

文章编号: 1001-3679(2006)05-0297-04

# 二种有机磷农药对褶皱臂尾轮虫的急性毒性

谢钦铭<sup>1,2</sup>, 赵美珠<sup>1</sup>

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 厦门大学环境科学中心, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 本文研究了二种有机磷农药敌百虫和久效磷对褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*) 的急性毒性和对褶皱臂尾轮虫孵化率的影响。试验结果表明: 褶皱臂尾轮虫的孵化率随着有机磷农药浓度的增加而降低, 孵化时间随之增加, 敌百虫和久效磷对褶皱臂尾轮虫的 48 h 半致死浓度 ( $LC_{50}$ ) 分别是 2 876.7 mg/L 和 0.0534 mg/L。

**关键词:** 有机磷农药; 褶皱臂尾轮虫; 毒性

中图分类号: S482 文献标识码: A

## The Acute Toxicity of Two Organophosphorus Pesticide to *Brachionus Plicatilis*

XIE Q i-n i-n g<sup>1,2</sup>, ZHAO M e-i-zhu<sup>1</sup>

(1. Fisheries College of Jimei University, Fujian Xiamen 361021 PRC;

2. Environmental Science Center of Xiamen University, Fujian Xiamen 361005 PRC)

**Abstract** This paper reports that the acute toxicity of trichophos and monocrotophos to *Brachionus plicatilis* and the effect of the hatching rate of these two organophosphorus pesticides on *Brachionus plicatilis*. The results showed that the hatching rate of *Brachionus plicatilis* reduced and the hatching time increased with the concentration of these organophosphorus pesticides increasing. The 48 h ( $LC_{50}$ ) of trichophos and monocrotophos is 2 876.7 mg/L and 0.0534 mg/L respectively.

**Key words** Organophosphorus pesticide, *Brachionus plicatilis*, Toxicity

## 0 前言

当今农业生产大面积种植、养殖常常会导致农业病虫害不断发生, 而目前仍普遍应用化学农药, 尤其是有机磷农药来防治农业生产中的病虫害。有机磷农药频繁使用导致水体污染不断增加, 不仅对水产养殖造成了直接和间接的损失, 而且农药污染通过食物链的富集作用威胁到人类的

健康。轮虫是一类常见的、微小的水生无脊椎动物, 种类繁多, 广泛分布于淡水、半咸水和海水水域中, 是浮游生物的重要类群之一, 也是鱼类、甲壳类的主要天然饵料, 由于轮虫具有生命力强、繁殖迅速和容易培养等特点, 因此常用作水生动物的重要饵料和实验动物, 受到水产生产者和科技工作者的高度重视, 所以一些学者对轮虫的生物学、人工培养和应用进行了许多研究<sup>[1-8]</sup>, 但有机的

收稿日期: 2006-05-18 修订日期: 2006-07-27

作者简介: 谢钦铭 (1965-), 男, 江西高安人, 副教授, 华南农业大学昆虫生态学专业博士研究生毕业。主要从事生态环境的研究工作。

基金项目: 福建省青年科技人才创新项目 (2003J003)。

磷农药对轮虫生态毒性的研究报道却较少<sup>[9]</sup>,也尚未有较深入报道。本文通过对常用二种有机磷农药——敌百虫和久效磷对褶皱臂尾轮虫的急性毒性试验,为控制农业废水的排放、制定渔业水质标准和保护海洋环境提供可靠的科学依据。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 试验所用动物 褶皱臂尾轮虫取自集美大学海水养殖场,经分离培养。

1.1.2 试验所用药剂 敌百虫晶体(90%)为福建省东南电化股份有限公司生产,一级纯;久效磷(40%)为江苏省南通江山农业化工股份有限公司产,一级纯。

1.1.3 试验用水 取自集美大学海水场的过滤海水。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 有机磷农药对轮虫的急性毒性试验方法

先做预实验测试浓度范围,根据预实验的结果采用等比级数法设置7个浓度梯度。在培养皿中加入各种浓度的久效磷和敌百虫溶液各20 mL,每组随机挑选20个活泼的幼小个体加入培养皿中,并投以干酵母为饵料,在2 h、6 h、12 h、24 h、36 h和48 h分别检查一次,记录各浓度组死亡个数。每一个浓度梯度组设3个重复,另设一个空白对照组。试验时水温为23±3℃。

