

徐雪凌, 李明, 李荣玉, 等. 醚菊酯、噻虫嗪及其混配对贵州三地褐飞虱的毒力及田间防治效果[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(1): 56-60.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.01.009

## 醚菊酯、噻虫嗪及其混配对贵州三地褐飞虱的毒力及田间防治效果

徐雪凌, 李明, 李荣玉, 韩晶波, 尹显慧

(贵州大学作物保护研究所, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 为了进一步了解醚菊酯、噻虫嗪及其混合液对贵州3地(桐梓、黄平、开阳)褐飞虱3龄若虫的毒力, 为开发防治褐飞虱的复配药剂提供科学依据, 本研究选择噻虫嗪和醚菊酯2种单剂及其混合液, 采用稻茎浸渍法对褐飞虱进行室内毒力测定, 并采用田间喷雾法在贵州黄平地区进行了田间防效试验。结果表明, 醚菊酯、噻虫嗪及其混合液对贵州3地褐飞虱的  $LC_{50}$  平均值分别为 18.741 1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、1.407 6  $\mu\text{g}/\text{ml}$  和 1.254 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。与敏感品系相比, 贵州3地褐飞虱对噻虫嗪的抗性表现为中等水平, 而对醚菊酯的抗性表现为敏感水平。噻虫嗪和醚菊酯以 1:7 的比例混配施用 7 d 后的平均防效为 82.38%, 而醚菊酯和噻虫嗪单剂施用 7 d 后的平均防效分别为 69.64% 和 71.88%。噻虫嗪和醚菊酯按有效成分 1:7 混合时, 混合药剂的防效明显高于醚菊酯和噻虫嗪单剂的防效, 生产上进行褐飞虱防治时, 可首选该混配配方。

**关键词:** 褐飞虱; 醚菊酯; 噻虫嗪; 毒力; 田间防效

**中图分类号:** S482.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)01-0056-05

## Toxicity of ethofenprox, thiamethoxam and their mixtures on *Nilaparvata lugens* and the field control effect in Guizhou province

XU Xue-ling, LI Ming, LI Rong-yu, HAN Jing-bo, YIN Xian-hui

(Institute of Crop Protection, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** The present experiment was conducted to study the toxic effects of ethofenprox, thiamethoxam and their mixtures on the 3rd nymph of *Nilaparvata lugens* which were collected from Huangping, Kaiyang and Tongzi county, Guizhou province and to provide scientific basis for developing chemical pesticide for its control. The toxic effects of ethofenprox, thiamethoxam and their mixtures on the 3rd nymph of *Nilaparvata lugens* were determined by using rice stem dipping method and the field control effect was conducted at Huangping, Guizhou province. The results showed that the  $LC_{50}$  values of ethofenprox, thiamethoxam and their mixtures to *Nilaparvata lugens* were 18.741 1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , 1.407 6  $\mu\text{g}/\text{ml}$  and 1.254 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , respectively. Compared with the susceptible strain of *Nilaparvata lugens*, the populations developed moderate level of resistance to thiamethoxam and were sensitive to ethofenprox. The efficacy of the mixtures of thiamethoxam

and ethofenprox (1:7) was 82.38%, and the efficacies of ethofenprox and thiamethoxam were 69.64% and 71.88% on the 7th day after spraying, respectively. The mixtures of thiamethoxam and ethofenprox (1:7) had better control effects on *Nilaparvata lugens* than single does. During prevention planthopper, the mixed formulation may be preferred for using.

