

doi:10.3969/j.issn.1004-2091.2012.01.011

# 四种药物对斑马鱼急性毒性试验

胡秀彩<sup>1,2</sup>, 边延峰<sup>3</sup>, 周 捷<sup>1</sup>, 吕爱军<sup>1</sup>

(1.徐州师范大学生命科学学院, 江苏 徐州 221116; 2.江苏省药用植物生物技术重点实验室, 江苏 徐州 221116;  
3.天津生机集团股份有限公司, 天津 300384)

**摘 要:**为探究消毒液和农药对斑马鱼的毒性与安全评价,首次选用高锰酸钾、甲醛、精碘和卡螨死四种试剂进行急性毒性试验,以 24~96 h 半致死浓度(LC<sub>50</sub>)判断斑马鱼对四种药物的敏感性。结果表明 24、48、72、96 h 的 LC<sub>50</sub>,高锰酸钾分别为 1.15、1.12、1.12、1.11 mg/L;甲醛为 48、45、45、40 mg/L;精碘分别为 7.8×10<sup>-3</sup>、5.8×10<sup>-3</sup>、5.6×10<sup>-3</sup>、5.3×10<sup>-3</sup>mg/L;卡螨死分别为 1.95×10<sup>-7</sup>、1.23×10<sup>-7</sup>、0.65×10<sup>-7</sup>、0.62×10<sup>-7</sup>mg/L。高锰酸钾、甲醛、精碘和卡螨死的安全质量浓度(SC)分别为 1.07、11.8、0.96×10<sup>-3</sup>和 1.48×10<sup>-6</sup> mg/L。参照我国化学物质对鱼类毒性分级标准,判定高锰酸钾对斑马鱼急性毒性为 Ⅱ级,甲醛为 Ⅲ级,精碘和卡螨死对斑马鱼急性毒性为 Ⅳ级。

**关键词:**斑马鱼;急性毒性;半致死浓度;安全质量浓度

中图分类号:Q176 文献标识码:A 文章编号:1004-2091(2012)01-0043-05

斑马鱼(*Brachydanio rerio*)作为一种模式生物,除了具有经济、观赏价值外,目前已成为研究脊椎动物胚胎发育及对外界环境变化,如紫外线、重金属盐类、农药、消毒液、工业污水、放射性物质等对人类影响的良好研究材料,是一种极好的实验模式鱼<sup>[1]</sup>。

高锰酸钾是一种外用消毒药物,通过强氧化性和吸附作用杀虫,也可以杀死细菌,常用于杀灭不形成孢囊的原虫、蠕虫、三代虫等,也可用于消毒、防腐、防治细菌性疾病<sup>[2]</sup>。甲醛是日益受到重视的环境污染物之一,在工业上主要用于制造塑料、树脂、橡胶等,在农林畜牧业、生物学和医药中普遍用作消毒、防腐和熏蒸剂<sup>[3]</sup>。

近年来,化学农药的大量施用对生态系统造成了严重影响。我国目前农药年产量达 80 万吨,居世界第 2 位,精碘和卡螨死是常用农药之一<sup>[4,5]</sup>。这些农药被大量施入土壤中,经过地表和地下径流会污染饮用水和地表水源水,导致饮水污染事故的发生,造成大量的经济损失,给人们的生产生活带来了不便。斑马鱼的急性毒性试验是一种较好的判断水毒性的方法,已被应用于废水和化学药品的毒性测试<sup>[6]</sup>。

目前,国内关于鱼类急性毒性的实验研究,常以鲤、金鱼等作为实验对象<sup>[1-6]</sup>。斑马鱼急性毒性试

验作为检测工业污染及水体污染的重要手段之一,还未广泛采用<sup>[7]</sup>。本实验首次采用高锰酸钾、甲醛、农药精碘和卡螨死四种试剂对斑马鱼进行急性毒性试验,以便为水产养殖、鱼病防治等提供一定的科学参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

