

雷 忻,田鹏飞,唐丁丁,等. 壬基酚胁迫对泥鳅的急性毒性效应[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):306-307.

# 壬基酚胁迫对泥鳅的急性毒性效应

雷 忻,田鹏飞,唐丁丁,张静静,昌蕊蕊

(延安大学生命科学学院,陕西延安 716000)

**摘要:**以泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)为研究对象,采用单因子急性毒性试验法研究壬基酚在不同暴露时间(24、48、72、96 h)、不同暴露浓度(7.51、8.75、10.23、11.97、14.01 mg/L)下对泥鳅的急性毒性。结果表明:壬基酚对泥鳅 24、48、72、96 h 半致死浓度( $LC_{50}$ )分别为 12.75、11.94、10.66、9.74 mg/L,安全浓度为 3.22 mg/L;其对泥鳅的毒性作用是随暴露时间的延长和浓度的增大而增强。

**关键词:**壬基酚;泥鳅;急性毒性;安全浓度

**中图分类号:** X52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0306-02

壬基酚(nonylphenol, NP)是一种酚类抗氧化剂,广泛应用于化学工业,可制备合成洗涤剂、增湿剂、增塑剂等,具有稳定性强,难降解,易累积等特点<sup>[1]</sup>。随着陕北地区能源化工基地建设的快速发展,工业、生活废水日渐增多,河水中壬基酚污染有加剧之势,其对当地水生生物及人体的毒害作用不容忽视。泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)隶属鳅科(Cobitidae)泥鳅属(*Misgurnus*),系一种小型淡水鱼,适应于淤泥、水体 2 种栖息环境,抗病能力较强,食性广,易于驯养,是一种良好的土壤与水域环境污染的监测动物<sup>[2-3]</sup>。本研究以泥鳅为试验动物,分析壬基酚的急性毒性效应,拟为壬基酚对水生生物的毒害作用提供环境评价指标,从而为合理有效地进行陕北能源化工基地的建设提供一些科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

试验用泥鳅购于陕西省延安市的农贸市场。在室温下,用经过 3 d 自然脱氯自来水驯养 14 d 后,挑选健康、强壮的泥鳅进行试验。受试泥鳅体质量( $10.0 \pm 2.5$ ) g,体全长为( $9.0 \pm 2.2$ ) cm。壬基酚,分析纯,购自上海源叶生物科技有限公司。

### 1.2 急性毒性试验

采用 96 h 半静水法进行预实验,将受试泥鳅每 10 条 1 组放入桶内,每桶加入浓度不同的壬基酚溶液各 3 L。试验期间每天定时更换不同浓度的壬基酚溶液 1 次,随时检出死亡个体并记录中毒症状。

根据预实验所确定的最小全致死浓度和最大零致死浓度

范围,按等对数间距,将壬基酚设置 5 个浓度处理组(7.51、8.75、10.23、11.97、14.01 mg/L)进行毒性暴露试验,同时设置空白对照组。每个处理组设 2 个平行组,每组放置 10 尾泥鳅。试验开始后,连续 8 h 观察泥鳅活动、中毒症状,每 24 h 统计 1 次泥鳅的死亡数,每 24 h 更换 1 次受试药液,以保证药液溶氧量、pH、水温及其他理化指标的稳定性,并及时捞出死亡泥鳅<sup>[4]</sup>。

### 1.3 数据处理

运用 Excel 软件,对处理浓度对数值与个体死亡概率值的关系进行回归分析,得到回归方程,分别计算 24、48、72、96 h 的半致死浓度( $LC_{50}$ ),安全浓度(safe concentration, SC)采用公式: $SC = LC_{50_{96h}} \times 0.3 / (LC_{50_{24h}} / LC_{50_{96h}})^2$  计算<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 壬基酚对泥鳅的急性中毒症状及致死率

最初 6 h,对照组和壬基酚低浓度组(7.51、8.75 mg/L)的泥鳅没有明显的中毒症状。壬基酚高浓度组(11.97、14.01 mg/L),泥鳅放入缸内 4 h 时出现中毒症状:在水中乱窜,不时跃出水面;8 h 时开始侧翻、打转,游动缓慢,并逐渐丧失运动能力;10 h 时开始出现死亡,死亡的泥鳅体表黏液显著增加。