**Key words:** *Nilaparvata lugens*; ethofenprox; thiamethoxam; toxicity test; field control effect

收稿日期: 2016-03-30

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201203038); 贵州大学引进人才科研项目[贵大人基合字(2008)030号、贵大人基合字(2015)07号]

作者简介: 徐雪凌(1990-), 女, 贵州贵阳人, 硕士研究生, 从事有害生物绿色治理研究。(E-mail) xxl901220@163.com

通讯作者: 李明, (E-mail) lm21959@163.com

褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) 是亚洲水稻生产上的一种重要害虫,具有迁飞性、爆发性和毁灭性等特点,极易爆发成灾<sup>[1-3]</sup>。该类害虫不仅会刺吸水稻茎秆为害,其分泌物也会影响水稻生长,使水稻严重减产,其口针还可作为媒介传播植物病毒等<sup>[4]</sup>。长期以来,对该害虫的防治主要以化学防治为主<sup>[5-6]</sup>。由于持续、大量、不合理地使用单一化学药剂,导致褐飞虱对各种杀虫剂都产生了不同程度的抗药性<sup>[7]</sup>。开发新农药难度大且需要耗费大量的人力、物力和时间,因此将杀虫剂合理复配进行使用不失为一种有效的方法。将农药进行合理复配,不仅能提高单一药剂的防治效果,还能延长害虫产生抗药性的时间<sup>[8]</sup>。因此,筛选出新的高效杀虫剂混剂是防治褐飞虱的有效措施,对保证水稻产量及其品质具有重要的意义。

醚菊酯 (Etofenprox) 是一种无酯结构的醚类拟除虫菊酯新型杀虫剂,属于神经毒剂,具有触杀和胃毒作用,无内吸传导作用<sup>[9-10]</sup>,适用于水稻、棉花及蔬菜等农作物多种害虫的防治,对褐飞虱具有一定的防效。噻虫嗪 (Thiamethoxam) 是一种高效、低毒、结构新颖的新烟碱类广谱杀虫剂,具有更突出的生物活性、更广的杀虫谱、更好的安全性等特点,作用速率高且持续时间长。其作用方式可以选择性地抑制昆虫中枢神经系统烟酸乙酰胆碱酯酶受体,进而阻塞昆虫中枢神经系统,使害虫出现麻痹现象,并最终死亡<sup>[11-12]</sup>。据束兆林等<sup>[13]</sup>报道,醚菊酯对水稻褐飞虱具有良好的速效性和持效性,施用 525~825 ml/hm<sup>2</sup> 的 20% 醚菊酯乳油,在药后第 7 d 对褐飞虱 3 龄以上若虫的防治效果为 75.22%~86.15%,优于对照药剂吡虫啉和噻嗪酮。李燕芳等<sup>[14]</sup>采用稻茎浸渍法测定了广州地区褐飞虱种群对噻虫嗪的  $LC_{50}$  值为 0.285 7 mg/L。张帅等<sup>[15]</sup>通过田间防效调查,发现噻虫嗪药后 5 d 的田间防效为 60.8%~77.9%,10 d 后的田间防效为 62.7%~78.4%。王鹏<sup>[16]</sup>对中国江苏、浙江、广西等地的褐飞虱种群进行了监测,结果显示,褐飞虱对噻虫嗪的抗性达到了中高水平 (是敏感品系的 12.8~62.3 倍)。

郁艳等<sup>[17]</sup>的研究结果表明,醚菊酯和噻虫嗪按一定比例混配后对褐飞虱的抑制作用会明显增强,共毒系数 (CTC) 为 174.29~188.74。而有关醚菊酯与噻虫嗪混配后施用效果的相关报道较少,为明晰贵州省褐飞虱对常用杀虫剂醚菊酯和噻虫嗪及其混

合液的敏感性,本研究拟在前人研究的基础上,采用稻茎浸渍法测定醚菊酯、噻虫嗪及其混合液对褐飞虱 3 龄若虫的毒力,并于 2015 年 8 月在贵州省黄平县进行田间防效试验,为后期农药混配药剂的生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试药剂:98.00% 噻虫嗪原药购自江苏盐城福利德化工有限公司,96.98% 醚菊酯原药购自江苏辉丰农化股份有限公司,10.00% 醚菊酯悬浮剂 (SC) (135~225 ml/hm<sup>2</sup>) 购自江苏辉丰农化股份有限公司,25.00% 噻虫嗪水分散颗粒剂 (WG) (3~6 g/hm<sup>2</sup>) 购自先正达作物保护有限公司。

