

不同类型农药对斑马鱼的急性毒性与安全评价

赵春青, 钱坤, 李学锋, 王成菊, 何川, 刘亮, 姜辉, 邱立红*

(1. 中国农业大学理学院应用化学系, 农业部农药化学及使用技术重点实验室, 北京 100094; 2. 农业部农药检定所, 北京 100026)

摘要 [目的] 测定不同类型的农药对斑马鱼的毒性。[方法] 以斑马鱼为试材, 采用半静态法在室内测定了10种不同类型农药对斑马鱼的急性毒性并对其进行安全评价。[结果] 不同农药对斑马鱼的毒性差异较大, 但所测药剂的 LC_{50} 值均随时间延长而变小, 毒性增加。[结论] 根据96 h的 LC_{50} 值, 25%氟虫腈悬浮剂和8%精禾灵微乳剂对斑马鱼高毒; 10%吡唑草胺乳油, 5%己唑醇悬浮剂, 40%乙草胺可湿性粉剂, 30%三环·异稻可湿性粉剂和65% 酮可湿性粉剂对斑马鱼毒性中等; 25%甲霜·霜霉威可湿性粉剂, 300 g/L双酰草胺乳油和35%吡·异可湿性粉剂对斑马鱼低毒。该研究为药剂的安全合理使用提供了科学依据。

关键词 斑马鱼; 农药; 毒性; 安全评价

中图分类号 S941 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)34-15027-02

Acute Toxicity of Different Kinds of Pesticides to *Brachydanio rerio* and Their Safety Evaluation

ZHAO Chun-qing et al (Department of Applied Chemistry, China Agriculture University, Key Laboratory of Pesticide Chemistry and Application Technology in Ministry of Agriculture, Beijing 100094)

Abstract [Objective] The aim was to detect the toxicity of different kinds of pesticides to *Brachydanio rerio*. [Method] With the *B. rerio* as tested material, the acute toxicity of 10 different kinds of pesticides to *B. rerio* were detected in the laboratory by the semi-static method and their safety evaluation was made. [Result] The toxicity of different kinds of pesticides to *B. rerio* was different. But the LC_{50} value of the tested pesticides was all decreased and the toxicity were all increased with the prolonging of the time. [Conclusion] According to the LC_{50} value for 96 h, 25% fipronil SC and 8% quizalofop-P ethyl micro-emulsion had high toxicity to *B. rerio*; 10% pyrazolechlor EC, 5% hexaconazole SC, 40% acetochlor WP, 30% iproberfos WP and 65% buprofezin WP had moderate toxicity to *B. rerio*; 25% propanoic acid WP, 300 g/L carbetamide EC and 35% pyriproxyfen WP had low toxicity to *B. rerio*. The research provided the scientific basis for the safety and rational use of the pesticides.

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

农药在防治农作物病虫害方面发挥着重要作用, 但其对农田环境及非靶标有益生物的影响是不容忽视的。农药对水生生物的毒性是农药生态风险评价和管理的重要参数之一。斑马鱼是一种敏感的水生模式生物, 对多种有毒化学物质或环境污染物敏感, 被国内外广泛应用于多种有毒化学物质的生态风险评估。笔者以斑马鱼为试材, 测定了包括杀虫剂、除草剂、杀菌剂在内的10种农药对鱼类的急性毒性, 以为这些药剂的安全合理使用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 供试斑马鱼。斑马鱼(*Brachydanio rerio*) 采购于北京仁和水族养殖中心, 健壮无病, 大小一致, 平均体长(3.0 ± 0.5) cm, 平均体重(0.3 ± 0.1) 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, 试验期间不喂食。试验用水为经曝晒24 h去除余氯后的自来水, pH值为6.5 ~ 7.4, 水质硬度在150 ~ 300 ng/L之间(以CaCO₃计), 溶氧量保持在5.8 ng/L以上。

1.1.2 供试农药。25%氟虫腈悬浮剂、65% 酮可湿性粉剂为山东联合农药工业有限公司产品; 8%精禾灵微乳剂、35%吡·异(吡虫啉+异丙威)可湿性粉剂、40%乙草胺可湿性粉剂、30%三环·异稻可湿性粉剂由江西省农药检定管理所提供; 10%吡唑草胺乳油、300g/L双酰草胺乳油为河北省万全农药厂产品; 5%己唑醇悬浮剂为涿州市华太精细化工厂产品; 25%甲霜·霜霉威可湿性粉剂为江苏宝灵化工有限公司产品。

