

◆ 农药应用 ◆

水稻稻纵卷叶螟防治药剂增效配方筛选与应用

邱良妙^{1,2}, 刘其全^{1,2}, 汪进仕^{1,2}, 卢学松^{1,2}, 占志雄^{1,2,3*}

(1. 福建省农业科学院 植物保护研究所, 福州 350013; 2. 福建省作物有害生物监测与治理重点实验室, 福州 350013; 3. 福建省农业科学院 水稻研究所, 福州 350018)

摘要: 研究甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与茚虫威、毒死蜱混配对稻纵卷叶螟幼虫的生物活性及田间防效。采用浸叶法, 测定了混配杀虫剂对稻纵卷叶螟3龄幼虫的毒力, 并根据共毒系数评价其增效作用。采用田间茎叶喷雾法, 在稻纵卷叶螟1~2龄幼虫发生高峰期开展混配杀虫剂田间药效试验。结果表明: 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与茚虫威、毒死蜱分别以质量比1:4、1:20混配, 对稻纵卷叶螟3龄幼虫具有显著的增效作用, 共毒系数(CTC)分别为160.83、221.59。10%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·茚虫威悬浮剂22.5, 30 g/hm²和30%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·毒死蜱微乳剂180, 270 g/hm²处理药后15 d的保叶效果为87.15%~90.81%, 杀虫效果为94.98%~96.26%。

关键词: 稻纵卷叶螟; 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐; 毒力; 增效作用; 田间防效

中图分类号: S 435.112.1+1 S 481+.9 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2018.01.015

Formula Selection and Application of Pesticidal Mixtures Against

Cnaphalocrocis medinalis (Güenée)

QIU Liang-miao^{1,2}, LIU Qi-quan^{1,2}, WANG Jin-shi^{1,2}, LU Xue-song^{1,2}, ZHAN Zhi-xiong^{1,2,3*}

(1. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China; 2. Fujian Key Laboratory for Monitoring and Integrated Management of Crop Pests, Fuzhou 350013, China; 3. Rice Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350018, China)

Abstract: The toxicity and efficacy of emamectin benzoate and indoxacarb mixture, emamectin benzoate and chlorphoxim mixture against *Cnaphalocrocis medinalis* were studied. Using leaf-dipping method, the toxicity of the pesticidal mixtures on the 3rd instar larvae of *Cnaphalocrocis medinalis* were conducted. And the field control efficacies were also conducted using foliar spray method. The results showed that the co-toxicity efficient (CTC) of the mixture of emamectin benzoate and indoxacarb (mass ratio of 1:4) was 160.83. And the CTC of emamectin benzoate and chlorphoxim (mass ratio of 1:20) was 221.59. The pesticidal mixtures showed synergistic effect on the 3rd instar larvae. Emamectin benzoate + indoxacarb 10% SC at the active ingredient of 22.5, 30.0 g/hm², and emamectin benzoate + chlorphoxim 30% ME at the active ingredient of 180, 270 g/hm² had good efficacies on *Cnaphalocrocis medinalis* in rice field. The effects of protecting leaves were 87.15%-90.81%, the control effects were 94.98%-96.26%.

Key words: *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée); emamectin benzoate; toxicity; synergistic effect; field efficacy

稻纵卷叶螟 [*Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée)] 属鳞翅目, 螟蛾科, 在我国各水稻种植区均有发生为害, 是我国水稻常发性重大害虫, 尤以华南和长江中下游稻区发生为害最为严重^[1]。稻纵

卷叶螟主要以幼虫啃食为害, 共分5龄。稻纵卷叶螟初孵1龄幼虫以啃食心叶为害, 叶片呈现小白点状, 即“白点期”; 2龄幼虫在叶尖上吐丝缀合成1~2 cm长的小苞, 藏匿其中啃食叶肉表皮, 叶片现白色条

收稿日期: 2017-09-04

基金项目: 福建省科技计划项目—省属公益类科研院所基本科研专项(2015R1024-5); 福建省科技重大专项(2015NZ0002-3); 科技部国家重点研发计划项目(2017YED0100100); 福建省农业科学院科技创新团队(STIT2017-1-8)

作者简介: 邱良妙(1973—), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事农药毒理与生态环境安全方面的研究。E-mail: bjdndqlm@163.com