供试虫源:2014 年 7 月、2014 年 8 月分别于贵州省黄平县旧州镇大田 (种群代号为黄平)、桐梓县官仓镇大田 (种群代号为桐梓) 和开阳县禾丰乡大田 (种群代号为开阳) 采集褐飞虱种群,在不接触任何化学药剂的情况下,将其放入盛有新鲜稻株的塑料桶内带回室内。参照王松尧等稻苗笼养法<sup>[18]</sup>在室内连续隔离饲养 3 代,环境条件为:温度 (28±2) °C,相对湿度 70%~80%,光照时间 12~14 h/d,选取 3 龄若虫进行毒力测定。

### 1.2 室内毒力测定方法

1.2.1 药剂配制 称取 98.00% 噻虫嗪 0.102 0 g 和 96.98% 醚菊酯 0.103 1 g,用少量丙酮将其分别溶解后转移至容量瓶中,再用 10% 丙酮溶液定容至 1 000 ml,配制成有效成分为 100 μg/ml 的母液,待用。处理浓度如下:噻虫嗪 6.000 μg/ml、噻虫嗪 3.000 μg/ml、噻虫嗪 1.500 μg/ml、噻虫嗪 0.750 μg/ml、噻虫嗪 0.375 μg/ml、醚菊酯 40.000 μg/ml、醚菊酯 20.000 μg/ml、醚菊酯 10.000 μg/ml、醚菊酯 5.000 μg/ml、醚菊酯 2.500 μg/ml。

1.2.2 测定方法 药剂毒力测定参照庄永林和沈晋良报道的稻茎浸渍法<sup>[19]</sup>,将分蘖期的水稻稻株连根拔出并洗净,剪成约 10 cm 长的带根稻茎晾干,3 株为 1 组。将稻茎浸入配制好的药液中 30 s,取出后稍微晾干,用浸湿的湿脱脂棉包住根部放入培养杯中。从养虫笼中用吸虫管吸取标准一致的 3 龄若虫,放入上述培养杯中,每杯 10 头,每个处理重复 3 次,以 10% 丙酮处理为对照,共 11 个处理。将加入虫后的培养杯放入温度为 (28±2) °C 且光照周期为

16(L):8(D)的恒温培养箱中,72 h 后统计死亡虫数。采用 Excel 2010 几率值法<sup>[20-21]</sup>进行数据处理,计算出毒力回归方程、相关系数、 $LC_{50}$ 值( $LC_{50}$ 表示杀死 50%防治对象的药剂浓度, $LC_{50}$ 值越小,表示所使用的药剂浓度越低,防治对象对该药剂的敏感性越大)及  $LC_{50}$ 的 95%置信区间。

### 1.3 田间防效试验方法

2015 年田间药效试验设在贵州省凯里市黄平县旧州镇,该试验田常年种植水稻,稻苗的长势及肥水管理基本一致,试验时水稻处于抽穗扬花期,田间主要害虫为褐飞虱,约占 80%以上。试验期为 8 月 3 日-10 日,温度为 20~31 ℃,相对湿度为 45%~90%,降雨天数为 1 d,降雨量为 0.4 mm。

1.3.1 田间小区排列 田间试验共设 4 个处理:A:25%噻虫嗪水分散粒剂(6 g/hm<sup>2</sup>),B:10%醚菊酯悬浮剂(135 ml/hm<sup>2</sup>),C:25%噻虫嗪水分散粒剂和 10%醚菊酯悬浮剂桶混(有效成分比为 1:7),CK:空白对照。每个处理为 30 m<sup>2</sup>,设 4 个重复,共 16 个小区,小区随机排列,小区间作田埂隔离,以防药液串流,保持各小区水肥管理水平一致。

