

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.01.010

8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对环境生物的安全性评价

史梦竹⁺, 李建宇⁺, 傅建炜^{*}, 游 泳, 林 涛, 郑丽祯, 魏 辉
福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013

摘要:【背景】高效氯氟氰菊酯是一种拟除虫菊酯类杀虫剂,对鳞翅目、鞘翅目和半翅目等多种害虫以及螨类都有一定的防治效果。关于拟除虫菊酯类杀虫剂对某种环境生物的单—安全性评价的研究颇多,但缺乏系统的评价。【方法】根据《化学农药环境安全评价试验准则》,测定了8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对6种非靶标环境生物鹌鹑、蜜蜂、家蚕、斑马鱼、大型溞和蚯蚓的毒性,并进行了环境安全性评价。【结果】8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑的经口毒性7 d LD_{50} 为 $54.4762\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 属中毒;对蜜蜂经口毒性的48 h LC_{50} 为 $2.7391\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 属高毒;对家蚕和斑马鱼的96 h LC_{50} 分别为0.0067 和 $0.0007\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 均为剧毒;对大型溞的抑制毒性 EC_{50} (48 h) 为 $1.2716\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 属中毒;对蚯蚓的14 d LC_{50} 为 $32.3313\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 属低毒。【结论与意义】本文明确了高效氯氟氰菊酯微乳剂对环境生物的毒性及安全性,可为其在农业生产中的合理利用及其对环境生物危害的风险控制提供依据。

关键词: 高效氯氟氰菊酯微乳剂; 环境生物; 毒性; 安全性

Safety evaluation of 8% lambda-cyhalothrin on environmental organisms

Meng-zhu SHI⁺, Jian-yu LI⁺, Jian-wei FU^{*}, Yong YOU, Tao LIN, Li-zhen ZHENG, Hui WEI
Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China

Abstract: 【Background】Lambda-cyhalothrin is a synthetic pyrethroid insecticide, targeting various insects of Lepidoptera, Coleoptera, Heteroptera and mites. Several studies have examined the toxicity of lambda-cyhalothrin on single species but not on several organisms. 【Method】Toxicity of lambda-cyhalothrin on six species (Japanese quail, bee, silkworm, zebrafish, daphnia and earthworm) was tested in laboratory in accordance with the criteria for chemical pesticide environmental safety assessment. 【Result】According to the data obtained from the tests, lambda-cyhalothrin had low toxicity for *Eisenia fetida* ($32.3313\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 14 d- LC_{50}), medium toxicity levels for *Coturnix japonica* ($54.4762\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 7 d- LD_{50}) and *Daphnia magna* ($1.2716\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 48 h- EC_{50}), high toxicity for *Apis mellifera* ($2.7391\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 48 h- LC_{50}), and extremely high toxicity for *Bombyx mori* and *Danio rerio* ($0.0067\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and $0.0007\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 96 h- LC_{50}). 【Conclusion and significance】This paper demonstrated the toxicity of lambda-cyhalothrin on six groups of species.

Key words: lambda-cyhalothrin; environmental organism; toxicity; safety

拟除虫菊酯类杀虫剂是天然除虫菊酯的模拟物,自20世纪70年代中期开始大量使用,具有高效、广谱、光稳定性好、低残留、对环境污染小的特点,并逐渐取代有机氯农药,成为当前杀虫剂市场的主导产品之一(李斌等,2011)。高效氯氟氰菊酯是一种拟除虫菊酯类杀虫剂,以触杀和胃毒作用为主,无内吸作用,其作用机理是抑制昆虫神经轴突部位的传导,对昆虫具有趋避、击倒及毒杀的作用,药效迅速。

拟除虫菊酯类农药绝大多数属于高亲脂性杀虫剂,在水中能够直接进入到鱼鳃和血液中(龚瑞忠和蔡道基,1988),对鱼、藻和大型溞等水生生物具有高毒性(龚瑞忠和蔡道基,1988;顾宝根等,2006;孟立霞等,2011;潘厚军等,2000),对其他环境生物的毒性也有较多报道。例如:溴氰菊酯对鸟类、蜜蜂和蚯蚓的毒性较低,对鱼类属中等毒性,对溞类、藻类和家蚕属高毒性(龚瑞忠等,2001);

收稿日期(Received): 2014-01-05 接受日期(Accepted): 2014-02-04
作者简介: 史梦竹,女,研究实习员。研究方向: 农药毒理与生物安全、外来入侵生物区域治理。E-mail: mengzhu611@163.com; 李建宇,男,助理研究员。研究方向: 农药毒理与生物安全、农业昆虫与害虫防治。E-mail: roy111999@foxmail.com
⁺ 同等贡献作者(The two authors contributed equally to this work)
^{*} 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: ffw9238@163.com