高锰酸钾(分析纯)购自徐州试剂总厂;甲醛购自徐州试剂二厂;精碘(有效成分 5%)购自广西金穗农药有限公司;卡螨死(24.5%阿维柴)购自河南欣农化工有限公司。实验室配制高锰酸钾浓度为 1.0 g/L,甲醛 120 mg/L,精碘 2.0×10<sup>-2</sup> mg/L,卡螨死储备液 1.3×10<sup>-3</sup> mg/L,稀释至所需浓度,现用现配。

斑马鱼购于徐州市某花鸟市场,斑马鱼平均体长 2~3 cm,平均体重 0.15 g,试验前在室内驯养 5 d 以上,自然死亡率小于 0.5%,试验前 1 d 停止喂食,试验期间也不喂食。

### 1.2 方法

参照吕爱军等<sup>[7]</sup>实验方法进行。试验开始时连续观察 8 h,观察记录鱼的中毒情况(平衡、游动、呼吸、体色变化)以及 24~96 h 的死亡情况及开始死亡时间及死亡数目。当鱼死亡时,立刻取出,观察并记录其体表特征和内脏表面特征。实验时间为 96 h,96 h 后若仍有存活鱼,继续实验至 7 d。

资助项目:国家自然科学基金资助项目(30800847);江苏省高校“青蓝工程”项目(2008)

作者简介:胡秀彩(1976-)女,实验师,从事资源微生物学研究。E-mail:huxiucail26.com

通讯作者:吕爱军,副教授。E-mail:lajand@126.com

实验数据分析采用 Bliss 法计算斑马鱼的半致死浓度  $LC_{50}$ , 安全质量浓度用公式  $SC=48\text{ h } LC_{50} \times 0.3 / (24\text{ h } LC_{50} / 48\text{ h } LC_{50})^2$ 。

## 2 结果

### 2.1 斑马鱼急性毒性及中毒症状

高锰酸钾对斑马鱼急性毒性试验结果表明,高锰酸钾浓度为 1.15 mg/L 时,12 h 内出现斑马鱼死亡。高锰酸钾浓度为 1.2 mg/L,48 h 内斑马鱼全部死亡;高锰酸钾浓度为 1.3 mg/L,24 h 内斑马鱼全部死亡;高锰酸钾浓度为 1.4 mg/L 时,12 h 内斑马鱼全部死亡,约 4~5 h 后有鱼上浮,6~7 h 后有鱼出现侧翻,10 h 后斑马鱼开始死亡。高锰酸钾浓度低于 1.12 mg/L,7 d 后仍有存活试验鱼;当高锰酸钾浓度为 1.0 mg/L 时,没有出现斑马鱼死亡。高锰酸钾对斑马鱼中毒较慢,开始阶段出现窜游,很快消失,稍后鱼群安静地沉在水底。高浓度组约 5 h 后开始出现上浮,随中毒时间及程度的加深,在水表面出现侧翻,鳃盖外掀,且鳃发生轻微肿胀,呼吸幅度加大,体色发暗,肚子朝上,沉于水底死亡,体表略微泛红。

甲醛对斑马鱼急性毒性试验结果表明:甲醛浓度为 38 mg/L 时,48 h 内出现斑马鱼死亡;甲醛浓度为 46 mg/L,24 h 内斑马鱼全部死亡;甲醛浓度为 50 mg/L,12 h 内斑马鱼有死亡,72 h 后斑马鱼全部死亡,约 4 h 后有鱼上浮,6 h 后有鱼出现侧翻,9 h 后斑马鱼开始死亡。甲醛浓度低于 42 mg/L,7 d 后仍有存活试验鱼;当甲醛浓度为 34 mg/L 时,没有出现斑马鱼死亡。甲醛使斑马鱼中毒较快,开始阶段游动迅速,鱼群大多向上浮动,呆在水面上方,高浓度组约 4 h 就出现萎靡,尾巴略垂。随着中毒时间的加剧,鱼群反复游动,非常不安,呼吸频率加强,嘴大张,出现顶水现象,继而出现侧翻游动,鳃部频繁闭合并泛红,尾巴略垂,萎靡,体表泛红。

