

# 多靶标杀虫剂——三氟苯嘧啶混配剂对水稻害虫的田间防治效果

唐涛<sup>1\*</sup>, 叶波<sup>2</sup>, 刘雪源<sup>1</sup>, 王培<sup>1</sup>, 符伟<sup>1</sup>, 马明勇<sup>1</sup>

(1. 湖南省农业科学院植物保护研究所, 长沙 410125; 2. 湖南省安乡县农业局植保植检站, 415600)

**摘要** 基于兼治水稻害虫二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱的杀虫单剂缺乏的现状, 2014—2015年采用田间小区试验评价了三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺、溴氰虫酰胺、甲氧虫酰肼、茚虫威、阿维菌素或甲氨基阿维菌素苯甲酸盐混配以及吡蚜酮与氯虫苯甲酰胺混配对以上几种害虫的防治效果。结果表明, 三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺混配最为理想, 能有效控制二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱为害; 药后 14~21 d 对二化螟和稻纵卷叶螟的防治效果分别为 89.40%~93.62% 和 86.57%~90.81%, 药后 42 d 对稻飞虱的防治效果为 77.60%~82.24%。其次为三氟苯嘧啶与溴氰虫酰胺混配, 对二化螟和稻飞虱高效且兼治稻纵卷叶螟; 药后 14~21 d 对二化螟和稻纵卷叶螟的防治效果分别为 80.43%~86.75% 和 67.31%~75.30%, 药后 42 d 对稻飞虱的防治效果为 79.07%~84.30%。三氟苯嘧啶与甲氧虫酰肼、茚虫威、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐或阿维菌素混配对稻飞虱高效, 但难以有效控制二化螟和稻纵卷叶螟为害。而吡蚜酮与氯虫苯甲酰胺混配对二化螟和稻纵卷叶螟高效, 但后期对稻飞虱的控制作用一般。在水稻生产实践中, 使用三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺或溴氰虫酰胺混配, 可有效控制二化螟、稻纵卷叶螟及稻飞虱为害。

**关键词** 三氟苯嘧啶; 多靶标杀虫剂; 二化螟; 稻纵卷叶螟; 稻飞虱; 防治效果

**中图分类号:** S 435.112 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.06.037

## Field evaluation of control efficacy of multi-target rice insecticides: mixture of triflumezopyrim and other insecticides

Tang Tao<sup>1</sup>, Ye Bo<sup>2</sup>, Liu Xueyuan<sup>1</sup>, Wang Pei<sup>1</sup>, Fu Wei<sup>1</sup>, Ma Mingyong<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125, China;

2. Plant Protection and Quarantine Station, Anxiang Agricultural Bureau, Hunan 415600, China)

**Abstract** Because of the scarcity of single insecticide for the control of the striped stem borer, *Chilo suppressalis*, rice leaf-roller, *Cnaphalocrocis medinalis* and rice planthoppers, field plot experiments were conducted to evaluate control efficacy of triflumezopyrim plus chlorantraniliprole, cyantraniliprole, methoxyfenozide, indoxacarb, abamectin or emamectin benzoate, and pymetrozine plus chlorantraniliprole against above several pests in 2014—2015. The results showed that an excellent multi-target insecticides mixture, triflumezopyrim plus chlorantraniliprole gave perfect control against *C. suppressalis*, *C. medinalis* and rice planthoppers. The control efficacies of the mixture against *C. suppressalis* and *C. medinalis* were 89.40%—93.62% and 86.57%—90.81%, respectively, 14—21 d after treatment; control efficacies against rice planthoppers were 77.60%—82.24% 42 d after treatment. A better multi-target insecticides mixture, triflumezopyrim plus cyantraniliprole, also demonstrated perfect control against *C. suppressalis* and rice planthoppers, and better control against *C. medinalis*. The control efficacies of the mixture against *C. suppressalis* and *C. medinalis* were 80.43%—86.75% and 67.31%—75.30%, respectively, 14—21 d after treatment; and the control efficacies against rice planthoppers were 79.07%—84.30% 42 d after treatment. Rice planthoppers were obviously controlled by triflumezopyrim plus methoxyfenozide, indoxacarb, abamectin or emamectin benzoate, but *C. medinalis* and *C. suppressalis* were not. However, pymetrozine plus chlorantraniliprole controlled *C. medinalis* and *C. suppressalis* effectively but modestly for rice planthoppers

收稿日期: 2016-05-07 修订日期: 2016-07-07

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203038)

\* 通信作者 E-mail: tanson\_1@163.com

at the late-stages of rice. These results suggested that the triflumezopyrim plus chlorantraniliprole or cyantraniliprole could be recommended for control of *C. suppressalis*, *C. medinalis* and rice planthoppers during the process of rice production.