1.2.2 有机磷农药对轮虫孵化率的测定 取3组已配置好浓度的久效磷溶液,其浓度分别为0.033 mg/L、0.041 mg/L和0.051 mg/L;取3组已配置好浓度的敌百虫溶液,其浓度分别0.63 mg/L、3.20 mg/L和4.81 mg/L,再取抱卵轮虫1只于称量瓶中,作6个重复,经24 h的连续观察,在观察过程中如果观察到孵出幼体,将幼体轮虫取出,保留母体轮虫,记录轮虫的挂卵情况和孵化数,计算其孵化率<sup>[8]</sup>。

### 1.3 数据处理方法

1.3.1 半致死浓度的计算方法 采用概率单位法,先求出其回归方程,  $y = a + bx$  再求得半致死浓度<sup>[11, 12]</sup>。

1.3.2 安全浓度的计算方法 用经验公式<sup>[11~13]</sup>,安全浓度 = 0.01 × 半致死浓度 [24 h LC<sub>50</sub>]。

## 2 结果与分析

### 2.1 急性毒性试验的结果与分析

2.1.1 久效磷毒性试验结果与分析 久效磷毒性试验结果见表1。

表1 久效磷对褶皱臂尾轮虫的试验结果

试验浓度 /mg·L <sup>-1</sup>	供试 轮虫数	平均死亡率 %			
		12 h	24 h	36 h	48 h
0.100	60	100.0	—	—	—
0.080	60	60.0	70.0	83.3	83.3
0.064	60	46.7	56.7	66.7	66.7
0.051	60	16.7	26.7	40.0	40.0
0.041	60	0	3.3	10.0	20.0
0.033	60	0	0	0	10.0
0.026	60	0	0	0	0
0.000(CK)	60	0	0	0	0

从表1中可以看出,随着久效磷浓度的增高,轮虫的死亡率均呈上升的趋势。当浓度在0.026 mg/L以下时,48 h内轮虫无死亡,当浓度在0.033 mg/L时48 h内的死亡率较低,对轮虫几乎没有影响,其死亡率仅为10%。当久效磷的浓度高于0.051 mg/L时在12 h、24 h、36 h和48 h内死亡率显著增大,并且当浓度为0.100 mg/L时,12 h内轮虫已经全部死亡。

2.1.2 敌百虫毒性试验的结果与分析 敌百虫毒性试验的结果见表2。

表2 敌百虫对褶皱臂尾轮虫的试验结果

实验浓度 /mg·L <sup>-1</sup>	轮虫数目 /只	平均死亡百分率 %			
		12h	24h	36h	48h
7.56	60	16.7	43.3	80.0	100
4.81	60	10.0	16.7	56.7	73.3
3.20	60	0.0	10.0	23.3	53.3
2.13	60	0.0	10.0	13.3	23.3
1.42	60	0.0	10.0	10.0	20.0
0.95	60	0.0	0.0	0.0	10.0
0.63	60	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00(CK)	60	0.0	0.0	0.0	0.0

从表2可看出,随着敌百虫浓度增高,轮虫死亡率上升。当浓度在0.63 mg/L以下时,48 h内轮虫无死亡,浓度在0.95 mg/L时,对轮虫几乎没有影响,其死亡率仅为10%。当敌百虫浓度在3.20 mg/L以上时48 h内,轮虫的死亡率显著增大,浓度在7.56 mg/L时48 h内轮虫全部死亡。

2.1.3 久效磷和敌百虫对褶皱臂尾轮虫的半致死浓度 用概率单位法求得久效磷、敌百虫对轮虫的半致死浓度, 用经验公式求得久效磷、敌百虫对轮虫的安全浓度见表 3。

表 3 二种有机磷农药对褶皱臂尾轮虫 48 h LC<sub>50</sub>及安全浓度

药剂名称	48 h 半致死浓度	直线回归方程	95% 可信限	安全浓度
久效磷	0.0534 mg/L	$Y = 14.2420 + 7.2674X$	0.0507 ~ 0.0564 mg/L	0.0006 mg/L
敌百虫	2.5890 mg/L	$Y = 3.2764 + 3.7556X$	2.3342 ~ 2.8717 mg/L	0.0832 mg/L

