

# 10种农药对斑马鱼的毒性与安全评价

赵于丁<sup>1,2</sup>, 徐敦明, 刘贤进, 范青海\*

(1. 福建农林大学植物保护学院, 福建福州 350002; 2. 江苏省农业科学院食品质量与安全检测所, 江苏南京 210014)

**摘要** [目的] 探究10种农药对斑马鱼的毒性与安全评价。[方法] 采用半静态法在室内测定10种农药对斑马鱼的急性毒性, 并根据《化学农药环境安全评价试验准则》中农药对鱼类的毒性等级划分, 评价10种农药对鱼类的安全性。[结果] 结果表明: 有2种药剂的96 h LC<sub>50</sub> < 0.1 ng/L, 属于剧毒级; 5种药剂的96 h LC<sub>50</sub> 为0.1~1.0 ng/L, 属于高毒级; 1种药剂的96 h LC<sub>50</sub> 为1.0~10 ng/L, 属于中毒级; 2种药剂的96 h LC<sub>50</sub> > 10 ng/L, 属于低毒级。[结论] 该研究为10种农药的合理使用提供了基础资料和科学指导。

**关键词** 农药; 斑马鱼; 毒性; 安全评价

中图分类号 S481+.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-06801-02

## Toxicity of Ten Pesticides to *Brachydanio rerio* and Safety Evaluation

ZHAO Yu ding et al (College of Plant Protection, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract** The toxicity of ten pesticides to *Brachydanio rerio* was investigated using standardized laboratory procedures; the grade was compartmentalized according to toxicity scope; and the safety evaluation was made for these pesticides. The results indicate that the LC<sub>50</sub>(96 h) of two pesticides is lower than 0.1 ng/L (belong to extremely high toxicity grade) that of five pesticides is between 0.1~1.0 ng/L (belong to high toxicity grade); that of one pesticide is between 0.1~1.0 ng/L (belong to moderate toxicity grade); that of two pesticides is higher than 10 ng/L (belong to slight toxicity grade).

**Key words** Pesticides; *Brachydanio rerio*; Toxicity; Safety evaluation

在有害生物综合治理中, 要求选用对有益生物安全性高、环境友好型的农药。而长期以来我国对农药的活性要求较高, 但对毒性、环境相容性及生态效应等方面要求较低<sup>[1]</sup>, 因此, 农药的长期频繁使用对生态环境造成了严重的影响。斑马鱼作为一种敏感的模式生物, 对多种环境污染物较敏感, 因此被广泛应用于各种生态风险评估中。笔者根据《化学农药环境安全性评价试验准则》, 评估10种农药对斑马鱼的急性毒性, 为其合理使用提供基础资料和科学指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

**1.1.1 供试鱼和用水。** 斑马鱼 (*Brachydanio rerio*) 采购于南京夫子庙花鸟鱼市场, 大小一致, 平均体长2~3 cm, 平均体重0.3 g。试验前在室内驯养7 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。试验用水为经暴晒24 h去除余氯后的自来水, pH值为6.5~7.4。

**1.1.2 供试农药。** 95% 氟虫腈原药 (Fipronil, 95% SP)、95% 毒死蜱原药 (Chlorpyrifos, 95% SP)、80.5% 三唑磷原油 (Triazophos, 80.5% TC)、90% 杀虫单原药 (Mbosultap, 90% SP)、95% 仲丁威原药 Fenobucarb, 95% TC), 为江苏省丰山集团有限公司产品; 92% 乙草胺原油 (Acetochlor, 92% TC)、95% 丁草胺原油 (Butachlor, 95% TC), 为山东胜邦绿野化学有限公司产品; 20% 三唑磷·阿维菌素乳油 (Triazophos-abamectine, 20% EC)、2.5% 高效氯氰菊酯微乳剂 (Alphanethrin, 2.5% ME) 和3.2% 高效氯氰菊酯·甲维盐微乳剂 (Alphanethrin-emanectin B1 benzate, 3.2% ME), 由上海惠光化学有限公司提供。

**1.2 方 法** 根据文献[2-3]方法, 于试验开始后24、48、72、96 h记录试验鱼的中毒症状和死亡率, 并计算LC<sub>50</sub>值和95%置信限。

## 2 结 果 与 分 析

**2.1 供试农药对斑马鱼的毒性** 由表1可知, 供试农药对

斑马鱼96 h的毒性大小依次为2.5% 高效氯氰菊酯微乳剂 > 3.2% 高效氯氰菊酯·甲维盐微乳剂 > 95% 氟虫腈原药 > 95% 丁草胺原油 > 95% 毒死蜱原药 > 25% 三唑磷·阿维菌素乳油 > 92% 乙草胺原药 > 80.5% 三唑磷原油 > 95% 仲丁威原药 > 90% 杀虫单原药。其中, 属拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯和高效氯氰菊酯·甲维盐复配制剂对鱼类的毒性最大; 苯基吡唑类杀虫剂氟虫腈毒性次之; 另外, 有机磷类毒死蜱、酰胺类选择性除草剂丁草胺和乙草胺、三唑磷·阿维菌素乳油对鱼类毒性也较大; 而相对于前几种农药而言, 有机磷类三唑磷对鱼类的毒性较小; 氨基甲酸酯类仲丁威和沙蚕毒素类杀虫单对鱼类的毒性很小。另外, 鱼类对不同种农药的中毒症状也表现各异(表2)。