**Key words** triflumezopyrim; multi-target insecticides; *Chilo suppressalis*; *Cnaphalocrocis medinalis*; rice planthoppers; control efficacy

二化螟 [*Chilo suppressalis* (Walker)]、稻纵卷叶螟 [*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)] 及稻飞虱 [褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)、白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth)、灰飞虱 *Laodelphax striatellus* (Fallén)] 为水稻上的几种主要害虫, 在田间经常混合发生, 加大了其化学防治的难度。目前, 有关单一防治二化螟、稻纵卷叶螟或稻飞虱的药剂筛选试验报道屡见不鲜。Chen 和 Klein<sup>[1]</sup> 报道溴氰菊酯 (delta-methrin)、毒死蜱 (chlorpyrifos)、乐果 (dimethoate)、杀螟丹 (cartap)、氟虫腈 (fipronil) 和 S-氰戊菊酯 (esfenvalerate) 对二化螟的防治效果均在 90% 以上。姚英娟等<sup>[2]</sup> 研究发现氯虫苯甲酰胺 (chlorantraniliprole) 与阿维菌素 (abamectin) 或毒死蜱混配对二化螟的防治效果高达 84.0%~97.8%。廖世纯等<sup>[3]</sup> 研究了 37 种杀虫剂混剂对稻纵卷叶螟的防治效果, 结果表明: 25% 丙溴·辛硫磷 (profenofos·phoxim) 乳油、40% 丙溴·毒死蜱 (profenofos·chlorpyrifos) 乳油、30% 乙甲·毒死蜱 (acephate·chlorpyrifos) 乳油、35% 敌畏·毒死蜱 (dichlorvos·chlorpyrifos) 乳油、25% 毒·辛 (chlorpyrifos·phoxim) 乳油、40% 毒·辛乳油、25% 杀单·毒死蜱 (monosultap·chlorpyrifos) 乳油、16% 氟腈·毒死蜱 (fipronil·chlorpyrifos) 乳油、41% 氟腈·毒死蜱乳油、5% 氟腈·氟铃脲 (fipronil·hexaflumuron) 悬浮剂及 15% 啉磷·氟铃脲 (triazophos·hexaflumuron) 乳油对稻纵卷叶螟的控制作用优异, 防治效果为 90.7%~96.1%; 其他混剂对稻纵卷叶螟的控制作用较好, 防治效果为 77.2%~88.7%。笔者研究表明, 氰氟虫腈 (metaflumizone)<sup>[4]</sup> 和氟苯虫酰胺 (氟虫双酰胺, flubendiamide)<sup>[5]</sup> 对稻纵卷叶螟高效, 而氯虫·噁虫嗪 (chlorantraniliprole·thiamethoxam) 可兼治二化螟和稻纵卷叶螟<sup>[6-7]</sup>。苏建坤等<sup>[8]</sup> 指出, 25% 噁嗪·异丙威 (buprofezin·isoprocarb) 可湿性粉剂对稻飞虱具有较好的速效性和持效性, 药后 3~14 d 防治效果为 68.04%~84.75%。徐德进等<sup>[9]</sup> 报道, 吡蚜酮 (pymetrozine) 对褐飞虱不仅具有触杀作用, 且有较强的内吸作用; 当盆钵中保持水层时, 吡蚜酮

的防治效果更高。在褐飞虱低龄期、田间保持水层条件下, 25% 吡蚜酮可湿性粉剂 300~600 g/hm<sup>2</sup> 处理药后 15 d 的防治效果超过 95%; 田间使用该药剂后, 黑肩绿盲蝽 [*Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter)] 数量减少而蜘蛛数量无明显变化<sup>[9]</sup>。

三氟苯嘧啶 (triflumezopyrim) 是由美国杜邦公司研发的一种作用于烟碱型乙酰胆碱受体 (nicotinic acetylcholine receptor, nAChR) 正位结合位点的新型介离子杀虫剂 (mesoionic insecticide), 对褐飞虱等害虫高效<sup>[10]</sup>。目前, 国内外关于三氟苯嘧啶对稻飞虱的田间防治效果研究鲜有报道。笔者前期研究发现, 10% 三氟苯嘧啶悬浮剂对稻飞虱的速效性较好且持效期长, 其 25 g/hm<sup>2</sup> 处理药后 2~41 d 的防治效果为 79.16%~98.48% (未发表)。

