

◆ 农药应用 ◆

# 34%乙多·甲氧虫悬浮剂对水稻3代二化螟 田间药效及数学模型分析

王 彭<sup>1</sup>,王秀娟<sup>2</sup>

(1. 陶氏益农农业科技(中国)有限公司 上海分公司,上海 201203 2. 陶氏益农美国公司,印第安纳波利斯 46268)

**摘要:**通过田间药效试验评价34%乙多·甲氧虫悬浮剂对水稻3代二化螟的田间防治效果,并通过数学模型分析进一步为田间应用提供试验和理论依据。34%乙多·甲氧虫悬浮剂在供试有效成分用量120, 132, 162 g/hm<sup>2</sup>下对水稻3代二化螟的平均防效为71.4%~82.0%。数学模型分析结果表明,34%乙多·甲氧虫悬浮剂对3代二化螟防效为80%时,所需理论用量在150 g/hm<sup>2</sup>以上。

**关键词:**乙基多杀菌素;甲氧虫酰胺;3代二化螟;田间药效;数学模型分析

中图分类号:S 435.112<sup>+1</sup> S 481<sup>+9</sup> 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2018.01.016

## Field Efficacy and Mathematical Model Analysis of Spinetoram + Methoxyfenozide 34% SC Against the Third Generation of *Chilo suppressalis*

WANG Peng<sup>1</sup>, WANG Xiu-juan<sup>2</sup>

(1. Dow AgroSciences (China) Co., Ltd. Shanghai Branch, Shanghai 201203, China; 2. Dow AgroSciences USA, Indianapolis 46268, USA)

**Abstract:** Field efficacy trials were conducted to evaluate the performance of spinetoram + methoxyfenozide 34% SC against the third generation of *Chilo suppressalis* in rice fields. Mathematical model analysis was employed to understand the potential rate of spinetoram + methoxyfenozide 34% SC to provide the theoretical basis. Spinetoram + methoxyfenozide 34% SC at application rates of 120, 132, 162 g/hm<sup>2</sup> provided 71.4%-82.0% control effects on the third generation of *Chilo suppressalis*. The mathematical model analysis indicated that to achieve average 80.0% control effect, the theoretical rate of spinetoram + methoxyfenozide 34% SC would be 150 g/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** spinetoram; methoxyfenozide; third generation of *Chilo suppressalis*; field efficacy; mathematical model analysis

二化螟(*Chilo suppressalis*)是危害水稻生产的重要害虫。中国农技推广中心2011—2015年全国农业有害生物抗药性监测结果显示,二化螟已对双酰胺类杀虫剂氯虫苯甲酰胺(chlorantraniliprole)和氟苯虫酰胺(flubendiamide),有机磷类杀虫剂毒死蜱(chlorpyrifos)和三唑磷(triazophos),沙蚕毒素类杀虫剂杀虫单(monosultap),大环内酯类杀虫剂阿维菌素(abamectin)等产生了不同程度的抗性<sup>[1-5]</sup>。水稻3代二化螟在农业生产上较为难防,主要发生在中稻的破口期和晚稻的分蘖期,分别造成白穗和枯

心。目前水稻生产上亟需有效的轮换药剂用于水稻二化螟的防治,并延缓其抗药性的产生和发展。

34%乙多·甲氧虫悬浮剂是美国陶氏益农公司自主研发的复配制剂,目前已在中国登记,用于防治水稻二化螟和稻纵卷叶螟。乙基多杀菌素(IRAC MoA Group 5)为烟碱乙酰胆碱受体(nAChR)别构调节剂,作用于昆虫神经系统中烟碱乙酰胆碱受体和γ-氨基丁酸受体,影响昆虫正常的神经活动,直至死亡,具有触杀、胃毒作用及速效等特点<sup>[6]</sup>。甲氧虫酰胺(IRAC MoA Group 18)为蜕皮激素激动剂,属于昆

收稿日期:2017-10-07

作者简介:王彭(1982—),男,辽宁省本溪人,博士,产品技术经理,负责杀虫剂相关工作。E-mail:GavinWang@dow.com

虫生长调节剂类杀虫剂,通过促进鳞翅目幼虫非正常蜕皮,最终导致害虫死亡<sup>[7]</sup>。其具有胃毒作用,且持效期长。2014—2016年,美国陶氏益农公司与各省级农业科研院所合作开展了防治水稻3代二化螟田间药效试验。本文记录并总结了34%乙多·甲氧虫悬浮剂对水稻3代二化螟的防治效果,并通过数学模型分析阐明了34%乙多·甲氧虫悬浮剂理论使用剂量,为其田间应用提供试验和理论基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试药剂及虫源

34%乙多·甲氧虫悬浮剂(5.7%乙基多杀菌素+28.3%甲氧虫酰胺,商品名斯品诺<sup>TM</sup>),美国陶氏益农公司;200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂(商品名康宽),美国杜邦公司。水稻3代二化螟种群系田间自然发生种群。