通讯作者: 占志雄(1964—), 男, 研究员, 主要从事农业害虫综合防治研究。E-mail: zzx64@sohu.com

斑受害状,俗称“束尖期”3龄幼虫纵卷叶片,虫苞达10~15 cm称为“纵卷期”4龄幼虫暴食叶肉,虫苞内绿色部分几乎被啃食,仅留叶片下表皮,并转苞为害,称为“转苞期”,稻叶呈现白叶、扭曲、失水干枯等症状5龄幼虫造成叶片焦白、干枯、纵裂,称为“暴食期”。稻纵卷叶螟幼虫一生可啃食稻叶5~6片,多者可达9~10片。稻纵卷叶螟大发生为害时,田间呈现一片枯白,甚至整片稻株枯死,给水稻生产造成严重的经济损失^[2-4]。2000年以来,我国稻纵卷叶螟发生为害日趋严重,全国年均粮食损失约76万吨^[5-7]。稻纵卷叶螟在福建省年发生5~7代,是水稻最主要的害虫之一,一般发生年份造成减产10%~20%,严重时减产在50%以上^[8]。长期以来,稻纵卷叶螟的防治主要依靠化学农药,稻纵卷叶螟已对有机磷、有机氯、氨基甲酸酯和沙蚕毒素类杀虫剂产生抗性^[9-12]。随着农业部实施高毒农药替代措施^[13],氯虫苯甲酰胺、多杀霉素、阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、茚虫威及毒死蜱等药剂大量应用于防治水稻稻纵卷叶螟,一些地区稻纵卷叶螟已经对氯虫苯甲酰胺、多杀霉素等药剂产生敏感性下降或明显的抗性^[12,14-16]。为了有效缓解水稻稻纵卷叶螟对杀虫剂的抗性选择压,开展防治药剂混配应用是一种有效的技术途径。科学合理的农药混配具有减少农药使用、提高药效、延缓抗性、降低成本等优点^[17]。为此,本文开展了甲氨基阿维菌素苯甲酸盐分别与茚虫威、毒死蜱混配的联合作用研究,旨在为稻纵卷叶螟的治理及水稻安全生产提供科学依据,达到农药减量使用的目的。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

从福建福州田间采集稻纵卷叶螟高龄幼虫,在

室外自然条件下,用分蘖期水稻苗(品种为Y两优1号)笼罩饲养1代,挑选新孵化的F1代稻纵卷叶螟3龄幼虫作为杀虫剂室内配方筛选毒力测定的试虫。

1.2 供试药剂

5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐悬浮剂(青岛奥迪斯生物科技有限公司);15%茚虫威悬浮剂(美国杜邦公司);40%毒死蜱乳油(浙江新安化工集团股份有限公司);10%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·茚虫威(质量比1:4)悬浮剂、30%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·毒死蜱(质量比1:20)微乳剂(福建省农业科学院植物保护研究所制)。

1.3 毒力测定方法

按等比级数,将供试杀虫剂单剂和混剂用纯净水稀释配制5~6个梯度浓度药液,参考稻叶浸渍法^[10]进行室内毒力测定。将30 d苗龄的水稻苗根上部分完全浸没在预先配制好的不同浓度的供试药剂溶液中30 s,然后取出自然晾干,放入底部装有水稻营养液的玻璃试管内。每个试管接入稻纵卷叶螟3龄幼虫8头,用橡皮筋将管口用纱布罩住以防止试虫逃逸。将试管置于温度(25±1)℃、相对湿度70%~80%、光周期L:D=16:8的人工气候室中,同时以0.01% Triton X-100处理作为空白对照(CK)。每个处理重复3次,72 h后检查稻纵卷叶螟幼虫的存活率,以空白对照组死亡率低于10%为有效试验。以针刺只作微弱反应或无任何反应作为稻纵卷叶螟幼虫死亡判断标准^[18]。采用孙云沛共毒系数法评价混剂的增效作用^[19]。