精碘对斑马鱼急性毒性试验结果表明:精碘浓度为  $6.5 \times 10^{-3}$  mg/L 时,12 h 内出现斑马鱼死亡,且 48 h 内实验鱼全部死亡,24~48 h 是实验鱼的集中死亡时段。高浓度组精碘浓度为  $7.0 \times 10^{-3}$  mg/L,3~4 h 内鱼群上浮,8 h 即有鱼侧翻漂浮死亡。精碘浓度为  $2.5 \times 10^{-3}$  mg/L 时,没有出现斑马鱼死亡。精碘中毒现象比较迅速,鱼群多向水面浮动,呼吸加速,后多安静的浮于水面;高浓度组部分头露出水面,随后出现侧翻,嘴略张,头上翘,侧翻浮于水面死亡,

无明显体色变化。

卡螨死对斑马鱼急性毒性试验结果表明:卡螨死浓度为  $2.1 \times 10^{-8}$  mg/L 时,就出现斑马鱼死亡;卡螨死浓度为  $3.2 \times 10^{-7}$  mg/L,1 h 内部分鱼出现 S 型扭曲游动,6 h 内鱼出现侧翻游动,高浓度组 ( $6.4 \times 10^{-7}$  mg/L 和  $8 \times 10^{-7}$  mg/L) 出现鱼的死亡,6~12 h 是实验鱼集中死亡时段。卡螨死浓度为  $1.3 \times 10^{-8}$  mg/L 时,没有出现斑马鱼死亡。卡螨死中毒现象出现非常快,表现为呼吸急促,并上下反复窜游,后表现为呼吸异常,如鳃外翻,嘴大张,身体急剧扭曲成 S 型,并急剧窜游,也有顶水现象出现。高浓度组中毒时间间隔很短,频率高,中毒鱼尾数较多,快速甩尾、抽筋,头上翘,鳃明显泛红,侧卧水底。

### 2.2 $LC_{50}$ 值及安全质量浓度(SC)

经过统计学分析,得到高锰酸钾、甲醛、精碘和卡螨死的  $LC_{50}$  值及安全质量浓度值见表 1。实验结果表明,高锰酸钾、甲醛、精碘和卡螨死的安全质量浓度分别为 1.07、11.8、 $0.96 \times 10^{-3}$  和  $1.48 \times 10^{-6}$  mg/L。参照我国化学物质对鱼类毒性分级标准 GB/T 21281-2007 (96 h  $LC_{50} \leq 1.0$  mg/L 时为急性毒性级,1.0 mg/L  $\leq$  96 h  $LC_{50} \leq 10.0$  mg/L 为急性毒性级,10.0 mg/L  $\leq$  96 h  $LC_{50} \leq 100.0$  mg/L 为急性毒性级)<sup>[8]</sup>。高锰酸钾、甲醛、精碘和卡螨死的 96 h  $LC_{50}$  分别为 1.11、40.0、 $5.3 \times 10^{-3}$  和  $0.62 \times 10^{-7}$  mg/L。由此判定高锰酸钾和甲醛对斑马鱼的急性毒性分别为 级、级,而精碘和卡螨死对斑马鱼的急性毒性很强为 级。根据《化学农药环境安全评价试验准则》<sup>[9]</sup>中农药对鱼类的毒性等级划分(剧毒,96 h  $LC_{50} \leq 0.1$  mg/L;高毒,96 h  $LC_{50} \leq 1.0$  mg/L;中毒,1.0 < 96 h  $LC_{50} \leq 10.0$  mg/L;低毒,96 h  $LC_{50} > 10.0$  mg/L),可判定高锰酸钾对斑马鱼为中毒,甲醛对斑马鱼低毒,精碘和卡螨死为剧毒。

## 3 讨论

斑马鱼作为一种重要的模式生物被广泛地应用于环境监测、生命科学和疾病研究中,也是实验室里标准毒理学检测的最常用的实验动物<sup>[1]</sup>。高锰酸钾作为一种强氧化剂,对杀菌剂具有处理效果好、见效快等优点,在我国具有广阔的应用前景。高锰酸钾也是水产养殖中常用的消毒剂,若使用不当,则会对鱼体造成毒害<sup>[2]</sup>。陈立伟等<sup>[10]</sup>报道高锰酸钾会引起鲫鱼鱼体不良反应,主要发生在体表和鳃,在使用 4~20 mg/L 的高锰酸钾溶液处理后,鲫鱼