已有研究表明, 阿维菌素、氯虫苯甲酰胺、阿维·氟酰胺 (abamectin·flubendiamide)、氰氟虫腈和乙基多杀菌素 (spinetoram) 等杀虫剂对二化螟和稻纵卷叶螟具有较好的兼治作用<sup>[12-14]</sup>。李保同等<sup>[12]</sup> 经过室内与田间试验研究发现, 阿维菌素对二化螟和稻纵卷叶螟的毒力高且田间防治效果优异。邵振润等<sup>[13]</sup> 在江西、浙江、安徽、湖北、湖南、江苏和四川省开展 20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂防治二化螟和稻纵卷叶螟的大田示范试验研究, 结果表明: 该药剂对以上两种害虫高效, 防治效果分别为 82.8%~96.9% (药后 21 d) 和 82.9%~100.0% (药后 7~14 d)。笔者前期评价了不同类型杀虫剂对二化螟和稻纵卷叶螟的田间防治效果, 结果发现: 双酰胺类和大环内酯抗生素类杀虫剂、乙基多杀菌素和氰氟虫腈能有效控制二化螟和稻纵卷叶螟危害<sup>[11]</sup>。然而, 目前对于同时控制二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱的田间试验研究甚少。为此, 本文对比研究了 三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺、溴氰虫酰胺 (cyantraniliprole)、甲氧虫酰肼 (methoxyfenozide)、茚虫威 (indoxacarb)、阿维菌素或甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 (abamectin-aminomethyl) 混配以及吡蚜酮与氯虫苯甲酰胺混配对二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱的田间防治效果, 旨在为筛选有效控制以上几种害虫的混配剂、延长三氟苯嘧啶

的使用寿命和延缓其抗药性的产生提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试药剂:10%三氟苯嘧啶(triflumezopyrim)悬浮剂(美国杜邦公司)、10%溴氰虫酰胺(cyantraniliprole)可分散油悬浮剂(美国杜邦公司)、150 g/L 茚虫威(indoxacarb)乳油(美国杜邦公司)、200 g/L 氯虫苯甲酰胺(chlorantraniliprole)悬浮剂(美国杜邦公司)、240 g/L 甲氧虫酰肼(methoxyfenozide)悬浮剂(美国陶氏益农公司)、50%吡蚜酮(pymetrozine)水分散粒剂(瑞士先正达作物保护有限公司)、1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(abamectin-aminomethyl)乳油(南京红太阳股份有限公司)、5%阿维菌素(abamectin)乳油(江苏剑牌农化股份有限公司)。

药械:背负式手动压缩喷雾器(Agrolex<sup>®</sup> Jacto Heavy-Duty HD400型,工作压为0.2~0.4 MPa,单弯喷头)由新加坡利农私人有限公司生产,市购。

### 1.2 试验方法

试验在湖南省长沙县春华镇龙王庙村试验基地(北纬28°18',东经113°17')稻田进行。2014年供试组合为‘Y两优1928’,5月30日播种,6月28日移栽,密度为22.0万丛/hm<sup>2</sup>;分蘖初期(7月10日)施药1次,恰逢二化螟2龄幼虫盛发期(枯鞘为主)、稻纵卷叶螟2~3龄幼虫初发期、稻飞虱未发生。2015年供试组合为‘Y两优900’,6月2日播种,6月27日移栽,密度为22.5万丛/hm<sup>2</sup>;分蘖盛期(7月14日)施药1次,正值二化螟卵孵化盛期(枯鞘为主)、稻纵卷叶螟蛾峰期、稻飞虱未发生。

试验设8个处理,处理1~6分别用10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>与200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>、10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂45 g/hm<sup>2</sup>、240 g/L甲氧虫酰肼悬浮剂90 g/hm<sup>2</sup>、150 g/L茚虫威乳油40.5 g/hm<sup>2</sup>、5%阿维菌素乳油15 g/hm<sup>2</sup>或1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油3 g/hm<sup>2</sup>混配,对水450 L/hm<sup>2</sup>茎叶均匀喷雾(下同);处理7喷施50%吡蚜酮水分散粒剂150 g/hm<sup>2</sup>与200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>;处理8为空白对照,不施用杀虫剂。小区面积25.0 m<sup>2</sup>,区间筑田埂相隔,四周设2.0 m宽保护行。每处理重复4次,随机区组排列。