2.5% 高效氯氟氰菊酯乳油对意大利蜜蜂高毒(王瀛寰等,2012);高效氯氟氰菊酯对家蚕具有极高风险性(周杰敏等,2013)。但是,关于 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对环境生物的毒性暂无系统研究。因此,本研究测定其对 6 种非靶标环境生物的毒性,并进行安全性评价,旨在为其在农业生产中的合理利用及其对环境生物危害的风险控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 对鹌鹑的毒性测定

日本鹌鹑 *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 购自福州市闽侯县南通养殖试验场。

对鹌鹑的毒性测定采用经口染毒法。根据预试验结果,设置 5 个浓度,分别为 14.3、25.7、46.3、83.3、150 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

选择大小为 30 日龄、体质量为 (100 ± 10) g、健康、活泼的鹌鹑供试,每组 10 只,雌、雄各 5 只,并设空白对照,重复 3 次。试验时用移液器分别给每只鹌鹑经口饲喂 1 mL 药液,将不同浓度药液处理后的鹌鹑放入不同鸟笼中,后正常饲喂。试验条件为温度 (25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 50% ~ 70%,光周期 L:D = 16:8。连续 7 d 观察鹌鹑中毒症状与死亡率,计算半致死剂量 LD_{50} 与 95% 置信限。

1.2 对蜜蜂的毒性测定

意大利成年工蜂 *Apis mellifera* L., 购自福州市养蜂实验总场。

对蜜蜂的毒性测定采用摄入法。根据预试验结果,配制 5 组含不同药剂浓度的染毒蔗糖水,药剂浓度分别为 0.50、0.90、1.62、2.92、5.25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

选大小一致、健康、活泼的蜜蜂用于试验,试验前饥饿 2 h。分别用移液器吸取 10 mL 含不同药剂浓度的蔗糖水注入装有 0.3 g 脱脂棉的 10 mL 小烧杯中,杯口向下倒置于试验蜂笼纱网上,供蜜蜂自由摄食。每个处理设 3 次重复,每个重复 10 只蜜蜂,设置空白对照和溶剂对照。试验在温度 (25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50% ~ 70%、微光条件下进行。处理后 24、48 h 观察蜜蜂中毒及死亡情况,计算出半致死浓度 LC_{50} 与 95% 置信限。

1.3 对家蚕的毒性测定

家蚕 *Bombyx mori* L., 品种为“两广二号”,蚕种由广西蚕业技术推广总站提供,保存于 4 $^{\circ}\text{C}$ 恒温冰箱中待用。桑树 *Morus alba* L., 品种为“红果二

号”,2010 年自福建省农业厅桑蚕研究所引种后,定植于福建省农业科学院植物保护研究所南通中试基地,定植后未施用任何农药。

对家蚕的毒性测定采用食下毒叶法。根据预试验结果,配制 5 个浓度的药液,分别为 0.0031、0.0049、0.0078、0.0125、0.0200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

田间采集新鲜的桑叶,用脱脂棉蘸蒸馏水清除桑叶表面灰尘,待水渍晾干后备用。将上述配制好的药液倒入相应已标记的 100 mL 烧杯中,将清洗干净的桑叶分别浸入不同浓度的供试药液中,完全浸渍 10 s 后取出,自然晾干。然后将其放入相应标记并垫有滤纸片的 12 cm 培养皿中。试验用 2 龄幼蚕,饲喂处理桑叶前饥饿 12 h,每个处理 20 头,3 次重复,并设蒸馏水处理为空白对照。试验条件为温度 (25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 70% ~ 85%。处理后 24、48、72 和 96 h 观察并记录家蚕中毒和死亡状况。

1.4 对斑马鱼的毒性测定

斑马鱼 *Danio rerio* (F. Hamilton), 购自福州市花鸟市场。

对斑马鱼的毒性测定采用静态法。根据预试验结果,用曝气自来水配制 5 个浓度的药液,分别为 0.000250、0.000325、0.000500、0.001000、0.002000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

将从市场购置的斑马鱼在室内驯养 7 d,选择健康、反应灵敏、大小基本一致的斑马鱼供试,体长 (3.0 ± 0.5) cm,体质量 (0.3 ± 0.1) g。试验前 24 h 停止喂食。