表 1 斑马鱼致死浓度(LC<sub>50</sub>)和安全质量浓度(SC)

时间(h)	高锰酸钾		甲醛		精碘	
	LC <sub>50</sub> (mg/L)	SC(mg/L)	LC <sub>50</sub> (mg/L)	SC(mg/L)	LC <sub>50</sub> (mg/L)	SC(mg/L)
24	1.15		48		7.8×10 <sup>-3</sup>	
48	1.12		45		5.8×10 <sup>-3</sup>	
72	1.12	1.07	45	11.8	5.6×10 <sup>-3</sup>	0.96×10 <sup>-3</sup>
96	1.11		40		5.3×10 <sup>-3</sup>	

均出现不同程度的中毒现象。实验中高锰酸钾对斑马鱼急性毒性试验结果表明安全浓度为 1.07mg/L, 这与杨治国等<sup>[11]</sup>报道黄颡鱼安全浓度 1.11 mg/L 较接近。王凡等<sup>[2]</sup>采用常规生物急性毒性的试验方法, 研究高锰酸钾对金鱼鱼种的急性毒性试验, 结果显示高锰酸钾对 24、48、72、96 h 的半致死浓度分别为 4.34、3.06、2.49 和 2.31 mg/L, 安全浓度为 0.231 mg/L。研究表明, 高锰酸钾浓度对淇河鲫鱼、黄颡、南方大口鲶、金鱼、丁鲃鱼的安全质量浓度分别为 0.304<sup>[12]</sup>、0.577<sup>[13]</sup>、0.59<sup>[14]</sup>、0.18<sup>[15]</sup>、0.8<sup>[16]</sup>、0.85 mg/L<sup>[17]</sup>, 明显低于斑马鱼的安全质量浓度(1.07 mg/L)。因此, 从水质安全角度来考虑, 在应用高锰酸钾进行水处理时, 必须确定最佳投加量。

研究表明, 甲醛溶液对蓝点笛鲷幼鱼的毒性最弱, 安全浓度为 19.88 mg/L<sup>[3]</sup>, 对黄颡鱼得安全浓度为 15.48 mg/L<sup>[18]</sup>。王凡等<sup>[19]</sup>采用常规方法研究了甲醛对红白鲫的急性毒性, 甲醛对红白鲫 24、48 h 的致死浓度 LC<sub>50</sub> 分别为 78.47 和 71.51 mg/L, 安全浓度为 19.23 mg/L。王宇希等<sup>[20]</sup>指出福尔马林对杂交太阳鱼安全浓度为 38.4 mg/L。由此可知, 甲醛对鲟、鲫、太阳鱼等安全浓度明显高于斑马鱼的 11.8 mg/L, 但乔德亮等<sup>[17]</sup>报道甲醛对丁鲃鱼安全浓度为 7.50 mg/L。王武等<sup>[21]</sup>报道对瓦氏黄颡鱼安全质量浓度为 7.40 mg/L, 表明不同鱼种的安全浓度也可能存在较大差异。在实际生产过程中甲醛溶液常用于水产动物的消毒及病虫害防治, 在用于鱼病治疗时其泼洒质量浓度为 10~12 mg/L, 具有广谱性的杀灭细菌、真菌、病毒和原生动物, 按照常规剂量施用, 可作为斑马鱼的疾病防治中的药物。本实验采用模式生物斑马鱼为实验对象, 发现不同浓度的致死率差异还是较大的, 所以建议在工业使用和排放时应注意使用剂量。