### 1.3 田间虫害调查及药效计算

药后14、21 d,分别查二化螟和稻纵卷叶螟为害情况以及水稻分蘖数和叶片数;药后42 d,查稻飞虱

数量。二化螟:全区普查枯心株数、水稻分蘖数、叶片数;稻纵卷叶螟:每小区对角线5点取样,每点调查5丛稻的分蘖数、叶片数及被害叶数(卷叶数);稻飞虱:每小区对角线5点取样,每点2丛稻,每点调查活虫数。

药效计算按以下公式进行:

枯心率(%)=(枯心株数/调查总株数)×100;  
卷叶率(%)=(卷叶数/调查总叶数)×100;防治效果(%)=[(CK-PT)/CK]×100,CK为空白对照区药后枯心率或卷叶率或活虫数,PT为施药区药后枯心率或卷叶率或活虫数。

### 1.4 数据分析

利用Microsoft Excel 2010与SPSS Statistics 19.0版数据处理系统软件对试验数据进行统计,并以单因素ANOVA的Duncan's新复极差法(未对数据进行转换,Levene test结果表明数据满足方差齐次性的要求)对二化螟枯心率、稻纵卷叶螟卷叶率、稻飞虱活虫数及防治效果进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 对二化螟的防治效果

两年田间试验结果表明(表1),10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>或50%吡蚜酮水分散粒剂150 g/hm<sup>2</sup>与200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>混配处理对水稻二化螟的控制作用最佳,药后14~21 d的防治效果分别高达89.40%~93.62%和88.49%~94.51%;其次为10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>与10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂45 g/hm<sup>2</sup>混配处理,防治效果为80.43%~86.75%;10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>与其他药剂混配对二化螟的控制作用均不理想,防治效果仅为46.67%~70.50%。

### 2.2 对稻纵卷叶螟的防治效果

两年田间试验结果表明(表2),10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>或50%吡蚜酮水分散粒剂150 g/hm<sup>2</sup>与200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>混配处理对水稻稻纵卷叶螟的控制作用最佳,药后14~21 d的防治效果分别高达86.57%~90.81%和82.35%~90.18%;其次为10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/hm<sup>2</sup>与10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂45 g/hm<sup>2</sup>或150 g/L茚虫威乳油40.5 g/hm<sup>2</sup>或1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油3 g/hm<sup>2</sup>混配处理,防治效果分别为67.31%~75.30%、66.10%~78.94%和64.02%~68.78%;10%三氟苯嘧啶悬浮剂25 g/

hm<sup>2</sup> 与 240 g/L 甲氧虫酰肼悬浮剂 90 g/hm<sup>2</sup> 或 5% 阿维菌素乳油 30 g/hm<sup>2</sup> 混配处理对稻纵卷叶螟的控

制作用较差, 防治效果分别为 59.47%~66.04% 和 57.21%~60.59%。

表 1 不同药剂对二化螟的防治效果<sup>1)</sup>Table 1 Control efficacy of different insecticides against *Chilo suppressalis*