1.3.2 施药方法 药液的施用量为 90 kg/hm<sup>2</sup>,每个试验小区 3 kg。用 1 000 ml 烧杯取水并标出塑料桶 3 L 的刻度,按照每个处理药剂用量称取药剂倒入桶中,搅拌均匀,使用工农 16 型手动喷雾器(购

自台州市路桥利农喷雾器厂)将药液均匀喷施于相应的试验小区。

1.3.3 调查与统计 施药前调查褐飞虱的虫口基数,并在施药 1 d、3 d、5 d、7 d 后分别调查并记录各小区稻田褐飞虱的虫口密度,每个小区按照棋盘法调查,并计算减退率。

虫口减退率=(施药前虫数-施药后虫数)/施药前虫数×100%

防治效果=(处理区虫口减退率-对照区虫口减退率)/(100-对照区虫口减退率)×100%

## 2 结果与分析

### 2.1 醚菊酯、噻虫嗪及其混合液对贵州 3 地褐飞虱的毒力

2.1.1 醚菊酯和噻虫嗪对贵州 3 地褐飞虱的毒力 醚菊酯和噻虫嗪对贵州 3 地褐飞虱 3 龄若虫均有一定的防治效果,其中醚菊酯的  $LC_{50}$ 值显著大于噻虫嗪的  $LC_{50}$ 值。褐飞虱 3 龄若虫对醚菊酯的敏感性表现为:桐梓地区褐飞虱>开阳地区褐飞虱>黄平地区褐飞虱,其  $LC_{50}$ 值分别为 17.707 9 μg/ml、18.836 3 μg/ml、19.679 0 μg/ml。褐飞虱 3 龄若虫对噻虫嗪的敏感性表现为:桐梓地区褐飞虱>开阳地区褐飞虱>黄平地区褐飞虱,其  $LC_{50}$ 值分别为 1.136 4 μg/ml、1.153 9 μg/ml、1.932 6 μg/ml(表 1)。

表 1 贵州 3 地褐飞虱种群对醚菊酯和噻虫嗪的毒力测定

Table 1 Toxicities results of ethofenprox and thiamethoxam to brown planthopper in Guizhou

杀虫剂	种群	毒力回归方程	相关系数	$LC_{50}$ 值(μg/ml)	95%置信区间
醚菊酯	桐梓	$y=3.180\ 6+1.457\ 6x$	0.981 3	17.707 9	12.056 8~26.007 8
	黄平	$y=2.946\ 4+1.587\ 0x$	0.989 6	19.679 0	13.594 3~28.487 1
	开阳	$y=2.691\ 5+1.810\ 6x$	0.995 3	18.836 3	13.648 0~25.996 8
噻虫嗪	桐梓	$y=4.911\ 8+1.587\ 1x$	0.984 0	1.136 4	0.823 5~1.568 3
	黄平	$y=4.527\ 2+1.652\ 5x$	0.992 8	1.932 6	1.411 9~2.645 3
	开阳	$y=4.896\ 9+1.657\ 3x$	0.994 5	1.153 9	0.846 6~1.572 9

### 2.1.2 贵州 3 地褐飞虱对醚菊酯和噻虫嗪的抗性

贵州 3 地褐飞虱种群对同种药剂的抗药性存在一定差异,其主要原因可能是褐飞虱在不同生长环境中的繁殖速度不同,加上当地的施药水平和气候条件存在差异,使各种群在不同剂量胁迫下繁殖的后代对药剂适应能力不同,从而导致不同种群对同种药剂的抗药性存在差异<sup>[22]</sup>。目前,与敏感品系相

比,贵州褐飞虱种群对噻虫嗪的抗性处于中等水平,较中国的高抗和极高水平抗性尚有一定差距,这可能与该种药剂在贵州的施药水平较低有关,而褐飞虱对醚菊酯则表现出敏感性(表 2)。