毒力指数(TI)、实测毒力指数(ATI)、理论毒力指数(TTI)及混剂的共毒系数(CTC)分别按公式(1)~公式(4)计算。共毒系数CTC≥120,表示增效作用;CTC≤80,表示拮抗作用;80<CTC<120,表示相加作用。

$$\text{毒力指数(TI)} = \frac{\text{标准药剂LC}_{50}\text{值}}{\text{供试药剂LC}_{50}\text{值}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{混剂实测毒力指数(ATI)} = \frac{\text{标准药剂LC}_{50}\text{值}}{\text{混剂LC}_{50}\text{值}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{混剂理论毒力指数(TTI)} = A\text{的TI} \times \text{混剂中A的质量分数} + B\text{的TI} \times \text{混剂中B的质量分数} \quad (3)$$

$$\text{共毒系数(CTC)} = \frac{\text{混剂实测毒力指数(ATI)}}{\text{混剂理论毒力指数(TTI)}} \times 100 \quad (4)$$

1.4 药效试验

1.4.1 试验地概况

试验地位于福建省福州市闽侯县大湖乡新塘村,试验地常年种植单季水稻,土壤为砂质壤土,土壤有机质质量分数中等,pH值为6.1。稻田排灌良好,

稻纵卷叶螟常年中等或偏重发生。试验水稻田于2017年5月25日人工移栽插植,水稻品种为泰丰优656。施药时水稻处于幼穗分化期。

1.4.2 田间药效试验设计

试验设药剂处理5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐

悬浮剂 7.5, 15 g/hm² (有效成分用量,下同)、15%茚虫威悬浮剂 27, 36 g/hm²、40%毒死蜱乳油 480, 720 g/hm²、10%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·茚虫威悬浮剂 22.5, 30 g/hm²、30%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·毒死蜱微乳剂 180, 270 g/hm² 并以清水喷雾处理作为空白对照(CK)。共 11 个处理,每个处理重复 4 次,每小区面积 25 m²。采用随机区组排列,小区间筑小田埂,防止田水串灌。

1.4.3 试验与调查方法

试验按照《农药田间药效试验准则(一)》^[20]进行。于 2017 年 7 月 2 日,在稻纵卷叶螟 1~2 龄幼虫发生高峰期,用 HD-400 手动喷雾器(最大工作压力 5 kg/cm²)对水稻植株茎叶均匀喷雾施药 1 次,用水量为 675 L/hm²。施药后 15 d,当代稻纵卷叶螟为害定时调查 1 次。调查方法:每小区对角线 5 点取样,每个样点调查水稻 5 丛,每小区共调查 25 丛。调查水稻总叶数和卷叶数,统计卷叶率,同时剥查卷叶内稻纵卷叶螟的残虫数。根据药剂处理区与空白对照区卷叶率和活虫数,按公式(5)~公式(6)分别计算保叶效果和杀虫效果。用 Duncan's 新复极差法(DMRT)进行防效差异显著性分析。

$$\text{保叶效果}/\% = \frac{\text{对照区卷叶率} - \text{处理区卷叶率}}{\text{对照区卷叶率}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{杀虫效果}/\% = \frac{\text{对照区活虫数} - \text{处理区活虫数}}{\text{对照区活虫数}} \times 100 \quad (6)$$

1.5 数据统计

采用 DPS 7.05 统计软件计算毒力回归方程、致死中浓度(LC₅₀)、95%置信区间和相关系数,采用 Microsoft Office Excel 2007 计算卷叶率、保叶效果和杀虫效果。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定试验结果

甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、茚虫威、毒死蜱及其混配药剂对稻纵卷叶螟 3 龄幼虫的毒力测定结果见表 1。结果表明:甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与茚虫威 1:2、1:4、1:6 质量比混配药剂的共毒系数均大于 120,具有增效作用。其中,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与茚虫威 1:4 的配比增效作用最显著,共毒系数达 160.83。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与毒死蜱 4 个配比均具有增效作用。其中,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与毒死蜱 1:20 和 1:40 配比的增效作用最为显著,共毒系数分别为 221.59 和 172.53。

