.0±0.4) cm,质量(0.70±0.05) g的鱼种,鱼体健康、活泼,无明显疾病和肉眼可见畸形,试验前经网箱暂养3 d,并停止投饵。

1.1.3 试验场所 本次试验场所位于浙江省淡水水产研究所特种水产苗种基地。

1.1.4 试验容器和试验用水 试验在上底直径13.5 cm,下底直径10 cm,高9 cm的容积为0.98 L塑料碗中进行,溶液体积为500 mL。试验水体为清洁的池塘养殖用水,水温23~25℃,氨氮含量0.32~0.36 mg/L, COD 4.2~4.4 mg/L,总磷0.48~0.55 mg/L,总氮0.78~0.83 mg/L,经曝气2 d后使用。

### 1.2 试验方法

采用静态急性毒性试验方法进行试验<sup>[7]</sup>。先按照急性毒性试验方法进行预备试验,确定泥鳅苗种全死和不死的剂量范围。再按照等对数间距法选择一定的浓度梯度作正式急性毒性试验。正式试验分5组试验组和1个空白组,水花苗种每组30尾分别放置于3个容器,夏花苗种每组20尾,分别放置与4个容器,每组设置3个重复组。试验时间为96 h,试验期间每24 h更换药液1次,以使试验期间药液的浓度保持一致,试验期间不投饵。试验期间分别于24、48、96 h记录各浓度梯度组泥鳅的死亡数,计算24、48、96 h的半数致死浓度以及95% CI(CI表示浓度区间,下同),并计算安全浓度。试验过程中,及时剔除死亡动物,以防水质受到污染。

### 1.3 数据处理及分析

采用Excel2003软件进行数据录入。所有数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。根据机率单位加权回归(Bliss)法,采用spss13.0软件中的Probit 机率单位分析法进行统计<sup>[8]</sup>。

$$SC(\text{安全浓度}) = 96h LC_{50} \times 10\% \quad (1)$$

## 2 结果

### 2.1 硫酸铜对泥鳅苗种的急性毒性试验

2.1.1 硫酸铜对泥鳅水花苗种的急性毒性试验 表2可见,泥鳅水花苗种对硫酸铜溶液中的死亡率均随处理时间的延长和硫酸铜溶液浓度的增大而升高。硫酸铜溶液染毒24、48、96 h泥鳅水花苗种的LC<sub>50</sub>分别为0.702、0.587、0.509 mg/L,95% CI分别为0.508~0.957、0.369~0.867、0.425~0.601 mg/L,安全浓度为0.05 mg/L。

表2 各时间段硫酸铜溶液染毒泥鳅水花和夏花苗种存活数( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 2 The survival amount of loach fingerling and loach fry in Copper Sulfate liquor at each time period

| 处理浓度/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )<br>Concentrations<br>of treatment | 水花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of fry |              |              |              | 处理浓度/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )<br>Concentrations<br>of treatment | 夏花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of loach fingerling |              |              |              |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--|---|--------------|--------------|--------------|
|  | 0                                  | 24           | 48           | 96           |  | 0   | 24           | 48           | 96           |
| 空白组  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 空白组  | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 0.30   | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 0.50   | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 0.48   | 30                                 | 20.07 ± 1.02 | 15.33 ± 3.21 | 14.37 ± 2.65 | 0.89   | 20  | 15.67 ± 2.08 | 14.31 ± 0.58 | 12.25 ± 1.95 |
| 0.77   | 30                                 | 14.32 ± 2.64 | 10.67 ± 2.08 | 3.43 ± 1.53  | 1.58   | 20  | 13.00 ± 2.65 | 9.62 ± 2.16  | 7.08 ± 2.04  |
| 1.24   | 30                                 | 5.41 ± 2.27  | 1.33 ± 0.59  | 0            | 2.81   | 20  | 6.33 ± 3.06  | 2.77 ± 1.34  | 0            |
| 2.00   | 30                                 | 0            | 0            | 0            | 5.00   | 20  | 0            | 0            | 0            |

2.1.2 硫酸铜对泥鳅夏花苗种的急性毒性 由表2可知,泥鳅夏花苗种对硫酸铜溶液中的死亡率均随处理时间的延长和硫酸铜溶液浓度的增大而升高。硫酸铜溶液染毒24、48、96 h泥鳅夏花苗种的 $LC_{50}$ 分别为1.810、1.412、1.270 mg/L,95% CI分别为1.167~2.956、1.081~1.831、0.480~3.420 mg/L,安全浓度为0.13 mg/L。