**2.2 农药对鱼类毒性的等级划分及安全评价** 根据表1结果可以看出, 所试农药对鱼类的毒性差异很大, 根据现行农药对鱼类毒性的分级标准(剧毒, LC<sub>50</sub> 0.1 ng/L; 高毒, 0.1 < LC<sub>50</sub> 1.0 ng/L; 中毒, 1.0 < LC<sub>50</sub> 10.0 ng/L; 低毒, LC<sub>50</sub> > 10.0 ng/L)<sup>[3]</sup>, 可从各种农药的LC<sub>50</sub>值看出其对鱼类的毒害程度。拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯和高效氯氰菊酯·甲维盐复配制剂对鱼类的LC<sub>50</sub>值远小于0.1 ng/L, 属于剧毒级农药; 苯基吡唑类杀虫剂氟虫腈、有机磷类毒死蜱、酰胺类选择性除草剂丁草胺和乙草胺及三唑磷·阿维菌素乳油对鱼类的LC<sub>50</sub>值为0.1~1.0 ng/L, 属于高毒级农药; 有机磷类三唑磷对鱼类的LC<sub>50</sub>值为1.0~10.0 ng/L, 属于中毒级农药; 氨基甲酸酯类仲丁威和沙蚕毒素类杀虫单对鱼类的毒性较低, 两者的LC<sub>50</sub>值均大于10 ng/L, 属于低毒级农药。

## 3 小 结 与 讨 论

研究结果表明, 选用的10种农药中, 高效氯氰菊酯和高效氯氰菊酯·甲维盐对鱼类属于剧毒, 其96 h LC<sub>50</sub>值分别为8.581 0 × 10<sup>-4</sup>和1.505 8 × 10<sup>-3</sup> ng/L; 氟虫腈、丁草胺、毒死蜱、三唑磷·阿维菌素及乙草胺对鱼类属于高毒, 其96 h LC<sub>50</sub>值分别为0.206 4、0.288 4、0.518 4、0.591 3和0.730 2 ng/L; 仲丁威和杀虫单对鱼类属于低毒, 其96 h LC<sub>50</sub>值分别为12.461 6和474.115 3 ng/L。

基金项目 江苏省农科院基金(6110423)。

作者简介 赵于丁(1982-), 男, 云南泸西人, 硕士, 从事农药毒理及安全性评价研究。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-01-10