表 1 杀虫剂混配对稻纵卷叶螟 3 龄幼虫的毒力与增效作用

供试药剂	质量比	毒力回归方程	相关系数	LC ₅₀ 值及 95% 置信限/(mg·L ⁻¹)	共毒系数
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(A)		y=5.488 5+1.636 7 x	0.990 7	0.503 0(0.330 7~0.712 2)	
茚虫威(B)		y=4.299 7+1.769 5 x	0.995 3	2.487 3(1.761 7~3.506 6)	
毒死蜱(C)		y=2.603 0+1.795 0 x	0.989 3	21.646 1(15.015 3~29.955 0)	
A+B	1:1	y=5.151 4+1.569 5 x	0.986 7	0.800 9(0.516 2~1.148 8)	104.48
A+B	1:2	y=5.179 6+1.586 9 x	0.992 9	0.770 6(0.643 7~1.555 1)	139.44
A+B	1:4	y=5.099 2+1.568 5 x	0.992 1	0.864 5(0.569 4~1.247 0)	160.83
A+B	1:6	y=4.902 2+1.288 8 x	0.991 2	1.190 9(0.767 3~2.019 5)	133.58
A+C	1:10	y=4.127 6+1.795 5 x	0.999 5	3.061 1(1.979 7~4.225 3)	146.67
A+C	1:20	y=4.118 4+1.720 3 x	0.995 9	3.254 4(2.112 7~4.534 9)	221.59
A+C	1:40	y=3.852 8+1.448 3 x	0.996 4	6.195 2(4.218 7~10.372 5)	172.53
A+C	1:60	y=3.579 0+1.470 4 x	0.997 0	9.255 4(6.324 1~16.153 5)	138.46

2.2 田间药效试验结果

由表 2 可以看出:施药后 15 d,10%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·茚虫威悬浮剂和 30%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·毒死蜱微乳剂 2 种复配药剂保叶效果为 87.15%~90.81%,杀虫效果为 94.98%~96.26%,对稻纵卷叶螟具有良好的田间控制效果。2 种复配药剂所设剂量处理的保叶效果和杀虫效果均优于 3 种单剂。2 种复配制剂处理的保叶效果和杀虫效果与 5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐悬浮剂 7.5 g/hm²、15%茚虫威悬浮剂 27 g/hm²、40%毒死蜱乳油 480, 720 g/hm² 处理相比,差异均达显著水平(p<0.05)。

3 结论与讨论

近年来,稻纵卷叶螟发生面积和危害程度呈不断加剧趋势,对水稻优质高产构成了严重威胁。目前,化学防治仍是防治稻纵卷叶螟的最主要手段^[16]。2007 年 1 月 1 日,我国全面禁止甲胺磷等 5 种高毒农药的销售和使用^[21]。氯虫苯甲酰胺、乙基多杀菌素、茚虫威、阿维菌素和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、毒死蜱等高效杀虫剂在水稻生产上大量应用,经过多年推广应用,稻纵卷叶螟已对上述药剂产生了一定程度的抗性或敏感性下降^[16,22-23]。由于稻纵卷叶螟属

于迁飞性害虫，其种群每年在不同虫源地之间、虫源地与发生地之间、不同区域发生地之间迁飞交汇融合。因此 稻纵卷叶螟抗药性监测与治理是水稻害虫防治研究中必须解决的重要问题之一。采用不同作用机制、无交互抗性的杀虫剂进行轮换用药，可以延缓害虫抗药性的产生^[24]。而科学合理的农药混配具有减少农药使用、提高药效、延缓抗性产生、降低成本等优点^[17]。

本文研究结果表明 ,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与茚虫威(1：4)、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐与毒死蜱(1：20)混配对稻纵卷叶螟3龄幼虫的共毒系数分别达160.83和221.59 ,具有显著的混配增效作用。

田间药效试验也表明 ,复配制剂对稻纵卷叶螟的保叶效果为87.15%~90.81% ,杀虫效果为94.98%~96.26% ,田间防效优于单剂的防治效果。通过复配达到了减少农药使用并提高田间防治效果的目的 ,但在稻纵卷叶螟防治生产实践中也不能长期单一使用同一种药剂 ,需选择不同作用机制的杀虫剂合理轮换使用 ,这对于有效缓解稻纵卷叶螟对杀虫剂的抗性选择压 ,延缓害虫抗性的产生和发展具有重要作用 ,对于稻纵卷叶螟持续控制及水稻安全生产也具有重要的科学与现实意义。开展水稻害虫防治药剂复配增效配方筛选与应用 ,是实施农药减量使用的重要技术措施之一。

表 2 杀虫剂复配对稻纵卷叶螟的田间防治效果(2017 年)