## 2.2 硫酸亚铁对泥鳅苗种的急性毒性试验

2.2.1 硫酸亚铁对泥鳅水花苗种的急性毒性试验 表3可见,泥鳅水花苗种对硫酸亚铁溶液中的死亡率均随处理时间的延长和硫酸亚铁溶液浓度的增大而升高。硫酸亚铁溶液染毒24、48、96 h泥鳅水花苗种的 $LC_{50}$ 分别为12.472、9.819、8.297 mg/L,95% CI分别为8.021~19.362、3.592~18.600、2.382~15.603 mg/L,安全浓度为0.83 mg/L。

表3 各时间段硫酸亚铁溶液染毒泥鳅水花和夏花苗种存活数( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 3 The survival amount of loach fingerling and loach fry in Ferrus Sulfate liquor at each time period

| 处理浓度/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )<br>Concentrations<br>of treatment | 水花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of fry |              |              |              | 处理浓度/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )<br>Concentrations<br>of treatment | 夏花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of loach fingerling |              |              |             |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--|---|--------------|--------------|-------------|
|  | 0                                  | 24           | 48           | 96           |  | 0   | 24           | 48           | 96          |
| 空白组  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 空白组  | 20  | 20           | 20           | 20          |
| 5.00   | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 10.00  | 20  | 20           | 20           | 20          |
| 7.83   | 30                                 | 23.00 ± 4.00 | 20.67 ± 6.03 | 13.33 ± 1.53 | 14.95  | 20  | 13.67 ± 2.52 | 11.33 ± 1.53 | 9.00 ± 2.00 |
| 12.25  | 30                                 | 13.62 ± 4.13 | 3.39 ± 2.08  | 2.71 ± 0.92  | 22.36  | 20  | 12.31 ± 2.08 | 6.00 ± 2.65  | 3.67 ± 3.21 |
| 19.17  | 30                                 | 10.00 ± 1.00 | 4.68 ± 4.04  | 1.58 ± 1.15  | 33.44  | 20  | 9.33 ± 2.78  | 4.36 ± 1.15  | 2.41 ± 2.08 |
| 30.00  | 30                                 | 0            | 0            | 0            | 50.00  | 20  | 0            | 0            | 0           |

2.2.2 硫酸亚铁对泥鳅夏花苗种的急性毒性 由表3可知,泥鳅夏花苗种对硫酸亚铁溶液中的死亡率均随处理时间的延长和硫酸亚铁溶液浓度的增大而升高。硫酸亚铁溶液染毒24、48、96 h泥鳅夏花苗种的 $LC_{50}$ 分别为24.876、19.024、16.833 mg/L,95% CI分别为7.112~32.411、9.817~30.507、4.825~29.678 mg/L,安全浓度为1.68 mg/L。

## 2.3 戊二醛对泥鳅苗种的急性毒性试验

2.3.1 戊二醛对泥鳅水花苗种的急性毒性试验 表4可见,泥鳅水花苗种对戊二醛溶液中的死亡率均随处理时间的延长和戊二醛溶液浓度的增大而升高。戊二醛溶液染毒24、48和96 h泥鳅水花苗种的 $LC_{50}$ 分别为13.286、13.264、12.319 mg/L,95% CI分别为12.206~14.405、11.977~14.629和11.449~13.180 mg/L,安全浓度为1.23 mg/L。

2.3.2 戊二醛对泥鳅夏花苗种的急性毒性 表4可知,泥鳅夏花苗种对戊二醛溶液中的死亡率均随处理时间的延长和戊二醛溶液浓度的增大而升高。戊二醛溶液染毒24、48、96 h泥鳅夏花苗种的 $LC_{50}$ 分别为45.101、42.701、40.547 mg/L,95% CI分别为33.086~59.858、36.419~49.187、35.842~43.146 mg/L,安全浓度为4.05 mg/L。

表4 各时间段戊二醛溶液染毒泥鳅水花和夏花苗种的存活数( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 The survival amount of loach fingerling and loach fry in Glutaraldehyde liquor at each time period

| 处理浓度/<br>(mg·L <sup>-1</sup> )<br>Concentrations<br>of treatment | 水花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of fry |              |              |              | 处理浓度/<br>(mg·L <sup>-1</sup> )<br>Concentrations<br>of treatment | 夏花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of loach fingerling |              |              |              |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--|---|--------------|--------------|--------------|
|  | 0                                  | 24           | 48           | 96           |  | 0   | 24           | 48           | 96           |
| 空白组  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 空白组  | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 10.00  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 30.00  | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 11.42  | 30                                 | 28.67 ± 1.13 | 28.01 ± 1.11 | 24.05 ± 2.65 | 37.04  | 20  | 13.67 ± 3.22 | 13.09 ± 2.65 | 12.31 ± 3.06 |
| 13.04  | 30                                 | 13.09 ± 3.61 | 9.49 ± 1.06  | 5.37 ± 2.08  | 45.83  | 20  | 8.00 ± 3.61  | 6.78 ± 2.08  | 4.68 ± 1.09  |
| 14.89  | 30                                 | 7.21 ± 4.02  | 4.68 ± 3.22  | 2.00 ± 1.00  | 56.64  | 20  | 6.57 ± 3.02  | 3.33 ± 1.53  | 1.00 ± 1.73  |
| 17.00  | 30                                 | 0            | 0            | 0            | 70.00  | 20  | 0            | 0            | 0            |