比较二种有机磷农药在相同条件下的轮虫死亡率可以看出, 轮虫对久效磷更敏感。

## 2.2 有机磷农药对轮虫孵化率影响的结果与分析

2.2.1 对轮虫孵化率的测定 轮虫孵化率测定的结果见表 4。

表 4 褶皱臂尾轮虫孵化率的测定结果

组别	轮虫数 / 只	带卵数 / 个	孵化情况			
			12 h 孵出幼体数目 / 只	24 h 母体挂卵数目 / 个	轮虫情况 有无死亡	48 h 母体挂卵数目 / 个
1	1	1	0	1	有	0
2	1	2	2	0	无	0
3	1	1	1	0	无	0
4	1	1	1	0	无	0
5	1	1	1	0	无	0
6	1	1	1	0	无	0

从表 4 可见在没有药物条件下, 轮虫的孵化时间大约为 8 h ~ 24 h 且孵化率较高。12 h 内其孵化率为 85.7%, 24 h 内轮虫卵全部孵化出幼体, 孵化率达到 100%。由此可见, 轮虫在适宜的

环境中能保持较短的孵化周期和较高的孵化率。

2.2.2 久效磷和敌百虫对轮虫孵化率的影响 久效磷和敌百虫对轮虫孵化率影响的试验结果见表 5。

表 5 有机磷农药对轮虫孵化率影响的试验结果

农药名称	浓度 / mg · L <sup>-1</sup>	轮虫数 / 只	带卵数 / 个	12 h 孵化率 / %	24 h 孵化率 / %
久效磷	0.033	5	6	50.0	66.7
	0.041	5	7	28.6	42.9
	0.051	5	8	0.0	12.5
	0.063	5	8	37.5	50.0
敌百虫	3.20	5	6	33.3	33.3
	4.81	5	7	28.6	28.6

从表 5 中可见在久效磷环境条件下, 孵化时间延长了, 孵化率也降低了, 并且随着久效磷浓度的升高其孵化时间延长, 孵化率降低。敌百虫也得出相似的结果, 但影响并没有久效磷那么显著。由此可见, 有机磷农药中的久效磷对轮虫的孵化率影响较大, 轮虫对久效磷的反映比敌百虫更敏感, 有机磷农药抑制了轮虫的正常孵化。

## 3 讨论

马英杰、刘珊红 (1997) 在有机磷农药对卤虫的毒性研究中指出, 随着时间的延长, 有机磷农药也会遇水分解至毒性降低, 但仍会造成难以估量的危害<sup>[9]</sup>。从试验结果来看, 敌百虫和久效磷农药对褶皱臂尾轮虫的孵化率和存活率均产生一定

程度的影响, 轮虫死亡率随着敌百虫和久效磷浓度的增加而升高, 并且轮虫对久效磷比敌百虫更敏感。久效磷对轮虫的安全浓度是 0.0006 mg/L, 敌百虫对轮虫的安全浓度是 0.0832 mg/L, 但当久效磷和敌百虫的浓度分别在 0.033 mg/L 和 0.85 mg/L 时, 对轮虫几乎没影响 (48 h 死亡率仅为 10%), 因此建议在渔业水域中久效磷和敌百虫的浓度不宜超过 0.033 mg/L 和 0.85 mg/L。

参考文献:

[ 1 ] 王金秋, 李德尚. 酵母及与藻类搭配对萼花臂尾轮虫饵料效果的研究 [ J ]. 应用生态学报, 1998, 9(3): 301- 304  
 [ 2 ] 袁成玉, 吴春平. 褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus Plicatilis*) 饲料研究的概况 [ J ]. 水产科学, 1998, 17(1): 30- 32  
 [ 3 ] 周光正. 饵料对培养轮虫脂肪酸组成的影响 [ J ]. 海洋科学, 1996 (5): 27- 28  
 [ 4 ] Li Y, Jin S, Qin J. Strategies for development of Rotifers as larval fish food in ponds [ J ]. Journal of The World Aquaculture Society, 1996, 27(2): 178- 186