表1

10种供试农药对斑马鱼的毒性

供试农药	时间 h	毒力回归方程 $Y = a + bx (R)$	半致死浓度 ng/L	95% 置信限 ng/L
氟虫腈	24	$Y = 6.8985 + 3.6665x (0.9786)$	0.3035	0.2630 ~ 0.3626
	48	$Y = 7.3039 + 4.1240x (0.9716)$	0.2763	0.2419 ~ 0.3191
	72	$Y = 7.4306 + 3.7275x (0.9811)$	0.2228	0.1875 ~ 0.2574
	96	$Y = 7.8506 + 4.1602x (0.9885)$	0.2064	0.1731 ~ 0.2371
毒死蜱	24	$Y = 5.5695 + 5.6931x (0.9632)$	0.7943	0.7228 ~ 0.8833
	48	$Y = 5.5752 + 4.2676x (0.9421)$	0.7332	0.6453 ~ 0.8295
	72	$Y = 5.7001 + 3.6558x (0.9504)$	0.6434	0.5363 ~ 0.7374
	96	$Y = 5.9761 + 3.4210x (0.9617)$	0.5184	0.3831 ~ 0.6136
三唑磷	24	$Y = 11.8042x - 5.0620 (0.9617)$	7.1191	6.6403 ~ 7.7791
	48	$Y = 9.4098x - 2.5524 (0.9748)$	6.3476	5.8140 ~ 6.8940
	72	$Y = 12.7898x - 4.6710 (0.9899)$	5.7041	5.0868 ~ 6.1491
	96	$Y = 8.6838x - 0.9943 (0.9346)$	4.9010	4.0207 ~ 5.4962
杀虫单	24	$Y = 5.7936x - 12.0004 (0.9837)$	859.7147	790.1806 ~ 984.1733
	48	$Y = 8.7538x - 19.6231 (0.9925)$	649.9183	602.1088 ~ 689.1831
	72	$Y = 9.9972x - 22.5613 (0.9255)$	571.3370	507.3862 ~ 615.5907
	96	$Y = 8.8904x - 18.7900 (0.9221)$	474.1153	346.8720 ~ 545.4662
仲丁威	24	$Y = 5.6596x - 2.0621 (0.8521)$	17.6934	15.4703 ~ 24.6400
	48	$Y = 6.6698x - 2.9303 (0.8553)$	14.9281	13.7458 ~ 17.1276
	72	$Y = 8.9095x - 4.9499 (0.9695)$	13.0816	12.3265 ~ 13.9667
	96	$Y = 9.1835x - 5.0612 (0.9716)$	12.4616	11.7124 ~ 13.2165
乙草胺	24	$Y = 3.0404 + 12.1573x (0.9445)$	1.4494	1.3431 ~ 1.6405
	48	$Y = 5.1942 + 7.7204x (0.9428)$	0.9437	0.8249 ~ 1.0408
	72	$Y = 5.5713 + 6.9649x (0.9575)$	0.8279	0.6961 ~ 0.9325
	96	$Y = 5.8051 + 5.8962x (0.9496)$	0.7302	0.5834 ~ 0.8453
丁草胺	24	$Y = 6.0152 + 6.5725x (0.9963)$	0.7007	0.6257 ~ 0.8523
	48	$Y = 7.9993 + 11.4206x (0.9704)$	0.5462	0.5091 ~ 0.5934
	72	$Y = 8.6461 + 7.8532x (0.9830)$	0.3433	0.2766 ~ 0.3930
	96	$Y = 9.4349 + 8.2133x (0.9667)$	0.2884	0.2166 ~ 0.3414
三唑磷·阿维菌素	24	$Y = 5.4804 + 12.0354x (0.9788)$	0.9122	0.8585 ~ 1.0033
	48	$Y = 5.4213 + 6.8699x (0.9593)$	0.8683	0.8037 ~ 0.9641
	72	$Y = 6.0001 + 7.0145x (0.9749)$	0.7202	0.6595 ~ 0.7762
	96	$Y = 6.3940 + 6.1088x (0.9933)$	0.5913	0.4970 ~ 0.6564
高效氯氰菊酯	24	$Y = 3.9898 + 4.1606x (0.9588)$	$1.7491 \times 10^{-3}$	$1.5231 \times 10^{-3} \sim 2.1203 \times 10^{-3}$
	48	$Y = 4.3626 + 4.5089x (0.9919)$	$1.3847 \times 10^{-3}$	$1.2166 \times 10^{-3} \sim 1.5828 \times 10^{-3}$
	72	$Y = 4.8093 + 4.6101x (0.9243)$	$1.0999 \times 10^{-3}$	$0.9345 \times 10^{-3} \sim 1.2531 \times 10^{-3}$
	96	$Y = 5.3463 + 5.2083x (0.9362)$	$8.5810 \times 10^{-4}$	$0.6833 \times 10^{-4} \sim 1.0004 \times 10^{-3}$
高氯·甲维盐	24	$Y = 2.7174 + 4.0619x (0.9289)$	$3.6470 \times 10^{-3}$	$2.8150 \times 10^{-3} \sim 7.6991 \times 10^{-3}$
	48	$Y = 3.0271 + 5.5774x (0.9354)$	$2.2580 \times 10^{-3}$	$2.0419 \times 10^{-3} \sim 2.6084 \times 10^{-3}$
	72	$Y = 3.1584 + 6.3805x (0.9672)$	$1.9437 \times 10^{-3}$	$1.7811 \times 10^{-3} \sim 2.1363 \times 10^{-3}$
	96	$Y = 3.8474 + 6.4992x (0.9001)$	$1.5058 \times 10^{-3}$	$1.3231 \times 10^{-3} \sim 1.6574 \times 10^{-3}$

表2 斑马鱼对所试农药的中毒症状

供试农药	中毒症状	供试农药	中毒症状
氟虫腈	身体扭曲,腹部膨胀,背部出现瘀血,无法游动	乙草胺	先兴奋游动,尔后游动迟缓
毒死蜱	先兴奋,后游动迟缓或困难	丁草胺	游动兴奋,失去平衡
三唑磷	兴奋狂游,失去平衡且头部朝下,尔后游动缓慢	三唑磷·阿维菌素	失去平衡,侧卧缸底
杀虫单	游动减少,麻痹,双眼突出	高效氯氰菊酯	游动兴奋,失去平衡,身体扭曲
仲丁威	兴奋狂游,失去平衡,在水中侧游	高氯·甲维盐	游动兴奋,失去平衡

大<sup>[4-5]</sup>。该研究表明,菊酯类农药制剂对鱼类属于剧毒,因此菊酯类农药在稻田上的使用有待进一步讨论。另外,毒死蜱和氟虫腈对鱼类毒性较高,因此在田间用药时,应避免药液流入水域,对鱼类等水生动物造成危害。

## 参考文献

- [1] 党建友,李学锋.4种农药对蜜蜂和家蚕的毒性和安全评价[J].安徽农业科学,2005(1):40-41.
- [2] 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.
- [3] 蔡道基.农药环境毒理学研究[M].北京:中国环境科学出版社,1999.
- [4] 龚瑞忠,蔡道基.溴氰菊酯对鱼虾的毒性与安全评价研究[J].农村生态环境,1996,1(1):29-32.
- [5] 陈碧鹃,陈民山,吴彰宽.氰戊菊酯、胺菊酯对海洋藻类、贝类的毒性研究[J].中国水产科学,1997,4(2):51-55.

有报道指出,菊酯类农药对甲壳类水生动物杀伤性较