1.2 方 法 按照鱼类急性毒性试验标准方法——半静态法进行^[1]。

1.3 数 据 处 理 数据采用统计软件SPSS13.0处理, 计算 LC_{50} 、相关系数和95%置信区间。

2 结 果 与 分 析

2.1 中 毒 症 状 斑马鱼受到10种药剂的作用后, 均表现出兴奋, 尤其是高浓度处理, 随着时间的延长, 鱼开始游动失衡, 鱼体侧翻, 游动速度缓慢, 出现反应迟钝的症状。25%氟虫腈悬浮剂、8%精禾灵微乳剂和5%己唑醇悬浮剂对鱼作用后, 鱼体表出现明显的血斑; 其他药剂处理后, 鱼体表无明显血斑。

2.2 不 同 农 药 对 斑 马 鱼 的 毒 性 由表1可知, 不同农药对斑马鱼的毒性差异较大, 但其 LC_{50} 值均随着时间的延长而变小, 毒性增加, 这表明药剂对斑马鱼的毒性具有时间效应。根据96 h的 LC_{50} 值, 不同农药对斑马鱼的毒性由大到小为: 25%氟虫腈悬浮剂 > 8%精禾灵微乳剂 > 40%乙草胺可湿性粉剂 > 10%吡唑草胺乳油 > 65% 酮可湿性粉剂 > 30%三环·异稻可湿性粉剂 > 5%己唑醇悬浮剂 > 300 g/L双酰草胺乳油 > 35%吡·异可湿性粉剂 > 25%甲霜·霜霉威可湿性粉剂。

3 结 论 与 讨 论

(1) 根据现行农药对鱼类毒性的分级标准(剧毒, LC_{50} 0.1 ng/L; 高毒, $0.1 < LC_{50} < 1.0$ ng/L; 中毒, $1.0 < LC_{50} < 10.0$ ng/L; 低毒, $LC_{50} > 10.0$ ng/L), 25%氟虫腈悬浮剂和8%精禾灵微乳剂96 h的 LC_{50} 值为0.60 ~ 0.81 ng/L, 对斑马鱼高毒; 10%吡唑草胺乳油、5%己唑醇悬浮剂、40%乙草胺可湿性粉剂、30%三环·异稻可湿性粉剂和65% 酮可湿性粉剂96 h的 LC_{50} 分别为2.71、2.58、1.13、5.23和5.17 ng/L, 对斑马鱼毒性中等; 25%甲霜·霜霉威可湿性粉剂、300g/L双酰草胺乳油和35%吡·异可湿性粉剂96 h的 LC_{50} 值分别为 > 120.0、31.19、89.05 ng/L, 对斑马鱼低毒。

作者简介 赵春青(1985-), 男, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向: 农药毒理与使用技术原理。* 通讯作者。