在圆柱形鱼缸($\Phi = 25$ cm,高 25 cm)中分别加入 5 L 预先配制的不同浓度的药液,放入斑马鱼 10 尾。分别于处理后 24、48、72 和 96 h 观察斑马鱼中毒症状和死亡情况。每个处理 3 次重复,以曝气自来水处理为空白对照。试验期间不投喂饵料。试验条件为水温 22 ~ 25 $^{\circ}\text{C}$,光周期 L:D = 16:8,自然光照,溶解氧保持在 5.8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上。用玻璃棒多次轻触鱼苗尾部,若无任何反应,则认为鱼体已经死亡,并及时捞出死亡个体。

1.5 对大型溞的毒性测定

大型溞 *Daphnia magna* Straus,由中国科学院水生生物研究所淡水藻种库提供,由福建省农业科学院植物保护研究所南通中试基地繁殖培养。试验用溞为同一母体孤雌繁殖 3 代以上,出生时间为 6 ~ 24 h 健康的幼溞。

对大型蚤的毒性测定采用急性活动抑制试验方法。根据预试验结果,用曝气水分别配制浓度为0.19、0.43、0.94、2.07、4.55、10.00 mg · L⁻¹的药液。分别量取 50 mL 药液倒入 100 mL 烧杯内,每个烧杯中加入 5 头幼蚤。以曝气水为空白对照,每个处理 4 次重复。试验条件为温度(20 ± 1) °C,相对湿度(75 ± 5)%,光周期 L: D = 16: 8。分别于试验开始后 24、48 h 观察大型蚤中毒症状和活动受抑制情况。轻晃烧杯,幼蚤在 15 s 内不能游动则视为活动受抑制。试验前和试验过程中测定每个浓度药液的溶解氧、pH 值和温度,以确保其在试验所需范围内。

1.6 对蚯蚓的毒性测定

赤子爱胜蚯蚓 *Eisenia fetida* (Savigny),购自厦门市兴贤昆虫养殖基地。驯养 1 个月以上,选择出现生殖带且体质量为 0.3 ~ 0.6 g 的成蚓供试。

对蚯蚓的毒性测定采用人工毒土法。根据预试验结果,配制含 5 个浓度药液的土壤,药液浓度分别为 9.5、17.2、30.9、55.6、100.0 mg · kg⁻¹。

在 5 个不同标记的 500 mL 烧杯内分别放入 500 g 含不同浓度药液的土壤,土壤含水量调节至 30%,每组分别放入 10 条清肠完毕的蚯蚓供试,分别于处理后 7、14 d 观察蚯蚓中毒症状和死亡数量,用针轻触蚯蚓尾部,若无反应则为死亡。设置空白对照,每个处理 3 次重复。试验条件为温度(20 ± 1) °C,相对湿度 80% ~ 85%,光照 400 ~ 800 lx。

上述所有毒性测定试验中,对照组死亡率均小于 5% 的试验为有效试验。

2 结果与分析

2.1 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑的毒性及其安全性评价

8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂高浓度处理 7 d 内,鹌鹑出现萎蔫、闭眼、羽毛蓬松、站立不稳等中毒症状。8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑的经口毒性 LD₅₀(7 d) 为 54.4762 mg · kg⁻¹。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对鹌鹑的毒性等级划分以 LD₅₀(7 d) 为标准,LD₅₀ ≤ 10 mg · kg⁻¹ 为剧毒,10 mg · kg⁻¹ < LD₅₀ ≤ 50 mg · kg⁻¹ 为高毒,50 mg · kg⁻¹ < LD₅₀ ≤ 500 mg · kg⁻¹ 为中毒,LD₅₀ > 500 mg · kg⁻¹ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。由此判定,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑急性经口毒性为中毒。

2.2 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蜜蜂的毒性及其安全性评价

接触药液后,蜜蜂表现烦躁不安,在试验蜂笼内乱飞,身体失去平衡。由表 1 可以看出,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蜜蜂经口毒性的 LC₅₀(48 h) 为 2.7391 mg · L⁻¹。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对蜜蜂的毒性等级划分以 LC₅₀(48 h) 为标准,LC₅₀ ≤ 0.5 mg · L⁻¹ 为剧毒,0.5 mg · L⁻¹ < LC₅₀ ≤ 20 mg · L⁻¹ 为高毒,20 mg · L⁻¹ < LC₅₀ ≤ 200 mg · L⁻¹ 为中毒,LC₅₀ > 200 mg · L⁻¹ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。因此,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蜜蜂为高毒。