由表 1 可知,壬基酚处理 24 h 时,10.23 mg/L 浓度组泥鳅出现死亡,14.01 mg/L 浓度组泥鳅死亡率为 75.00%;壬基酚处理 48 h 时,泥鳅出现死亡的浓度降为 8.75 mg/L,14.01 mg/L 浓度组泥鳅的死亡率为 85.00%;壬基酚处理 72 h 时,泥鳅出现死亡的浓度降至 7.51 mg/L,14.01 mg/L 浓度组泥鳅的死亡率为 95.00%;壬基酚处理 96 h 时,14.01 mg/L 浓度组泥鳅全部死亡。在相同处理时间,泥鳅死亡率随壬基酚的浓度的升高而逐渐增大。

### 2.2 半致死浓度与安全浓度

分析壬基酚对泥鳅的毒性试验数据,分别得出 24、48、72、96 h 的回归方程,进行回归分析可计算出,24 h 时  $LC_{50} = 12.75$  mg/L,48 h 时  $LC_{50} = 11.94$  mg/L,72 h  $LC_{50} = 10.66$  mg/L,96 h 时  $LC_{50} = 9.74$  mg/L,安全浓度为 3.22 mg/L(表 2)。

收稿日期:2013-09-28

基金项目:陕西省自然科学基金研究计划(编号:2012JM3012);国家大学生科技创新项目(编号:201210719020);陕西省高水平大学建设专项资金(编号:2012SXTS03);陕西省教育厅科学研究项目(编号:2013JK0710);陕西省延安市科学技术研究发展计划(编号:2012KS-15);生态学陕西省重点学科专项。

作者简介:雷 忻(1972—),女,陕西延安人,博士,副教授,主要从事环境毒理学及生态学研究。Tel:(0911)2332030;E-mail:leizz66@126.com。

表 1 泥鳅暴露于不同浓度壬基酚中不同时间的死亡率

处理时间 (h)	死亡率(%)					对照 0 mg/L
	7.51 mg/L	8.75 mg/L	10.23 mg/L	11.97 mg/L	14.01 mg/L	
24	0	0	5.00	45.00	75.00	0
48	0.00	5.00	15.00	55.00	85.00	0
72	5.00	15.00	40.00	65.00	95.00	0
96	10.00	25.00	60.00	80.00	100.00	0

表 2 壬基酚对泥鳅毒性的回归分析

处理时间 (h)	回归方程	相关系数 (r)	LC <sub>50</sub> (mg/L)	安全浓度 (mg/L)
24	$y = 23.637x - 68.561$	0.963 6 **	12.75a	3.22
48	$y = 20.115x - 56.891$	0.9459 **	11.94b	
72	$y = 11.591x - 30.093$	0.9856 **	10.66c	
96	$y = 12.637x - 32.769$	0.9803 **	9.74d	

注:回归方程中, $x$ 为壬基酚质量浓度的常用对数值, $y$ 为泥鳅死亡率;\*\*表示相关极显著( $P < 0.01$ )。同列数据后不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

3 讨论

郑晓晶等在壬基酚对中国林蛙蝌蚪生长发育毒性效应的研究中,观察到蝌蚪死亡率随壬基酚浓度的升高和暴露时间的延长而升高,壬基酚对蝌蚪具有较强的毒性作用<sup>[6]</sup>。黄长江等在研究壬基酚对奥尼罗非鱼的急性毒性时,观察到随着壬基酚暴露时间和剂量的增加,壬基酚的毒性效应增强<sup>[7]</sup>。本研究中,在相同时间内,泥鳅的死亡率随壬基酚质量浓度的增大而上升;而在同一质量浓度下,死亡率均随染毒时间的延长逐渐升高。