精碘属于碘伏制剂, 碘伏中的碘以络合物或复

合物的形式位于表面活性剂所形成的胶囊中心而被运载, 在水中逐渐解聚溶解, 游离的碘直接卤化菌体蛋白质, 与蛋白质的氨基结合, 使菌体的蛋白质和酶受到破坏, 从而使微生物因代谢机能发生障碍而死亡。张梁<sup>[4]</sup>对大口鲶进行了复合碘的急性毒性试验, 表明复合碘对大口鲶 24、48、96 h 内 LC<sub>50</sub> 有效碘含量分别为 0.57、0.47、0.39 mg/L, 而有效碘的安全浓度质量是 0.039 mg/L。黄辨非等<sup>[20]</sup>报道聚维酮碘对异育银鲫鱼苗 24、48、96 h LC<sub>50</sub> 分别为 43.45、24.21、21.38 mg/L, 安全浓度为 2.14 mg/L。碘三氧对异育银鲫鱼苗 24、48、96 h 的致死浓度 LC<sub>50</sub> 分别为 52.36、33.11、26.73 mg/L, 安全浓度为 2.67 mg/L, 其安全质量浓度明显高于斑马鱼 0.96×10<sup>-3</sup> mg/L。因此, 在生产实践中要防止因对水体消毒不慎而造成鱼体中毒。阿维菌素是一种新型抗生素类生物农药, 具有较强杀虫性、较高安全性, 是应用广泛的农作物驱虫药, 目前阿维菌素类药物也用于预防和治疗鱼的各种寄生性疾病。谢瑞涛等<sup>[5]</sup>报道阿维菌素对江黄颡鱼苗的安全质量浓度为 0.0356 mg/L。张启迪等<sup>[23]</sup>报道阿维菌素对鲟鱼 96 h 的致死浓度 LC<sub>50</sub> 为 5.036×10<sup>-4</sup> mg/L。赵于丁等<sup>[24]</sup>采用半静态法在室内测定了一些常用农药对斑马鱼的急性毒性, 结果表明大环内酯类阿维菌素对斑马鱼毒性最大, 属剧毒级。本试验结果表明卡螨死(24.5%阿维菌素)对斑马鱼安全浓度为 1.48×10<sup>-6</sup> mg/L, 远远低于其他水生动物。农药进入水体生态环境后, 直接影响养殖鱼类的生活环境, 故建议在使用该药时, 要准确测量水体的体积并精确计算药物的使用量, 以减少农药环境污染。

研究结果表明高锰酸钾对斑马鱼的急性毒性为 级, 甲醛为 级, 精碘和卡螨死的急性毒性为 级。高锰酸钾对斑马鱼为中毒, 甲醛对斑马鱼低毒, 精碘和卡螨死为剧毒。高锰酸钾安全质量浓度

为 1.07 mg/L, 与常用浸洗浓度 10~20 mg/L 相差甚远, 因而高锰酸钾不宜用于斑马鱼的浸泡消毒、治病药物。精碘和卡螨死安全质量浓度分别为  $0.96 \times 10^{-3}$  mg/L 和  $1.48 \times 10^{-6}$  mg/L, 精碘和卡螨死对斑马鱼属剧毒, 不宜用来斑马鱼的消毒杀虫。甲醛溶液对斑马鱼的毒性最弱, 安全浓度为 11.8 mg/L, 可杀灭纤毛虫, 同时具有较强的杀菌作用, 对细菌、芽孢菌和病毒均有效, 广泛应用于鱼虾类疾病的预防和治疗中, 是生产实践中优先选择的药物。