收稿日期 2008-09-28

表1 10种农药对斑马鱼的急性毒性

Table 1 The acute toxicity of 10 kinds of pesticides to *Brachydanio rerio*

供试药剂 Test pesticides	时间 h Time	相关系数 r Correlation coefficient	致死中浓度 Median lethal concentration LC ₅₀	ng/L 95% 置信区间 95% confidence interval
300 g/L 双酰 草胺乳油	24	0.974	31.19	30.88 ~ 31.57
	48	0.977	30.85	30.55 ~ 31.18
300 g/L carb- tamide EC	72	0.955	30.50	30.24 ~ 30.78
	96	1.000	30.14	29.87 ~ 30.42
10% 吡啶 草胺乳油	24	0.997	4.29	4.04 ~ 4.532
	48	0.919	3.30	2.10 ~ 4.65
10% metazach- lor EC	72	0.928	2.76	2.02 ~ 3.49
	96	0.938	2.71	2.02 ~ 3.37
8% 精 禾灵微乳剂	24	0.955	1.54	1.308 ~ 2.399
8% quizalofop-p ethyl micro- emulsion	48	0.976	1.28	1.125 ~ 1.647
	72	0.968	0.97	0.882 ~ 1.070
	96	0.989	0.81	0.744 ~ 0.866
40% 乙草胺 可湿性粉剂	24	0.922	2.158	1.839 ~ 2.663
	48	0.904	1.529	1.312 ~ 1.722
40% acetochlor wettable powder	72	0.947	1.137	0.8809 ~ 1.321
	96	0.905	1.125	0.9255 ~ 1.275
25% 氟虫 腈悬浮剂	24	0.954	0.980	0.899 ~ 1.110
	48	0.905	0.850	0.665 ~ 1.234
25% flupyrif- enol susp- ending agent	72	0.900	0.700	0.536 ~ 1.004
	96	0.903	0.600	0.376 ~ 0.869
35% 吡·异可湿性粉剂	24	0.902	89.05	82.31 ~ 100.40
35% imidacloprid· isopropyl carb- wettable powder	48	0.927	73.54	68.81 ~ 78.60
	72	0.998	64.49	60.11 ~ 68.35
	96	0.997	61.30	57.03 ~ 64.91
65% 酮 可湿性粉剂	24	0.928	14.400	10.140 ~ 51.520
	48	0.957	7.196	6.205 ~ 8.487
65% buprfezin wettable powder	72	0.989	6.028	5.070 ~ 7.021
	96	0.998	5.165	4.252 ~ 5.991
30% 三环·异稻 可湿性粉剂	24	0.920	11.210	9.380 ~ 15.170
	48	0.902	7.575	5.449 ~ 10.800
30% tricydazole- kitazin wettable powder	72	0.910	6.069	4.514 ~ 7.755
	96	0.906	5.234	3.275 ~ 7.266
5% 己唑醇 悬浮剂	24	0.956	3.162	2.676 ~ 3.731
	48	0.942	2.927	2.728 ~ 3.121
5% hexaconazole suspending agent	72	0.959	2.731	2.539 ~ 2.907
	96	0.984	2.582	2.398 ~ 2.745
25% 甲霜·霜霉威 可湿性粉剂	96	-	> 120.0	-
25% metaxyl- propanocarb wettable powder				

注: * 表示在该浓度药剂作用下, 96 h 时斑马鱼的死亡率只有23.3%。

Note: * indicated that at 96 h mortality of *B. rerio* was only 23.3% when the action of this medication at the concentration.

(2) 研究发现, 供试的4种除草剂、3种杀虫剂和3种杀菌剂对斑马鱼的急性毒性没有规律可循, 与药剂种类亦无相

(上接第15007页)

生物区系, 影响精料的消化吸收; 经过预试期和正试期的第1阶段的饲喂后, 适应试验日粮的瘤胃微生物区系基本趋向稳定, 而且精料补饲量越多, 对于已适应完全放牧的藏羊, 其瘤胃微生物区系形成适应这种舍饲日粮的瘤胃微生物区系的时间就越长, 因此, 精料补饲水平越高, 日增重曲线的峰值出现的就越晚, 这一现象已有报道^[8]。试验中日增重的变化规律原因还需进一步验证。试验结果还表明, 肥育期的长短应视饲养水平和肥育效果而定。肥育期过短肥育效果不显著, 过长期肥育羊的饲料报酬低, 效果亦不佳。

(3) 试验结果表明, 精料补饲量高, 并不意味着经济效益也高。在舍饲条件下饲养藏羊并不是精料越多越好。因此, 适宜的精料饲喂量对藏羊的最佳生长性能是必需的, 可以有效降低规模饲养藏羊的饲料成本。在试验精料配方营养水平的前提下, 补饲精料300 g/(只·d)的经济效益最高。

参考文献

[1] 计成, 许万根. 精料水平与秸秆氨化对绵羊日粮消化、氮存留与进食量

的影响[J]. 动物营养研究与应用. 北京: 中国农业科技出版社, 1997: 88-92.

[2] 余忠祥. 含尿素颗粒饲料、舔砖和添加剂对绵羊短期育肥效果的评述[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2008, 33(3): 22-23.