表 1 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蜜蜂的经口毒性

Table 1 Toxicity response of *A. mellifera* to lambda-cyhalothrin

时间 Duration of exposure (h)	毒力回归方程 Toxicity regression equation	R ²	LC ₅₀ (mg · L ⁻¹)	95% 置信区间 95% confidence interval (mg · L ⁻¹)	毒性等级 Toxicity category (48 h)
24	y = 3.5770 + 3.1068x	0.9522	2.8710	2.3124 ~ 3.9725	高毒
48	y = 3.6083 + 3.1802x	0.9531	2.7391	2.2277 ~ 3.7041	High toxicity

2.3 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对家蚕的毒性及其安全性评价

家蚕染毒后,出现拒食、趋避、身体变软、变黑、吐液等中毒症状。从表 2 可以看出,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对家蚕的 LC₅₀(96 h) 为 0.0067 mg · L⁻¹。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对家蚕的毒性等级划分以 LC₅₀(96 h) 为标准,

LC₅₀ ≤ 0.5 mg · L⁻¹ 为剧毒,0.5 mg · L⁻¹ < LC₅₀ ≤ 20 mg · L⁻¹ 为高毒,20 mg · L⁻¹ < LC₅₀ ≤ 200 mg · L⁻¹ 为中毒,LC₅₀ > 200 mg · L⁻¹ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。由此判定,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对家蚕急性摄入毒性为剧毒。

表 2 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对家蚕的急性摄入毒性
Table 2 Toxicity response of *B. mori* to lambda-cyhalothrin

时间 Duration of exposure (h)	毒力回归方程 Toxicity regression equation	R^2	LC_{50} ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	95% 置信区间 95% confidence interval ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	毒性等级 Toxicity category (96 h)
24	$y = 13.2108 + 4.1180x$	0.9971	0.0101	0.0091 ~ 0.0115	剧毒 Extreme toxicity
48	$y = 12.8290 + 3.8003x$	0.8908	0.0087	0.0078 ~ 0.0098	
72	$y = 14.5330 + 4.4724x$	0.8985	0.0074	0.0067 ~ 0.0081	
96	$y = 15.1495 + 4.6742x$	0.9841	0.0067	0.0061 ~ 0.0074	

2.4 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对斑马鱼的毒性及其安全性评价

将斑马鱼放入带药液鱼缸,染毒后表现出游动兴奋、身体扭曲、失去平衡、鳃下发红等中毒症状。由表 3 可以看出,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对斑马鱼的 LC_{50} (96 h) 为 $0.0007 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对鱼类

的毒性等级划分以 LC_{50} (96 h) 为标准, $LC_{50} \leq 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为剧毒, $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < LC_{50} \leq 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为高毒, $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < LC_{50} \leq 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为中毒, $LC_{50} > 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。由此判定,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对斑马鱼的急性经口毒性为剧毒。

表 3 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对斑马鱼的急性经口毒性
Table 3 Toxicity response of *Danio rerio* to lambda-cyhalothrin

时间 Duration of exposure (h)	毒力回归方程 Toxicity regression equation	R^2	LC_{50} ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	95% 置信区间 95% confidence interval ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	毒性等级 Toxicity category (96 h)
24	$y = 12.7273 + 2.4579x$	0.7775	0.0007	0.0005 ~ 0.0012	剧毒 Extreme toxicity
48	$y = 11.8720 + 2.1695x$	0.9651	0.0007	0.0004 ~ 0.0012	
72	$y = 11.8720 + 2.1695x$	0.9651	0.0007	0.0004 ~ 0.0012	
96	$y = 11.8720 + 2.1695x$	0.9651	0.0007	0.0004 ~ 0.0012	

2.5 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对大型蚤的毒性及其安全性评价

大型蚤染毒后表现出沉底、打转、抽搐、活动迟缓等中毒症状。从表 4 可以看出,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对大型蚤的抑制毒性 EC_{50} (48 h) 为 $1.2716 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对大型蚤的毒性等级划分以 EC_{50} (48 h) 为标准, $EC_{50} \leq 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为剧毒, $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < EC_{50} \leq 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为高毒, $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < EC_{50} \leq 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为中毒, $EC_{50} > 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。因此,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对大型蚤的抑制毒性为中毒。

2.6 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蚯蚓的毒性及其安全性评价

染毒蚯蚓表现出明显的身体拉长、移动缓慢、活力下降等中毒症状。从表 5 可以看出,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蚯蚓的 LC_{50} (14 d) 毒性为