年份 Year	供试药剂 Insecticide	有效成分用量/ g·(hm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> Dosage of active ingredient	药后 14 d 14 days after treatment		药后 21 d 21 days after treatment	
			枯心率/% Rate of dead heart	防治效果/% Control efficacy	枯心率/% Rate of dead heart	防治效果/% Control efficacy
2014	10%三氟苯嘧啶 SC+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	25+30	(0.23±0.05)d	(89.40±2.19)a	(0.22±0.05)c	(93.62±1.52)a
	10% Triflumezopyrim SC+200 g/L chlorantraniliprole SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+10%溴氰虫酰胺 OD	25+45	(0.40±0.03)d	(81.16±2.03)a	(0.65±0.08)c	(80.43±2.93)a
	10% Triflumezopyrim SC+10% cyantraniliprole OD					
	10%三氟苯嘧啶 SC+240 g/L 甲氧虫酰肼 SC	25+90	(1.10±0.08)b	(49.06±3.72)c	(1.31±0.31)b	(61.72±8.76)b
	10% Triflumezopyrim SC+240 g/L methoxyfenozide SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+150 g/L 茚虫威 EC	25+40.5	(0.74±0.11)c	(65.24±6.34)b	(1.39±0.18)b	(58.76±5.68)b
	10% Triflumezopyrim SC+150 g/L indoxacarb EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+5%阿维菌素 EC	25+15	(1.15±0.10)b	(46.67±4.17)c	(1.28±0.16)b	(62.51±3.41)b
	10% Triflumezopyrim SC+5% abamectin EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	25+3	(0.85±0.04)c	(60.28±1.33)b	(1.25±0.27)b	(61.68±10.10)b
	10% Triflumezopyrim SC+1% abamectin-aminomethyl EC					
	50%吡蚜酮 WG+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	150+30	(0.26±0.09)d	(88.49±3.70)a	(0.30±0.05)c	(91.06±1.49)a
50% Pymetrozine WG+200 g/L chlorantraniliprole SC						
空白对照 CK	—	(2.16±0.09)a	—	(3.39±0.16)a	—	
2015	10%三氟苯嘧啶 SC+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	25+30	(0.09±0.01)e	(91.24±1.03)a	(0.08±0.00)c	(93.21±0.42)a
	10% Triflumezopyrim SC+200 g/L chlorantraniliprole SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+10%溴氰虫酰胺 OD	25+45	(0.15±0.00)e	(84.64±0.97)b	(0.16±0.01)c	(86.75±1.16)b
	10% Triflumezopyrim SC+10% cyantraniliprole OD					
	10%三氟苯嘧啶 SC+240 g/L 甲氧虫酰肼 SC	25+90	(0.44±0.02)b	(55.35±0.30)e	(0.39±0.02)b	(67.53±0.24)c
	10% Triflumezopyrim SC+240 g/L methoxyfenozide SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+150 g/L 茚虫威 EC	25+40.5	(0.29±0.01)d	(70.50±0.43)c	(0.41±0.02)b	(65.38±0.39)d
	10% Triflumezopyrim SC+150 g/L indoxacarb EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+5%阿维菌素 EC	25+15	(0.48±0.03)b	(51.82±0.37)f	(0.48±0.03)b	(59.94±0.67)e
	10% Triflumezopyrim SC+5% abamectin EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	25+3	(0.37±0.03)c	(62.95±1.96)d	(0.37±0.03)b	(68.75±1.12)c
	10% Triflumezopyrim SC+1% abamectin-aminomethyl EC					
	50%吡蚜酮 WG+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	150+30	(0.08±0.00)e	(91.85±0.41)a	(0.07±0.00)c	(94.51±0.07)a
50% Pymetrozine WG+200 g/L chlorantraniliprole SC						
空白对照 CK	—	(0.99±0.05)a	—	(1.19±0.06)a	—	

1) 表中调查数据为 4 个重复的平均值±标准误差, 同一年度同列数据后小写字母不同表示在  $P=0.05$  水平差异显著。下同。

Data in the table are presented as mean ± SE of four replicates, and the data in same column in the same year followed by different lower-case letters are significantly different at  $P=0.05$  level. The same below.

表 2 不同药剂对稻纵卷叶螟的防治效果

Table 2 Control efficacy of different insecticides against *Cnaphalocrocis medinalis*

年份 Year	供试药剂 Insecticide	有效成分用量/ g·(hm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> Dosage of active ingredient	药后 14 d 14 days after treatment		药后 21 d 21 days after treatment	
			卷叶率/% Rate of leaf rolling	防治效果/% Control efficacy	卷叶率/% Rate of leaf rolling	防治效果/% Control efficacy
2014	10%三氟苯嘧啶 SC+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	25+30	(0.53±0.12)d	(86.57±2.52)a	(0.49±0.12)f	(87.65±2.73)a
	10% Triflumezopyrim SC+200 g/L chlorantraniliprole SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+10%溴氰虫酰胺 OD	25+45	(1.09±0.10)d	(71.55±1.56)b	(1.28±0.09)cd	(67.31±2.30)cd
	10% Triflumezopyrim SC+10% cyantraniliprole OD					
	10%三氟苯嘧啶 SC+240 g/L 甲氧虫酰肼 SC	25+90	(1.54±0.13)b	(59.47±2.28)c	(1.40±0.16)bc	(64.40±3.59)de
	10% Triflumezopyrim SC+240 g/L methoxyfenozide SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+150 g/L 茚虫威 EC	25+40.5	(1.30±0.10)c	(66.10±2.13)bc	(0.95±0.13)de	(75.78±3.01)bc
	10% Triflumezopyrim SC+150 g/L indoxacarb EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+5%阿维菌素 EC	25+15	(1.62±0.15)b	(57.21±5.22)c	(1.68±0.13)b	(56.87±3.72)e
	10% Triflumezopyrim SC+5% abamectin EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	25+3	(1.38±0.24)c	(64.02±6.33)bc	(1.38±0.13)bc	(64.65±2.82)de
	10% Triflumezopyrim SC+1% abamectin-aminomethyl EC					
	50%吡蚜酮 WG+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	150+30	(0.47±0.13)d	(87.67±3.40)a	(0.69±0.05)ef	(82.35±1.40)ab
50% Pymetrozine WG+200 g/L chlorantraniliprole SC						
空白对照 CK	—	(3.83±0.19)a	—	(3.91±0.10)a	—	