[ 5 ] 王金秋, 李德尚. pH 对萼花臂尾轮虫种群增长及繁殖的影响 [ J ]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 435- 438  
 [ 6 ] 孙迪杰, 刘娟然. 温度对褶皱臂尾轮虫寿命和繁殖的影响 [ J ]. 水产科学, 1993, 12(6): 14- 17  
 [ 7 ] 陈云波, 禹爱民. 盐度对褶皱臂尾轮虫存活及其休眠卵孵化率的影响 [ J ]. 水产科学, 1997, 16(5): 12- 16  
 [ 8 ] 刘东超, 施 军. 面包酵母悬浮液中添加脂溶性维生素对褶皱臂尾轮虫增殖率的影响 [ J ]. 湛江水产学院学报, 1996, 16(2): 33- 36  
 [ 9 ] 马英杰, 刘珊红. 八种有机磷农药对卤虫的研究 [ J ]. 海洋科学, 1997, 2(6): 5- 6  
 [ 10 ] 周竹君, 宋智修. pH 和几种金属离子对褶皱臂尾轮虫增殖的影响 [ J ]. 大连水产学院学报, 2000, 15(2): 119- 123  
 [ 11 ] 金解敏, 杨家新. 铜锌离子对褶皱臂尾轮虫的急性毒性试验 [ J ]. 水产科技情报, 1999, 26(3): 121- 123  
 [ 12 ] 张才学, 郑文凯, 林玉凤, 等. 4 种重金属离子及其混合液对壶状臂尾轮虫的急性毒性试验 [ J ]. 湛江海洋大学学报, 2005, 25(1): 56- 59

(上接第 282 页)

令  $E = C_B(R^n)$ ,  $P = \{t \in C_B(R^n) : f(t) \geq 0, \forall t \in R^n\}$ ,  $v(t) \equiv 1, (t \in R^n)$ 。则  $P$  是  $E$  中一个正规的体锥,  $v \in P_0$ 。考察算子  $A, B$  有  $A(y, x) \leq B(y, x), \forall x, y \in [\theta, v]$  且  $x \leq y, A(\theta, v) = \int_{R^n} (k(t, s) + 3) ds \leq v, B(v, \theta) = \int_{R^n} (-\frac{3}{2}k(t, s) + 4) ds \leq v$   
 故取  $c = \frac{2}{3} > \frac{1}{2}$ , 使  $A(\theta, v) \geq cB(v, \theta); \theta \leq A(x, y) \leq A(v, \theta) \leq B(v, \theta) \leq v, \theta \leq B(y, x) \leq B(v, \theta) \leq v$ 。知  $A, B$  是混合单调算子, 并且对  $\forall y \in [\theta, v], A(\cdot, y) : [\theta, v] \rightarrow [\theta, v]$  是凹算子;  $B(y, \cdot) : [\theta, v] \rightarrow [\theta, v]$  是凸算子。定理 1 的条件  $(H_1) (H_2) (H_3)$  全部满足, 因此根据定理 1 方程组在  $[\theta, v]$  中具有唯一解  $0 \leq x^*(t) \leq 1$ 。

由于许多微分, 积分和隐形式方程可通过适当

变换或变量替换转化成方程组, 因此, 本文的定理对研究这些方程有一定的作用。

参考文献:

[ 1 ] Zhang zhi- tao. New fixed theorems of mixed monotone operators and applications [ J ]. Math. Anal Appl, 1996, 160: 307- 319  
 [ 2 ] 宋光兴, 朱训林. Banach 空间中算子方程组解的存在唯一性 [ J ]. 工程数学学报, 2003, 20(4): 26- 30  
 [ 3 ] 董祥南. 关于算子方程组求解的一个注 [ J ]. 江西师范大学 (自然科学版), 2003, 27(2): 125- 127  
 [ 4 ] 盛梅波, 董祥南. 混合单调算子对的公共不动点定理 [ J ]. 华东交通大学学报, 2003, 20(1): 86- 88  
 [ 5 ] 郭大均. 非线性分析中的半序方法 [ M ]. 济南: 山东科技大学出版社, 2000