2.1.3 噻虫嗪和醚菊酯以 1:7 混配对贵州 3 地褐飞虱的毒力 噻虫嗪  $LC_{50}$ 的平均值为 1.407 6 μg/ml,醚菊酯  $LC_{50}$ 的平均值为 18.741 1 μg/ml,而噻虫嗪和

醚菊酯以 1 : 7 混配的  $LC_{50}$  平均值为 1.254 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , 明显小于醚菊酯单剂的  $LC_{50}$  平均值(表 3)。

表 2 贵州褐飞虱 3 龄若虫对 2 种杀虫剂抗性评价  
Table 2 The resistance evaluation to two insecticides of brown planthopper in Guizhou

杀虫剂	种群	$LC_{50}$ 值 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	抗性倍数	抗性水平
醚菊酯	江苏(S)	9.580 0	1. 0	敏感
	桐梓	17.707 9	1. 9	敏感
	黄平	19.67 9	2. 1	敏感
	开阳	18.836 3	2. 0	敏感
噻虫嗪	广州(S)	0.080 0	1. 0	敏感
	桐梓	1.136 4	14.2	中等
	黄平	1.932 6	24.2	中等
	开阳	1.153 9	14.4	中等

江苏(S)<sup>[23]</sup>:醚菊酯对敏感品系褐飞虱的毒力参照;广州(S)<sup>[14]</sup>:噻虫嗪对敏感品系褐飞虱的毒力参照。

表 3 噻虫嗪与醚菊酯 1 : 7 混配药剂对褐飞虱的毒力回归

Table 3 The virulence regression of ethofenprox and thiamethoxam mixture (7 : 1) to brown planthopper

种群	药剂	毒力回归方程	相关系数	$LC_{50}$ 值( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	95%置信限
桐梓	A	$y=4.911\ 8+1.587\ 1x$	0.984 0	1.136 4	0.823 5~1.568 3
	B	$y=3.180\ 6+1.457\ 6x$	0.981 3	17.707 9	12.056 8~26.007 8
	A+B(1 : 7)	$y=4.976\ 2+1.665\ 4x$	0.992 1	1.033 5	0.746 1~1.431 4
黄平	A	$y=4.527\ 2+1.652\ 5x$	0.992 8	1.932 6	1.411 9~2.645 3
	B	$y=2.946\ 4+1.587\ 0x$	0.989 6	19.679 0	13.594 3~28.487 1
	A+B(1 : 7)	$y=4.679\ 4+1.504\ 6x$	0.986 1	1.633 3	1.173 1~2.274 1
开阳	A	$y=4.896\ 9+1.657\ 3x$	0.994 5	1.153 9	0.846 6~1.572 9
	B	$y=2.691\ 5+1.810\ 6x$	0.995 3	18.836 3	13.648 0~25.996 8
	A+B(1 : 7)	$y=4.925\ 1+1.870\ 4x$	0.987 6	1.096 7	0.821 6~1.463 8

A:噻虫嗪;B:醚菊酯。

表 4 醚菊酯和噻虫嗪及其混配药剂对贵州黄平地区褐飞虱的防治效果

Table 4 The control effect of thiamethoxam, ethofenprox and their mixture to brown planthopper in Huangping, Guizhou

处理配方	重复	药后 1 d		药后 3 d		药后 5 d		药后 7 d	
		防效(%)	平均防效(%)	防效(%)	平均防效(%)	防效(%)	平均防效(%)	防效(%)	平均防效(%)
10%醚菊酯	1	57.73	58.27bB	65.42	65.15bB	67.29	67.95bB	69.23	69.64bB
	2	55.05		65.38		68.46		70.69	
	3	62.04		64.66		68.10		68.99	
25%噻虫嗪	1	59.81	59.06bB	63.92	65.28bB	66.97	69.48bB	69.72	71.88bB
	2	56.15		63.30		71.53		73.72	
	3	61.21		68.61		69.92		72.18	
25%噻虫嗪+	1	70.31	70.87aA	75.20	74.82aA	78.40	79.30aA	81.60	82.38aA
10%醚菊酯	2	70.40		73.21		77.68		81.25	
(1 : 7)	3	71.90		76.03		81.82		84.30	