药剂	有效成分用量/(g·hm ⁻²)	卷叶率/%	保叶效果/%	活虫数/头	杀虫效果/%
5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐SC	7.5	1.77	81.78 d	1.75	87.66 bc
	15.0	1.15	86.62 abc	0.75	92.69 ab
15%茚虫威SC	27.0	1.95	79.92 de	1.50	88.83 b
	36.0	1.42	85.41 bc	0.75	93.19 ab
40%毒死蜱EC	480.0	2.18	77.48 e	2.50	81.52 c
	720.0	1.59	83.66 cd	1.75	86.86 bc
10%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·茚虫威SC	22.5	1.32	87.15 ab	0.75	95.27 a
	30.0	1.09	89.23 ab	0.50	96.26 a
30%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐·毒死蜱ME	180.0	1.18	87.77 ab	0.75	94.98 a
	270.0	1.01	90.81 a	0.50	95.64 a
空白对照		9.72		13.50	

注 :表中数据为4次重复平均值 ,同列数据后不同小写字母表示在0.05水平下差异显著。

参考文献

[1] 傅强,黄世文. 水稻病虫害诊断与防治原色图谱 [M]. 北京: 金盾出版社, 2005.

[2] 王凤英,胡高,陈晓,等. 近年来广西南宁稻纵卷叶螟大发生原因分析 [J]. 中国水稻科学, 2009, 23 (5): 537-545.

[3] 陈晓,刘万才,朱建生,等. 2003年我国稻纵卷叶螟特大发生的气候背景 [J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (3): 615-621.

[4] 杨亚军,徐红星,郑许松,等. 中国水稻纵卷叶螟防控技术进展 [J]. 植物保护学报, 2015, 42 (5): 691-701.

[5] 郭荣,韩梅,束放. 减少稻田用药的病虫草害绿色防控策略与措施 [J]. 中国植保导刊, 2013, 33 (10): 38-41.

[6] 包云轩,曹云,谢晓金,等. 中国稻纵卷叶螟发生特点及北迁的大气背景 [J]. 生态学报, 2015, 35 (11): 3519-3533.

[7] 刘宇,王建强,冯晓东,等. 2007年全国稻纵卷叶螟发生实部分析与2008年发生趋势预测 [J]. 中国植保导刊, 2008, 28 (7): 33-35.

[8] 孔丽萍,关瑞峰,朱先国. 福建省稻纵卷叶螟的发生特点与预测预报 [J]. 福建农业科技, 2004 (5): 25-26.

[9] 苏建坤,褚柏,陈伟. 稻纵卷叶螟抗药性测定方法初探及抗性监测 [J]. 上海农业学报, 2003, 19 (4): 81-84.

[10] Zheng X S, Ren X B, Su J Y. Insecticide Susceptibility of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in China [J]. Journal of Economic Entomology, 2011, 104 (2): 653-658.

[11] 林秀秀,金道超,陈祥盛. 稻纵卷叶螟抗药性研究进展 [J]. 湖北农业科学, 2012, 51 (3): 437-440.

[12] 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.

[13] 高忠文,陶岭梅,苏建亚,等. 防治稻纵卷叶螟高毒农药替代药剂的室内筛选 [J]. 中国水稻科学, 2008, 22 (6): 631-636.

[14] 陈伟. 广西不同地区稻纵卷叶螟抗药性监测及其生理生化差异研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2013.

[15] 任秀贝. 稻纵卷叶螟对杀虫剂抗性的监测与室内饲养技术研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2013.

[16] 王世玉,汤雨洁,任森森,等. 稻纵卷叶螟杀虫剂敏感基线的建立与抗药性监测 [J]. 南京农业大学学报, 2016, 39 (3): 402-407.

(下转第 56 页)

2.2 数学模型分析结果

图1数学模型分析表明,防治水稻3代二化螟效果达到80.0%左右时,34%乙多·甲氧虫悬浮剂所需理论用量在150 g/hm²以上。这一模型分析结果与田间试验结果趋势相一致。