## 2.4 氧化钙对泥鳅苗种的急性毒性试验

2.4.1 氧化钙对泥鳅水花苗种的急性毒性试验 表5可见,泥鳅水花苗种对氧化钙溶液敏感,死亡率均随处理时间的延长和氧化钙溶液浓度的增大而升高。氧化钙溶液染毒24、48、96 h泥鳅水花苗种的 $LC_{50}$ 分别为102.609、102.299、98.815 mg/L,95% CI分别为91.330~113.618、95.173~109.430、91.112~106.355 mg/L,安全浓度为9.88 mg/L。

表5 各时间段氧化钙溶液染毒泥鳅水花水花和夏花苗种的存活数( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.5 The survival amount of loach fingerling and loach fry in Calcium oxide liquor at each time period

| 处理浓度/<br>(mg·L <sup>-1</sup> )<br>Concentrations<br>of treatment | 水花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of fry |              |              |              | 处理浓度/<br>(mg·L <sup>-1</sup> )<br>Concentrations<br>of treatment | 夏花苗种染毒时间/h<br>Toxicing time of loach fingerling |              |              |              |
|--|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--|---|--------------|--------------|--------------|
|  | 0                                  | 24           | 48           | 96           |  | 0   | 24           | 48           | 96           |
| 空白组  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 空白组  | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 80.00  | 30                                 | 30           | 30           | 30           | 100.00   | 20  | 20           | 20           | 20           |
| 93.61  | 30                                 | 18.32 ± 6.51 | 17.24 ± 5.09 | 16.59 ± 4.53 | 110.67   | 20  | 12.33 ± 2.08 | 12.00 ± 2.65 | 11.47 ± 2.19 |
| 109.54   | 30                                 | 9.67 ± 2.08  | 8.37 ± 3.06  | 7.05 ± 2.03  | 122.67   | 20  | 11.35 ± 4.04 | 8.67 ± 1.73  | 4.69 ± 2.52  |
| 128.19   | 30                                 | 4.00 ± 3.61  | 2.76 ± 3.79  | 1.00 ± 1.00  | 135.34   | 20  | 1.37 ± 1.53  | 0.66 ± 1.16  | 0            |
| 150.00   | 30                                 | 0            | 0            | 0            | 150.00   | 20  | 0            | 0            | 0            |

2.4.2 氧化钙对泥鳅夏花苗种的急性毒性 由表5可知,泥鳅夏花苗种对氧化钙溶液敏感,死亡率均随处理时间的延长和氧化钙溶液浓度的增大而升高。氧化钙溶液染毒24、48、96 h泥鳅夏花苗种的 $LC_{50}$ 分别为119.345、117.288、114.305 mg/L,95% CI分别为103.849~136.274、107.418~127.220、108.503~119.996 mg/L,安全浓度为11.43 mg/L。

## 3 讨论

### 3.1 硫酸铜及硫酸亚铁对泥鳅苗种的毒性

硫酸铜是通过 $Cu^{2+}$ 破坏虫体酶的活性,使虫体物质代谢阻碍从而达到杀虫目的。主要用于灭杀纤毛虫、鞭毛虫等体外寄生虫及一些低等藻类<sup>[9]</sup>。硫酸亚铁主要为溶化鳃部黏液,为硫酸铜渗入鳃部打

开通道。两者经常混合使用,有效杀灭车轮虫的浓度为 $0.7\text{ mg/L}$ <sup>[10]</sup>。在试验中泥鳅水花培育至夏花阶段硫酸铜的安全浓度为 $0.05\sim 0.13\text{ mg/L}$ 。较淇河鲫鱼、鳊鱼苗、草鱼、美国大口胭脂鱼、地图鱼、刺鲃鱼苗、黄颡鱼鱼苗、斑点叉尾鮰鱼种、南方大口鲶对药物敏感<sup>[11-16]</sup>,低于养殖中常用的 $0.5\text{ mg/L}$ 剂量<sup>[9,12]</sup>,因此在此阶段要慎用该试剂<sup>[9]</sup>。硫酸亚铁的安全浓度为 $0.83\sim 1.68\text{ mg/L}$ ,高于养殖中常用的 $0.2\text{ mg/L}$ <sup>[14]</sup>,因此在配合硫酸铜消毒时是安全可靠的。