续表 2 Table 2(Continued)

年份 Year	供试药剂 Insecticide	有效成分用量/ g·(hm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> Dosage of active ingredient	药后 14 d 14 days after treatment		药后 21 d 21 days after treatment	
			卷叶率/% Rate of leaf rolling	防治效果/% Control efficacy	卷叶率/% Rate of leaf rolling	防治效果/% Control efficacy
2015	10%三氟苯嘧啶 SC+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	25+30	(0.25±0.01)e	(88.87±0.75)a	(0.27±0.00)f	(90.81±0.22)a
	10% Triflumezopyrim SC+200 g/L chlorantraniliprole SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+10%溴氰虫酰胺 OD	25+45	(0.55±0.02)d	(75.30±0.67)b	(0.88±0.02)d	(70.62±0.77)d
	10% Triflumezopyrim SC+10% cyantraniliprole OD					
	10%三氟苯嘧啶 SC+240 g/L 甲氧虫酰肼 SC	25+90	(0.82±0.04)b	(63.03±1.03)d	(1.02±0.04)c	(66.04±1.06)e
	10% Triflumezopyrim SC+240 g/L methoxyfenozide SC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+150 g/L 茚虫威 EC	25+40.5	(0.69±0.04)c	(69.16±1.05)c	(0.63±0.03)e	(78.94±0.77)c
	10% Triflumezopyrim SC+150 g/L indoxacarb EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+5%阿维菌素 EC	25+15	(0.91±0.01)b	(59.19±0.76)e	(1.18±0.05)b	(60.59±0.73)f
	10% Triflumezopyrim SC+5% abamectin EC					
	10%三氟苯嘧啶 SC+1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	25+3	(0.71±0.02)c	(67.89±0.41)c	(0.93±0.02)cd	(68.78±0.76)d
	10% Triflumezopyrim SC+1% abamectin-aminomethyl EC					
	50%吡蚜酮 WG+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	150+30	(0.22±0.01)e	(90.18±0.72)a	(0.36±0.01)f	(88.09±0.31)b
	50% Pymetrozine WG+200 g/L chlorantraniliprole SC					
	空白对照 CK	—	(2.23±0.07)a	—	(3.00±0.07)a	—

2.3 对稻飞虱的防治效果

田间观察表明,药后 35 d 之内,稻飞虱发生轻微;直至药后 42 d,空白对照区虫量才达到防治指标,其平均活虫数为 1 475.00~1 750.00 头/百丛(表 3,褐飞虱占 90%以上、白背飞虱占 10%以下)。田间试验结果表明(表 3),与 10%三

氟苯嘧啶悬浮剂 25 g/hm<sup>2</sup> 混配的所有药剂处理均对水稻稻飞虱的控制作用较好,药后 42 d 的防治效果达 75.48%~87.06%;50%吡蚜酮水分散粒剂 150 g/hm<sup>2</sup> 与 200 g/L 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 30 g/hm<sup>2</sup> 混配处理对稻飞虱的效果不理想,防治效果仅为 54.74%~63.84%。

表 3 不同药剂对稻飞虱的防治效果

Table 3 Control efficacy of different insecticides against rice planthopper

供试药剂 Insecticide	有效成分用量/ g·(hm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> Dosage of active ingredient	年份/Year			
		2014		2015	
		百丛活虫数/头 No. of survival nymph / adults per one hundred hills	防治效果/% Control efficacy	百丛活虫数/头 No. of survival nymph / adults per one hundred hills	防治效果/% Control efficacy
10%三氟苯嘧啶 SC+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	25+30	(325.00±72.63)c	(77.60±4.58)a	(310.00±9.13)cd	(82.24±0.54)b
10% Triflumezopyrim SC+200 g/L chlorantraniliprole SC					
10%三氟苯嘧啶 SC+10%溴氰虫酰胺 OD	25+45	(295.00±69.82)c	(79.07±5.59)a	(272.50±20.56)cd	(84.30±1.52)ab
10% Triflumezopyrim SC+10% cyantraniliprole OD					
10%三氟苯嘧啶 SC+240 g/L 甲氧虫酰肼 SC	25+90	(247.50±80.66)c	(84.35±3.39)a	(240.00±21.60)cd	(86.30±1.02)a
10% Triflumezopyrim SC+240 g/L methoxyfenozide SC					
10%三氟苯嘧啶 SC+150 g/L 茚虫威 EC	25+40.5	(350.00±24.49)c	(75.48±2.89)a	(325.00±17.56)c	(81.40±0.91)b
10% Triflumezopyrim SC+150 g/L indoxacarb EC					
10%三氟苯嘧啶 SC+5%阿维菌素 EC	25+15	(222.50±27.20)c	(83.89±3.74)a	(225.00±12.58)d	(87.06±0.98)a
10% Triflumezopyrim SC+5% abamectin EC					
10%三氟苯嘧啶 SC+1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	25+3	(322.50±39.02)c	(77.96±1.79)a	(300.00±13.54)cd	(82.74±1.25)b
10% Triflumezopyrim SC+1% abamectin-aminomethyl EC					
50%吡蚜酮 WG+200 g/L 氯虫苯甲酰胺 SC	150+30	(647.50±67.62)b	(54.74±5.45)b	(630.00±4.08)b	(63.84±1.37)c
50% Pymetrozine WG+200 g/L chlorantraniliprole SC					
空白对照 CK	—	(1 475.50±168.35)a	—	(1 750.00±69.88)a	—