小写字母表示差异达 0.05 显著水平,大写字母表示差异达 0.01 显著水平。

2.2 醚菊酯、噻虫嗪及其混合液对贵州 3 地褐飞虱的田间防效

表 4 显示,药后 1 d,噻虫嗪和醚菊酯混配处理的平均防效达到 70.87%,而噻虫嗪、醚菊酯单剂处理的平均防效分别为 59.06%和 58.27%。药后 3 d,噻虫嗪和醚菊酯混配处理的平均防效达到 74.82%,而噻虫嗪、醚菊酯单剂处理的平均防效分别为 65.28%和 65.15%。药后 5 d,噻虫嗪和醚菊酯混配处理的平均防效达到 79.30%,而噻虫嗪、醚菊酯单剂处理的平均防效分别为 69.48%和 67.95%。药后 7 d,噻虫嗪和醚菊酯混配处理的平均防效达到 82.38%,而噻虫嗪、醚菊酯单剂处理的平均防效分别为 71.88%和 69.64%。方差分析结果显示,10%醚菊酯与 25%噻虫嗪的防效差异不显著;噻虫嗪和醚菊酯以 1 : 7 比例混配药剂的防效与 2 种单剂的防效相比差异显著。

### 3 讨论

本研究结果表明,贵州地区褐飞虱种群对噻虫嗪具有一定抗药性,在进行褐飞虱田间防治时,可首先选用醚菊酯和噻虫嗪的混合液,其次可选用常用药剂轮换使用。

醚菊酯和噻虫嗪混配后的  $LC_{50}$  值低于 2 种单剂的  $LC_{50}$  值。田间实际药效试验结果表明,噻虫嗪和醚菊酯以 1:7 混配施用 1 d、3 d、5 d、7 d 后的防效均高于醚菊酯和噻虫嗪的单剂防效,可见,常用农药混配施用可以延长褐飞虱抗药性产生的时间。

褐飞虱对噻虫嗪等常用杀虫剂的抗性越发明显,已达中至极高抗性水平<sup>[15]</sup>。本试验结果表明,醚菊酯和噻虫嗪对贵州 3 地褐飞虱的  $LC_{50}$  值范围分别为: 17.707 9 ~ 19.679 0  $\mu\text{g}/\text{ml}$  和 1.136 4 ~ 1.932 6  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。与敏感品系相比,贵州 3 地褐飞虱种群对醚菊酯的敏感度高,对噻虫嗪敏感度低,噻虫嗪的抗性倍数(14.2~24.2 倍)较高,表现为中等抗性水平,与唐建峰等<sup>[24]</sup>测定的结果相比,褐飞虱对噻虫嗪的抗性有上升趋势。利用作用机制不同的单剂或混剂进行混用、轮用、镶嵌式使用是有效延缓褐飞虱抗药性产生并进行抗药性治理的方式之一。醚菊酯是拟除虫菊酯类杀虫剂,对害虫具有触杀及胃毒作用<sup>[25]</sup>,噻虫嗪是新烟碱类杀虫剂,可选择性地抑制昆虫中枢神经系统烟碱乙酰胆碱酯酶受体,进而引起昆虫中枢神经系统的阻塞,使害虫出现麻痹现象,并最终死亡<sup>[11]</sup>。因此,利用作用机理不同的醚菊酯和噻虫嗪进行混配,能有效提高防治效果和延长持效期。

致谢: 贵州大学农学院李荣玉博士对研究给予了帮助,谨致谢意!