### 3.2 戊二醛对泥鳅苗种的毒性

戊二醛为养殖鱼类的体表消毒药物<sup>[17]</sup>。泥鳅放入戊二醛药液后,游动加剧,死亡时鱼苗肛门处多有排泄物,夏花苗种口部张开。从水花培育到夏花阶段,戊二醛的安全浓度为 $1.23\sim 4.05\text{ mg/L}$ ,属于中毒药品,其使用浓度远远低于黄鳝<sup>[11]</sup>。使用时需根据说明书及药品有效含量,计算水体容积后小心慎用。

### 3.3 氧化钙对泥鳅苗种的毒性

生石灰是鱼类养殖过程中使用较多的药物,氧化钙即为其主要成分。氧化钙即可充当鱼体消毒剂,又可作为水体改良剂长期使用,能有效的调节水体的pH值,促进藻类总量增加品种增多,有效使用量要大于 $40\text{ mg/L}$ <sup>[18]</sup>。沙塘鳢、罗氏沼虾苗和克氏原螯虾对生石灰的安全浓度为 $5.925\ 26.782\ 8.08\text{ mg/L}$ <sup>[19-21]</sup>,本次试验中氧化钙对泥鳅鱼苗鱼种的安全浓度分别为 $9.88, 11.43\text{ mg/L}$ ,这说明氧化钙对不同水产动物的影响差异显著。本试验表明在泥鳅养殖过程中利用生石灰调节水质是会对泥鳅产生影响的。

### 参考文献:

- [1]常先苗. 稻田环沟培育泥鳅大规模苗种技术研究[J]. 中国水产, 2009(2): 51-53.
- [2]原居林, 胡益民. 田鱼泥鳅稻田高效生态混养技术要点[J]. 中国水产, 2009(10): 55-56.
- [3]祝少华. 沿黄背河洼地池塘泥鳅无公害养殖技术[J]. 渔业致富指南, 2008(15): 46.
- [4]黄山君, 周渔峰, 金学福. 不同生态条件下对泥鳅产卵、孵化及仔鱼培育影响初探[J]. 淡水渔业, 1999, 29(1): 30-32.
- [5]邵力, 童勇义. 泥鳅仔鱼开口饵料与生长的初步研究[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2002, 21(3): 216-219.
- [6]朱炳全. 泥鳅的人工繁殖及苗种培育技术[J]. 齐鲁渔业, 2002, 19(9): 22-23.
- [7]周永欣, 章宗涉. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京: 北京农业出版社, 1989: 192-219.
- [8]周一平. 用spss软件计算新药的LD<sub>50</sub>[J]. 药学进展, 2003, 27(5): 314-316.
- [9]谢炎福, 祖恩普. 硫酸铜引起鱼类中毒原因的分析及对策[J]. 水利渔业, 2005, 25(6): 989-9.
- [10]黄立峰. 鱼苗车轮虫病的简易治疗方法[J]. 动物学杂志, 1975(2): 29-30.
- [11]张月琴, 李爱景, 金晓璐, 等. 硫酸铜和高锰酸钾对淇河鲫鱼仔鱼的急性毒性研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15): 7030-7031.
- [12]丛宁. 敌百虫等常用药物对淡水养殖动物的急性毒性[J]. 北京水产, 2003(3): 22-24.
- [13]丁淑荃, 万全, 马艳, 等. 7种常规药物对鳊鱼苗的急性毒性试验[J]. 水利渔业, 2006, 26(2): 99-101.
- [14]林启存, 陈武, 周立伟, 等. 6种常见药物对杂交鳢的急性毒性试验[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(9): 4639-4641, 4656.
- [15]叶素兰, 余治平. 六种水产药物对草鱼鱼种的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2007, 26(10): 564-566.
- [16]李力, 刘巍, 陈豫华, 等. 北方地区硫酸铜和氟戊菊酯对鲤鱼鱼苗及其寄生虫的毒性试验[J]. 宁夏农林科技, 2007(5): 56-57.
- [17]杨小林, 阮国良, 杨代勤. 戊二醛和季铵盐复合物对黄鳝的急性毒性作用[J]. 长江大学学报: 自科版, 2006, 3(3): 150-152.
- [18]赖子尼, 石存斌, 吴淑勤, 等. 生石灰对水体生态因子的影响初探[J]. 中国水产, 1999(12): 24-25, 27.
- [19]孙文君. 沙塘鳢对6种常用药物的敏感性研究[J]. 内陆水产, 2005, 30(4): 28-30.
- [20]姜兰, 邹为民, 梁爱玲. 罗氏沼虾苗对8种常用药物的敏感性试验[J]. 广西水产科技, 2003(1): 42-45.
- [21]赵朝阳, 周鑫, 徐增鸿, 等. 4种水产药物对克氏原螯虾的急性毒性研究[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(4): 456-459.