一般以 LC<sub>50</sub>值作为环境污染物对水生生物毒性评价的依据。依据 96 h 的 LC<sub>50</sub>大小,可将化合物对鱼类的急性毒性分为 5 个等级:LC<sub>50</sub> < 1 mg/L 为剧毒,1 mg/L ≤ LC<sub>50</sub> < 100 mg/L 为高毒,100 mg/L ≤ LC<sub>50</sub> < 1 000 mg/L 为中等毒性,1 000 mg/L ≤ LC<sub>50</sub> < 10 000 mg/L 为低毒,≥ 10 000 mg/L 为微毒<sup>[8]</sup>。根据本试验结果,壬基酚 96 h LC<sub>50</sub>为 9.74 mg/L,属于高毒等级的酚类污染物,其对水生生物的毒害作用非常严重,应该引起高度重视。

辛基酚、间苯二酚、邻苯二酚及壬基酚均属于酚类化合物,是目前水污染中毒性较强的污染物。雷忻等<sup>[9-10]</sup>以泥鳅材料,分别研究了上述酚类化合物的急性毒性效应,得出辛基酚 48 h LC<sub>50</sub>为 2.70 mg/L,安全浓度为 0.55 mg/L;间苯二酚

48 h LC<sub>50</sub>为 23.44 mg/L,安全浓度为 5.29 mg/L;邻苯二酚 48 h LC<sub>50</sub>为 96.74 mg/L,安全浓度为 16.71 mg/L。本研究中,壬基酚 48 h LC<sub>50</sub>为 11.94 mg/L,安全浓度为 3.22 mg/L。比较上述 4 种酚类化合物的 48 h LC<sub>50</sub>和安全浓度,对泥鳅的毒性作用由强到弱依次为辛基酚 > 壬基酚 > 间苯二酚 > 邻苯二酚,说明烷基酚(辛基酚、壬基酚)的毒性大于苯二酚(间苯二酚、邻苯二酚),提示酚类化合物的毒性作用可能与其苯环、取代基团类型、数量、位置等有密切关系。

参考文献:

[1] 吴伟,瞿建宏,陈家长,等. 壬基酚聚氧乙烯醚及其降解产物对水生生物的毒理效应[J]. 湛江海洋大学学报,2003,23(6): 39-44.

[2] 成庆泰,郑葆珊. 中国鱼类系统检索[M]. 北京:科学出版社,1987:53-55.

[3] 王万云,丁海华,毛治彦,等. 秦岭地区泥鳅生物学特性及人工繁殖技术研究[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2003,31(专辑):149-153.

[4] 沈洪艳,宋存义,甄芳芳,等. 对氯硝基苯对锦鲤鱼的急性毒性效应[J]. 河北师范大学学报:自然科学版,2007,31(4):514-517.

[5] 张志杰,张维平. 环境污染生物监测与评价[M]. 北京:中国环境科学出版社,1991.

[6] 郑晓晶,张育辉. 壬基酚对中国林蛙蝌蚪生长发育的毒性效应[J]. 生态学杂志,2008,27(8):1332-1336.

[7] 黄长江,董巧香,马茹飞. 壬基酚对奥尼罗非鱼的急性毒性研究[J]. 海洋与湖沼,2006,37(4):309-315.

[8] 孔志明. 环境毒理学[M]. 3版. 南京:南京大学出版社,2006.

[9] 雷忻,任立松,薛浩,等. 辛基酚对泥鳅的毒性作用及鳃、肝的组织学影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2013,41(8):13-18.

[10] 雷忻,陈超,王文强,等. 间苯二酚与邻苯二酚对泥鳅的急性毒性效应[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2012,40(4):175-179.

**更正:**《江苏农业科学》2012 年第 40 卷第 12 期 202-204 页所刊论文《电穿孔法转染猪胎儿成纤维细胞条件优化》,由于在文件转换过程中出现错误,部分数据单位中的词头“μ”没有排上,更正如下:  
摘要部分、“2.2 质粒浓度、电压、脉冲时间对转染效率的影响”部分、“2.4 电压对细胞死亡率的影响”部分、“3 结论与讨论”部分的“40 g/mL”应为“40 μg/mL”,“800 s”应为“800 μs”;表 2 中的单位“g/mL”应为“μg/mL”,“s”应为“μs”。  
特此更正,并向作者和读者致歉!

《江苏农业科学》编辑部