### 参考文献:

- [1] 徐安隆,陈曙,贺文爱,等. 水稻抗褐飞虱与白背飞虱研究进展[J]. 南方农业学报, 2015, 46(9): 1628-1635.
- [2] 丁锦华,苏建亚. 农业昆虫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 163-169.
- [3] 蔡之军,周德银,高荣村,等. 水稻抗褐飞虱基因 *Bph14* 和 *Bph15* 在粳稻育种上的应用[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(2): 257-261.
- [4] 巫国瑞,胡萃,许绍朴. 稻飞虱[M]. 北京: 农业出版社, 1987: 1-3.
- [5] NAGATA T. Insecticide resistance and chemical control of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* [J]. Bulletin of the Kyushu Agricultural Experiment Station, 1982, 22: 49-64.
- [6] 韩晶波,李明,李荣玉,等. 异丙威、啉虫脒及其混配对褐飞虱的毒力与田间防效[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 190-192.
- [7] 毛立新,梁天锡. 水稻飞虱对十三种杀虫剂的抗性监测[J]. 中国水稻科学, 1992, 6(2): 70-76.
- [8] 陈若霞,柴伟纲,王扬军,等. 几种生物农药对小菜蛾的室内毒力和田间药效[J]. 浙江农业科学, 2007(6): 716-718.
- [9] 沈丽丽,陈芳芳,陈翠芳,等. 醚菊酯等防治水稻灰飞虱若虫药效比较试验[J]. 浙江农业科学, 2013(6): 703-704.
- [10] DESHPANDE S G, BHONDE S B. Antifungal and insect toxicity activities of the etofenprox 10 EC [J]. Science Journal, 2012, 1(1): 25-26.
- [11] 赵云,秦信蓉,徐春,等. 杀虫剂噻虫嗪的残留研究进展[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(2): 75-78.
- [12] KARMAKAR R, SINGH S B, KULSHRESTHA G. Persistence and transformation of thiamethoxam, a neonicotinoid insecticide, in soil of different agroclimatic zones of India [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2006, 76: 400-406.
- [13] 束兆林,方继朝,缪康,等. 醚菊酯对水稻稻飞虱的控制效果及对稻田主要蜘蛛的安全性研究[J]. 江苏农业科学, 2007(6): 81-83.
- [14] 李燕芳,张扬,崔百元,等. 褐飞虱对噻虫嗪和烯啶虫胺的抗性风险评估[J]. 环境昆虫学报, 2013, 35(4): 539-543.
- [15] 张帅,张绍明,周群芳,等. 褐飞虱对噻虫嗪和噻虫啉的室内抗性及其田间防效[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(7): 77-79.
- [16] 王鹏. 褐飞虱对常用杀虫剂的抗性监测[D]. 南京: 南京农业大学, 2013.
- [17] 郁艳,李明,李荣玉,等. 醚菊酯、吡虫啉、噻虫嗪及其混配对褐飞虱的毒力测定[J]. 广州农业科学, 2015(1): 73-77.
- [18] 王松尧,柴伟纲,朱卫刚. 一种稻飞虱室内稻芽饲养法[J]. 昆虫知识, 2000, 37(6): 361-363.
- [19] 庄永林,沈晋良. 稻褐飞虱对噻虫嗪抗性的检测技术[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(3): 114-117.
- [20] ZHANG Z X, XU H H, CHENG D M. Calculating toxicity regression with EXCEL [J]. Entomological Knowledge, 2002, 39(1): 67-70.
- [21] HUANG J, WU W. Calculate the median lethal dose and Chi square test with excel in toxicological tests [J]. Entomological Knowledge, 2004, 41(6): 594-598.
- [22] 曾祥盛,李明,赵文晋. 贵州不同地区褐飞虱种群对三种杀虫剂的敏感性[J]. 湖北农业科学, 2014, 52(2): 334-336.
- [23] 刘泽文,韩召军,王荫长. 褐飞虱抗有机磷品系的交互抗性及其适合度研究[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(4): 37-40.
- [24] 唐建峰,陈祥盛,周华梅. 贵州省稻飞虱抗药性初步研究[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(4): 36-38.
- [25] 白玫. 醚菊酯的毒性、作用机制及代谢[J]. 农药, 1989, 28(4): 37.

(责任编辑: 王妮)