### 参考文献:

- [1] 水质物质对淡水鱼(斑马鱼)急性毒性测定方法标准(GB/T13267-1991)[S].北京市环境保护监测中心, 1992, 9-20
- [2] 王凡, 郭向萌. 高锰酸钾对金鱼鱼种的急性毒性试验[J].江苏农业科学, 2009, (3) 280-281
- [3] 施钢, 陈刚, 张健东, 等. 4种水产药物对蓝点笛鲷幼鱼急性毒性试验[J].南方水产科学, 2011, 7(3) 53-54
- [4] 张梁. 复合碘对大口鲶的急性毒性及杀菌作用[J].水产养殖, 2003, 49(3) 30-32
- [5] 谢瑞涛, 黄凯, 覃志彪, 等. 5种常用农药对江黄颡鱼急性毒性试验[J].水产科学, 2010, 29(5) 274-277
- [6] 潘力军, 高世荣, 宋瑞金, 等. 应用斑马鱼对农药污染的饮用水和地表水毒性快速检测[J].中国卫生检验杂志, 2007, 17(1) 4-25
- [7] 吕爱军, 李晓芹, 胡秀彩, 等. 硫酸铜和氟戊菊酯对斑马鱼急性毒性试验[J].安全与环境学报, 2011, 11(2) 8-11
- [8] 危险化学品鱼类急性毒性分级试验方法(GB/T21281-2007)[S].中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 2007, 12-13
- [9] 国家环保局. 化学农药环境安全性评价试验准则[J]. 农药科学与管理, 1990, (2) :1-5
- [10] 陈立伟, 谢松, 刘龙, 等. 高锰酸钾对鲫鱼咳嗽运动的影响[J].安徽农业科学, 2011, 39(8) 4736-4738
- [11] 杨治国, 杨东辉, 叶新太. 八种药物对黄颡鱼种的急性毒性[J].淡水渔业, 2004, 34(5) 20-22
- [12] 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
- [13] 向泉, 周维禄, 王小艳, 等. 黄鳍苗种对四种常用药物的敏感性试验[J].渔业现代化, 2001, (1) 26-28
- [14] 黄凯, 杨子江, 黄志凯. 7种常用药物对南方大口鲶的急性毒性研究[J].水利渔业, 1999, 19(4) 37-39
- [15] 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
- [16] 卜艳珍, 李效宇. 四种常用药物对金鱼的急性毒性试验[J].齐鲁渔业, 2005, 22(3) 31-32
- [17] 乔德亮, 凌去非, 殷建国, 等. 4种常用药物对丁鲷鱼种的急性毒性试验[J].水利渔业, 2005, 25(4) 92-93
- [18] 王卫名, 严安生, 周立国, 等. 四种药物对黄颡鱼鱼种的毒性试验[J].淡水渔业, 2001, 31(6) 49-511
- [19] 王凡, 郭向萌, 宋盼盼. 甲醛对红白鲫的急性毒性试验[J].湖北农业科学, 2009, 48(4) 943-945
- [20] 王宇希, 舒修明, 冯晓宇, 等. 6种常见药物对杂交太阳鱼急性毒性试验[J].杭州农业与科技, 2009(5) 31-33
- [21] 王武, 袁琰, 马旭洲. 5种常用药物对瓦氏黄颡鱼急性毒性试验[J].水利渔业, 2006, 26(1) 108-109
- [22] 黄辨非, 阮国良, 缪有玲. 2种碘制剂对异育银鲫鱼苗的急性毒性试验[J].长江大学学报(自科版), 2005, 2(11) 60-63
- [23] 张启迪, 潘总海, 刘文华, 等. 阿维菌素对鲟鱼的急性毒性试验[J].现代农业科技, 2007, (24) 153
- [24] 赵于丁, 王冬兰, 来有鹏, 等. 一些常用农药对斑马鱼的毒性与安全评价[J].中国科学与管理, 2008, 29(8) 25-29

(收稿日期 2011-09-30)

## Acute toxicity of four pesticides to zebrafish(*Brachydanio rerio*)

Hu Xiucan<sup>1,2</sup>, Bian Yanfeng<sup>3</sup>, Zhou Jie<sup>1</sup>, Lv Aijun<sup>1</sup>

(1. School of Life Sciences, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;