3 讨论

目前,氯虫苯甲酰胺、溴氰虫酰胺、氟苯虫酰胺、四氯虫酰胺(SYP-9080)和氯氟虫酰胺(cyhalodiamide, ZJ4042)<sup>[14]</sup>等双酰胺类杀虫剂为二化螟和稻纵卷叶螟化学防治中的首选药剂。张帅等<sup>[15]</sup>氟苯虫酰胺和四氯虫酰胺对稻纵卷叶螟高效(药后 7~14 d,防治效果达 81.7%~100.0%);其次为氯虫苯

甲酰胺(64.7%~100.0%),而溴氰虫酰胺对其效果一般(61.9%~82.7%)。本研究结果表明,氯虫苯甲酰胺能有效控制二化螟和稻纵卷叶螟为害,药后 14~21 d 防治效果分别为 88.49%~94.51%和 82.35%~90.81%;溴氰虫酰胺对二化螟的控制效果优异且兼治稻纵卷叶螟,防治效果分别为 80.43%~86.75%和 67.31%~75.30%(表 1~2)。

新烟碱类杀虫剂——吡虫啉(imidacloprid)曾被

认为是治理稻飞虱的理想药剂<sup>[16-17]</sup>,但因其抗药性问题突出<sup>[18-22]</sup>而在水稻生产上逐渐被淘汰。现今,吡啶类/三嗪酮类杀虫剂——吡蚜酮成为稻飞虱化学防治中的最佳药剂。然而,已有研究表明,我国褐飞虱对吡蚜酮的抗性水平达 34.9~46.8 倍<sup>[21]</sup>;江苏、安徽和浙江种群灰飞虱对其较敏感(抗性倍数为 1.1~2.1 倍),而无锡和盐城种群对吡蚜酮存在低水平抗性(抗性倍数为 5.3~5.5 倍)<sup>[23]</sup>。说明长期使用该药剂防治稻飞虱亦存在抗性风险。为此,亟须多种不同作用机制的杀虫药剂轮换使用进行稻飞虱的抗性治理。本研究结果表明,吡蚜酮对稻飞虱的控制作用一般,药后 42 d 防治效果仅为 54.74%~63.84%;新型介离子杀虫剂——三氟苯嘧啶对稻飞虱高效,防治效果为 75.48%~87.06%(表 3)。说明湖南省长沙县稻飞虱种群可能对吡蚜酮的敏感性下降,而三氟苯嘧啶有望成为治理该地区稻飞虱的理想药剂。

综上所述,三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺混配为最理想的多靶标杀虫剂,可有效控制水稻二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱为害;三氟苯嘧啶与溴氰虫酰胺混配对二化螟和稻飞虱高效且兼治稻纵卷叶螟;三氟苯嘧啶与甲氧虫酰肼、茚虫威、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐或阿维菌素混配对稻飞虱高效,但难以控制二化螟和稻纵卷叶螟为害;吡蚜酮与氯虫苯甲酰胺混配对二化螟和稻纵卷叶螟高效,而对后期稻飞虱的控制效果不理想。因此,在水稻生产实践中,推荐使用三氟苯嘧啶与氯虫苯甲酰胺或溴氰虫酰胺混配防治二化螟、稻纵卷叶螟及稻飞虱。