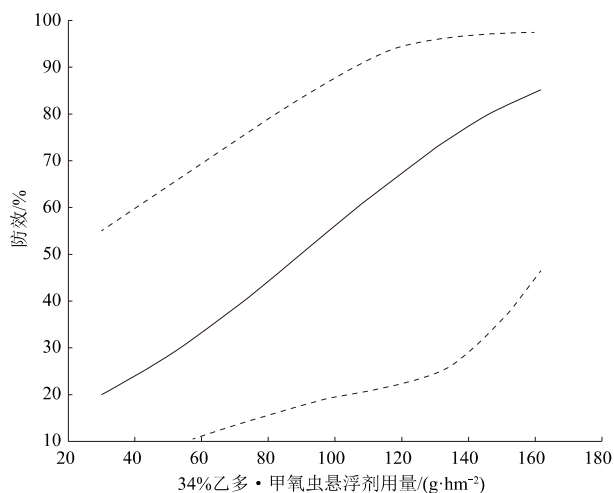


图 1 34%乙多·甲氧虫悬浮剂防治水稻 3 代二化螟数学模型

3 讨论

表1不同试验处理间防效的差异不仅受34%乙多·甲氧虫悬浮剂试验用量的影响,同时与不同年份二化螟发生程度有关。2014年,34%乙多·甲氧虫悬浮剂和对照药剂200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm²对水稻二化螟的防治效果整体好于2016年的防治效果。原因可能是,不同年份间水稻3代二化螟种群发生初始密度的不同造成防治效果上的差异。图1数学模型分析结果表明,为达到80.0%的平均防效,34%乙多·甲氧虫悬浮剂理论用量应为150 g/hm²。然而,实际田间试验中,所用的供试药剂

用量为162 g/hm²。分析两者间差异原因:1)出于对设计试验用量梯度的考量,试验设120 g/hm²、132 g/hm²和162 g/hm²处理,未设150 g/hm²处理。防治效果可以通过后续的田间应用加以验证。2)考虑到产品的现有包装规格,以及农民用药习惯和用药水平普遍偏低的实际情况,不能将小包装中的农药充分使用,往往存在药剂浪费情况。为了确保良好的用药效果,建议34%乙多·甲氧虫悬浮剂防治水稻3代二化螟的用量为162 g/hm²,其符合目前产品的包装规格以及农民的用药习惯。

参考文献

- [1] 张帅. 2015年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2016, 36 (3): 61-65.
- [2] 张帅. 2014年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2015, 35 (3): 65-69.
- [3] 张帅. 2013年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2014, 34 (3): 55-58.
- [4] 张帅. 2012年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2013, 33 (3): 49-52.
- [5] 张帅. 2011年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议[J]. 中国植保导刊, 2012, 32 (3): 42-45.
- [6] Dripps J E, Boucher R E, Chloridis A, et al. The Spinosyn Insecticides [C] // Lopez O, Fernandez-Bolanos J. Green Trends in Insect Control. UK Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2011: 163-212.
- [7] Gomez L E, Hastings K, Yoshida H A, et al. The Bisacylhydrazine Insecticides [C] // Lopez O, Fernandez-Bolanos J. Green Trends in Insect Control. UK Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2011: 213-247.

(责任编辑:顾林玲)

(上接第 53 页)

- [17] 卢海燕, 刘敏, 刘贤金. 防治褐飞虱高效安全农药复配配方的筛选[J]. 江西农业学报, 2015, 27 (2): 103-106.
- [18] 陈长琨, 李秀峰, 韩召军, 等. 二化螟抗药性监测方法及相对敏感基线[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23 (4): 25-28.
- [19] Sun Y P, Johnson E R. Analysis of Joint Action of Insecticides Against House Flies [J]. Journal of Economic Entomology, 1960, 53 (5): 887-892.
- [20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 17980. 2—2000 农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治稻纵卷叶螟[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.

- [21] 李红梅, 李学峰. 甲胺磷等高毒农药替代策略的经济分析[J]. 世界农业, 2006 (6): 14-17.
- [22] 卢鹏, 李建洪, 张智科, 等. 湖北省水稻稻纵卷叶螟的抗药性监测[J]. 湖北植保, 2009 (4): 14-15.
- [23] 陈伟, 梁立成, 严春丽, 等. 广西不同地区稻纵卷叶螟对4种杀虫剂的抗药性研究[J]. 广西植保, 2013, 26 (4): 4-6.
- [24] 李燕芳, 肖汉祥, 张扬, 等. 乙基多杀菌素对稻纵卷叶螟室内毒力测定及田间药效试验[J]. 南方农业学报, 2013, 44 (8): 1282-1285.

(责任编辑:顾林玲)