2. Key Laboratory of Biotechnology for Medicinal Plants, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;

3. Tianjin Shengji Group Co., Ltd, Tianjin 300384, China)

**Abstract** :The toxicity of disinfectants and pesticides to zebrafish (*Brachydanio rerio*) for the first time was

investigated using four reagents standardized laboratory procedures, and the acute toxicity of potassium permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ), formaldehyde, refined iodine and abamectin petroleum-oil were measured in this study. The sensitivities of zebrafish to these pesticides were determined by median lethal concentrations ( $\text{LC}_{50}$ ) at the 24, 48, 72 and 96 hours, respectively. The results showed that the values of 24 h  $\text{LC}_{50}$ , 48h  $\text{LC}_{50}$ , 72 h  $\text{LC}_{50}$  and 96h  $\text{LC}_{50}$  of  $\text{KMnO}_4$  were 1.15, 1.12, 1.12 and 1.11mg/L; the values of  $\text{LC}_{50}$  for formaldehyde were 48, 45, 45 and 40 mg/L; the values of  $\text{LC}_{50}$  for refined iodine were  $7.8 \times 10^{-3}$ ,  $5.8 \times 10^{-3}$ ,  $5.6 \times 10^{-3}$  and  $5.3 \times 10^{-3}$  mg/L; the values of  $\text{LC}_{50}$  for abamectin petroleum-oil were  $1.95 \times 10^{-7}$ ,  $1.23 \times 10^{-7}$ ,  $0.65 \times 10^{-7}$  and  $0.62 \times 10^{-7}$  mg/L, respectively. The safe concentrations of the four pesticides were 1.07, 11.8,  $0.96 \times 10^{-3}$  and  $1.48 \times 10^{-6}$  mg/L respectively. According to the criteria for evaluating and grading toxicity of chemicals toxic to fishes in China (GB/T21281-2007), the toxicity of the four chemicals to zebrafish should be at the grade , , and toxic level, of which that  $\text{KMnO}_4$  belongs to grade , formaldehyde belongs to grade , refined iodine and abamectin petroleum-oil belong to grade , respectively.

**Key words** *Brachydanio rerio*; acute toxicity;  $\text{LC}_{50}$ ; SC

### 专家献计南海渔业 资源丰富外海捕捞前景好

2011年11月23—24日,农业部南海区渔政局联合广东省海洋大学在海南省琼海市博鳌召开南海渔业资源与开发研讨会,有关专家围绕南海渔业资源保护与开发技术展开研讨和交流,探索新时期的渔业发展和管理模式。有关专家认为,南海渔业资源丰富,发展外海捕捞前景广阔。

专家学者们分别围绕南海渔业资源状况、开发利用及渔业维权等多个专题,进行交流和研讨。专家认为,南海海域辽阔,渔业资源种类丰富、总储量巨大。但由于种种原因,南海外海大量渔业资源尚未得到有效利用。专家呼吁国家给予一定的政策和资金支持,加大力度扶持南海渔业科研和对落后捕捞能力的整合与技术升级改造,采取有力措施引导渔船渔民向外海发展,破解南海渔业发展难题,实现渔业的可持续发展。

海南省水产研究所专家认为,西、中、南沙群岛的中上层鱼类资源开发潜力巨大,可引导渔民转移渔场,开拓新渔场。

据介绍,为开发西、中、南沙群岛中上层渔业资源,自2009年以来,省水产研究所研究人员随三亚榆丰渔民专业合作社的灯光围网渔船赴西、中、南沙共开展了5个航次的渔业资源调查,通过调查,基本摸清了中上层渔业资源的品种组成、分布区域、数量分布水平和季节变化等情况,为下步开发这一区域的渔业资源提供科学决策依据。

该所有关专家认为,西、中、南沙群岛是我国的传统渔场,具有深海和珊瑚礁岛架礁盘浅海两种截然不同的生态环境,鱼类不仅种类繁多,且具有热带珊瑚礁和深海大洋性的生态特点。目前已知这一带海域栖息有鱼类五百种以上,其中经济价值高的鱼类有30多种,是尚待进一步开发利用的海域。

专家称,开发西、中、南沙群岛渔业资源,对充分发挥海南省资源优势,实现海洋捕捞由近海向远海拓展的战略转移,做大做强海南省海洋捕捞业,增加渔民收入意义重大。

专家同时指出,开发西、中、南沙渔业资源须引导渔民更新改造大吨位渔船,根据生产需要改革网具,并完善渔船硬件设施,如配置急冻保鲜设备等。

(海南日报)