## 参考文献

- [1] Chen Rizhao, Klein M G. Efficacy of insecticides against the rice stem-borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae), and use of sex pheromones to time accurately the yearly application [J]. International Journal of Pest Management, 2012, 58(4): 353 - 359.
- [2] 姚英娟,徐雪亮,徐荣仔,等. 不同药剂混配组合对二化螟的防治效果[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(4): 43 - 47.
- [3] 廖世纯,韦桥现,林仁恭. 37 种杀虫剂混剂对稻纵卷叶螟的田间防治效果[J]. 中国农学通报, 2009, 25(22): 253 - 255.
- [4] 唐涛,刘雪源,刘都才,等. 氟氰虫脒不同剂型对水稻稻纵卷叶螟的控制效果及助剂筛选[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(32): 16165 - 16166.
- [5] 唐涛,刘都才,刘雪源,等. 氟虫双酰胺防治水稻稻纵卷叶螟研究[J]. 植物保护, 2013, 39(3): 182 - 185.
- [6] 唐涛,刘雪源,刘都才,等. 氯虫·噻虫嗪不同剂型对水稻二化螟、稻纵卷叶螟的防治效果及施用技术[J]. 植物保护, 2009, 35(5): 148 - 151.
- [7] 唐涛,彭孟军,李忠良,等. 药剂、用水量与助剂对氯虫·噻虫嗪防治水稻螟虫的效果影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 335 - 338.
- [8] 苏建坤,张春梅,卢子华. 几种药剂防治稻飞虱效果比较研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 290 - 292.
- [9] 徐德进,顾中言,徐广春,等. 吡蚜酮防治褐飞虱的使用技术及对天敌的安全性研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 1054 - 1059.
- [10] Cordova D, Benner E A, Schroeder M E, et al. Mode of action of triflumezopyrim: A novel mesoionic insecticide which inhibits the nicotinic acetylcholine receptor [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2016, 74: 32 - 41.
- [11] 唐涛,符伟,王培,等. 不同类型杀虫剂对水稻二化螟及稻纵卷叶螟的田间防治效果评价[J]. 植物保护, 2016, 42(3): 222 - 228.
- [12] 李保同,裴春梅,石庆华,等. 阿维菌素对二化螟和稻纵卷叶螟的生物活性及稻田天敌的影响[J]. 植物保护学报, 2009, 36(6): 550 - 554.
- [13] 邵振润,李永平,沈晋良,等. 氯虫苯甲酰胺防治稻纵卷叶螟和二化螟的大田示范试验[J]. 华中农业大学学报, 2011, 30(5): 609 - 612.
- [14] 赵平,严秋旭,李新,等. 双酰胺类杀虫剂的现状与展望[J]. 农药科学与管理, 2015, 36(11): 23 - 29.
- [15] 张帅,邵振润,李永平,等. 不同杀虫药剂对水稻“两迁”害虫田间药效研究[J]. 植物保护, 2014, 40(3): 191 - 194.
- [16] 毛立新,梁天锡. 吡虫啉对水稻飞虱和天敌的控制效果评价[J]. 植物保护, 1995, 21(2): 42 - 44.
- [17] 陈将赞,杨伟康,金茂鑫. 不同剂量吡虫啉、扑虱灵对晚稻褐稻虱防效试验[J]. 中国稻米, 2007(1): 60.
- [18] 李淑勇,刘学,高聪芬,等. 防治水稻白背飞虱高毒农药替代药剂的室内筛选及对吡虫啉的抗性风险评估[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(1): 79 - 84.
- [19] Wen Yucong, Liu Zewen, Bao Haibo, et al. Imidacloprid resistance and its mechanisms in field populations of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål in China [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2009, 94(1): 36 - 42.
- [20] Ding Zhiping, Wen Yucong, Yang Baojun, et al. Biochemical mechanisms of imidacloprid resistance in *Nilaparvata lugens*: Over-expression of cytochrome P450 CYP6AY1 [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2013, 43(11): 1021 - 1027.
- [21] Zhang Xiaolei, Liu Xiangyang, Zhu Fuxing, et al. Field evolution of insecticide resistance in the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) in China [J]. Crop Protection, 2014, 58: 61 - 66.
- [22] Bao Haibo, Gao Hongli, Zhang Yixi, et al. The roles of CYP6AY1 and CYP6ER1 in imidacloprid resistance in the brown planthopper: Expression levels and detoxification efficiency [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2016, 129: 70 - 74.
- [23] Ban Lanfeng, Zhang Shuai, Huang Ziyang, et al. Resistance monitoring and assessment of resistance risk to pymetrozine in *Laodelphax striatellus* (Hemiptera: Delphacidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2012, 105(6): 2129 - 2135.

(责任编辑:杨明丽)