[3] 魏全意, 吴金龙, 丁永忠, 等. 预混料及不同精料给量对舍饲小尾寒羊育肥效果的研究[J]. 饲料研究, 2003(1): 5-7.

[4] 刘晓牧. 不同精料添加量对绵羊饲料瘤胃降解的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2002, 33(3): 313-318.

[5] REDDY N M. Effect of fodder based complete diets on the rumen fermentation pattern in crossbred bulls[J]. *India J Anim Sc*, 1993, 10(1): 7-16.

[6] 邓先德, 李卫军, 朱进忠, 等. 不同精料喂量对绵羊育肥效果的研究[J]. 草食家畜, 2000(2): 32-34.

[7] 赵健康, 保善, 余雄, 等. 当年羔羊冬季育肥饲料转化效果研究初探[J]. 草食家畜, 1997(4): 46-48.

[8] 董全民, 赵新全, 徐世晓, 等. 高寒牧区藏系绵羊1岁冬季暖棚育肥试验[J]. 青海省畜牧兽医杂志, 2003, 33(5): 3-6.

[9] 毛德柱. 不同营养浓度对全舍饲山羊生长发育的影响[J]. 中国草食动物, 2004, 24(2): 15-17.

[10] GUO A W, ZHANG L, XIONG C M, et al. Effects of milk replacer on the performance and blood biochemical indices in lambs[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(1): 107-110.

关性。氟虫腈为神经毒性杀虫剂, 周杜挺等曾报道5%氟虫腈悬浮剂浓度为1.5 ng/L时, 鲫鱼死亡率仅为6%^[2];而在该试验中, 25%氟虫腈悬浮剂浓度为0.6 ng/L时, 斑马鱼死亡率达到50%, 属于高毒性农药, 这可能是由于不同种类的鱼对药剂的敏感性不同。35%吡·异可湿性粉剂是吡虫啉和异丙威的混剂, 也为神经毒性杀虫剂, 但该药剂对斑马鱼低毒。笔者认为, 不同农药对斑马鱼的毒性大小不同, 除了与药剂的活性特点密切相关外, 还与药剂的加工剂型有关。刘彦良等的研究也证实了这一点, 他们发现20%二甲戊灵微囊悬浮剂及20%二甲戊灵乳油对斑马鱼96 h的LC₅₀分别为57.81、0.31 ng/L, 二者相差186倍^[3]。

(3) 8%精 禾灵微乳剂属于除草剂, 其作用靶标是植物体内的乙酰辅酶A羧化酶, 但它对斑马鱼的急性毒性却很高, 孙建析等^[4]的研究得出了类似的结果。此外, 有研究发现有一些除草剂对鱼类也高毒^[5]。这些除草剂在斑马鱼内的靶标位点及其毒性作用机理, 值得进一步深入研究。

参考文献

- [1] 蔡道基, 杨佩芝, 龚瑞忠, 等. 化学农药环境安全评价试验准则[S]. 北京: 国家环保局, 1989.
- [2] 周杜挺, 何可佳, 氟虫腈等7种杀虫剂对鲫鱼的毒性及安全性试验研究[J]. 农药科学与管理, 2006, 25(9): 18-20.
- [3] 刘彦良, 刘峰, 慕卫, 等. 20%二甲戊灵微囊悬浮剂对斑马鱼的毒性研究[J]. 农药科学与管理, 2007, 28(6): 16-18.
- [4] 孙建析, 顾刘金, 杨校华, 等. 精 禾灵的亚慢性毒性研究[J]. 环境与职业医学, 2005, 22(2): 149-150.
- [5] 陈家长, 胡庚东, 瞿建宏. 5种除草剂对白鲢鱼种急性毒性试验[J]. 湛江海洋大学学报, 2005(4): 35-38.
- [6] HUANG Y, TANG YM. Effects of metal ions and organic solvents on alkaline phosphatase from rice field soil[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(2): 112-115.
- [7] 赵于丁, 徐敦明, 刘贤进, 等. 10种农药对斑马鱼的毒性与安全评价[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(22): 6801-6802.
- [8] WANG Q, WU J Y, NUJ R, et al. The acute toxicity test in rice and bacteriostasis in vitro of Yandureqing and its microemulsion[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(5): 113-117.