$32.3313 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。根据《化学农药环境安全评价试验准则》的规定,农药对蚯蚓的毒性等级划分以 LC_{50} (14 d) 为标准, $LC_{50} \leq 0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为剧毒, $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} < LC_{50} \leq 1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为高毒, $1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} < LC_{50} \leq 10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为中毒, $LC_{50} > 10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 为低毒(国家环境保护总局南京环境科学研究所,1990)。因此,8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蚯蚓的毒性为低毒。

3 小结与讨论

8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑的经口毒性 7 d LD_{50} 为 $54.4762 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 属中毒;对蜜蜂的经口毒性 48 h LC_{50} 为 $2.7391 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 为高毒;对家蚕的摄入毒性 96 h LC_{50} 为 $0.0067 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 为剧毒;对斑马鱼的急性毒性 96 h LC_{50} 为 $0.0007 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 为剧毒;对大型蚤的抑制毒性 EC_{50} (48 h) 为 $1.2716 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 为中毒;对蚯蚓的 14 d LC_{50} 毒性为 $32.3313 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 为低毒。

表 4 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对大型溞的抑制毒性
Table 4 Toxicity response of *Daphnia magna* to lambda-cyhalothrin

时间 Duration of exposure (h)	毒力回归方程 Toxicity regression equation	R^2	EC_{50} ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	95% 置信区间 95% confidence interval ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	毒性等级 Toxicity category (48 h)
24	$y = 4.0683 + 1.5070x$	0.8994	4.1515	2.5954 ~ 9.2171	中毒
48	$y = 4.7263 + 1.6842x$	0.9921	1.2716	0.9661 ~ 2.2143	Medium toxicity

表 5 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对蚯蚓的毒性
Table 5 Toxicity response of *E. fetida* to lambda-cyhalothrin

时间 Duration of exposure (d)	毒力回归方程 Toxicity regression equation	R^2	LC_{50} ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	95% 置信区间 95% confidence interval ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	毒性等级 Toxicity category (14 d)
7	$y = 1.9118 + 1.4627x$	0.8257	129.2272	78.6043 ~ 462.664	低毒
14	$y = -0.0510 + 3.3458x$	0.9980	32.3313	27.0974 ~ 38.7294	Low toxicity

在田间使用时,必须远离桑园和水域,避免对家蚕和鱼类造成致命伤害,同时要远离蜜源,减少对蜜蜂的危害。高效氯氟氰菊酯对水生生物的急性毒性较高,但其在环境中消解速率较快、吸附性强,所有剂型的高效氯氟氰菊酯在用药 4 d 后再排入鱼塘对河虾均达到安全水平(顾宝根等,2006)。因此,在农业生产中,特别是水田、靠近桑园和蜜源的田间使用高效氯氟氰菊酯等拟除虫菊酯类农药时,要特别注意使用量、施用方法及其对生态系统的危害。

参考文献

龚瑞忠,蔡道基. 1988. 拟除虫菊酯类农药对水生生物的毒性评价研究. 环境科学研究, 1(4): 39–41.
龚瑞忠,陈悦,陈良燕,蔡道基. 2001. 溴氟菊酯对环境生物的安全评价研究, 农药学报, 3(2): 67–72.
顾宝根,王慧敏,陈隆智,蔡道基,单正军. 2006. 高效氯氟氰菊酯在稻田使用后对水生生物的安全性研究. 农药学报, 8(1): 56–60.

国家环境保护总局南京环境科学研究所. 1990. 化学农药环境安全评价试验准则. 农药科学与管理, 11(2): 1–5.
李斌,贾思超,卢淑伟,鲁威,李赞,李云. 2011. 甲氟菊酯对斑马鱼的毒性效应. 农药科学与管理, 32(5): 32–38.
孟立霞,张文华,潘娟,姚银花,张国辉,周贤君. 2011. 甲氟菊酯和溴氟菊酯对黔东南田鱼(鲤)的急性毒性与安全评价. 安徽农业科学, 39(17): 10301–10302.
潘厚军,吴淑勤,黄志斌,石存斌,李凯彬. 2000. 鱼类对有机磷和菊酯类农药的敏感性研究. 淡水渔业, 30(7): 44–45.
王瀛寰,张艳峰,张旭,李建中,王会利. 2012. 五种农药对中华蜜蜂和意大利蜜蜂工蜂的经口毒性比较. 农药学报, 14(4): 453–456.
周杰敏,蒋红云,张燕宁,张兰,何伟志. 2013. 高效氯氟氰菊酯和啉虫脒及其复配剂对家蚕环境毒性的研究. 农药科学与管理, 34(6): 20–22.

(责任编辑:杨郁霞)