### 1.2 田间试验方法

3代二化螟田间药效试验于2014—2016年分别在湖北、湖南和浙江开展完成。二化螟试验处理:34%乙多·甲氧虫悬浮剂120 g/hm<sup>2</sup>(有效成分用量,下同)、132 g/hm<sup>2</sup>和162 g/hm<sup>2</sup>。试验小区采用随机区组排列,每小区面积150 m<sup>2</sup>。喷药液量为450 L/hm<sup>2</sup>,均匀喷施到稻茎基部,施药时二化螟处于卵孵化高峰期。对于二化螟药效调查采用全小区调查,当空白对照区二化螟田间危害症状表现明显时调查小区内全部枯心或白穗数量。

### 1.3 数学模型分析

数学模型分析所采用的数据来源于2014—2016年在湖北、湖南和浙江开展的田间药效试验结果。

比较34%乙多·甲氧虫悬浮剂120, 132, 162 g/hm<sup>2</sup>不同试验用量处理和200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>处理对3代二化螟防治效果,分析了各药剂处理下的3代二化螟种群数量。因种群数量服从泊松分布,采用了广义线性混合模型:

$$\eta = X\beta + Zu$$

其中, $\eta = \ln[E(Y/T)]$ 是联接函数, $E(Y/T)$ 在对照组种群量一定的情况下药剂处理组种群数量的期望值; $X$ 是药剂在不同剂量下的固定效应; $Z$ 是年份和田间试验差异的随机效应; $\beta$ 和 $u$ 是待估计的参

数。使用R语言的“lme4”数据包进行广义线性混合模型分析,并且对34%乙多·甲氧虫悬浮剂不同试验用量处理和200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂处理药效比较多重假设检验,采用Dunnett方法校正。

为了预测34%乙多·甲氧虫悬浮剂达到平均防效80.0%时所需的用量,运用了线性混合模型分析:

$$Y = \mu + P + E + R + A + T(A) + \varepsilon$$

其中: $Y$ 是控制枯心或白穗的观察值、 $\mu$ 是总体均值、 $P$ 是不同的产品效应、 $E$ 是试药时水稻生长期效应、 $R$ 是产品的剂量效应、 $A$ 是年份效应、 $T(A)$ 是每年不同的田间试验差异效应、 $\varepsilon$ 是试验误差。这里年份和田间试验差异被作为随机效应,其他因素作为固定效应。Logit转换被使用于枯心或白穗防治效果 $Y$ ,以获得更好的剂量防效曲线估计。试验省份因没有显著影响枯心或白穗防治而未被包括在最后的模型里。线性混合模型分析使用JMP<sup>®</sup> Pro软件第11版来完成(SAS软件研究所)。

## 2 结果与分析

### 2.1 田间药效试验结果

表1田间药效试验结果表明,34%乙多·甲氧虫悬浮剂在供试试验用量120~162 g/hm<sup>2</sup>下,对水稻3代二化螟的平均防治效果为71.4%~82.0%。对照药剂200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>的平均防治效果为74.0%。

表1 34%乙多·甲氧虫悬浮剂对水稻3代二化螟防治结果

药剂	用量/(g·hm <sup>-2</sup> )	防治效果/%
34%乙多·甲氧虫悬浮剂	120	71.4
	132	78.0
	162	82.0
200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂	30	74.0

注:田间药效试验由湖北省农科院植物保护研究所、湖南省化工研究院以及浙江温州职业技术学院协助完成,表中数据为19个试验的平均值。

表2差异显著性分析结果表明,34%乙多·甲氧虫悬浮剂132 g/hm<sup>2</sup>和200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>对水稻3代二化螟的防治效果无显著性差异,34%乙多·甲氧虫悬浮剂162 g/hm<sup>2</sup>处理对水稻3代二化螟的防治效果显著优于对照药剂200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂30 g/hm<sup>2</sup>,与常规田间试验方差分析结果相同。

表2 差异显著性比较

线性假设检验	差异估计值	标准误差	Z值	P值(Z检验显著性)
34%乙多·甲氧虫SC 120 g/hm <sup>2</sup> 与200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 30 g/hm <sup>2</sup>	0.355	0.037 9	9.363	<0.000 1
34%乙多·甲氧虫SC 132 g/hm <sup>2</sup> 与200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 30 g/hm <sup>2</sup>	0.034	0.036 2	0.948	0.684 0
34%乙多·甲氧虫SC 162 g/hm <sup>2</sup> 与200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 30 g/hm <sup>2</sup>	-0.575	0.054 3	10.575	<0.000 1

## 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/hm<sup>2</sup>以上。这一模型分析结果与田间试验结果趋势相一致。

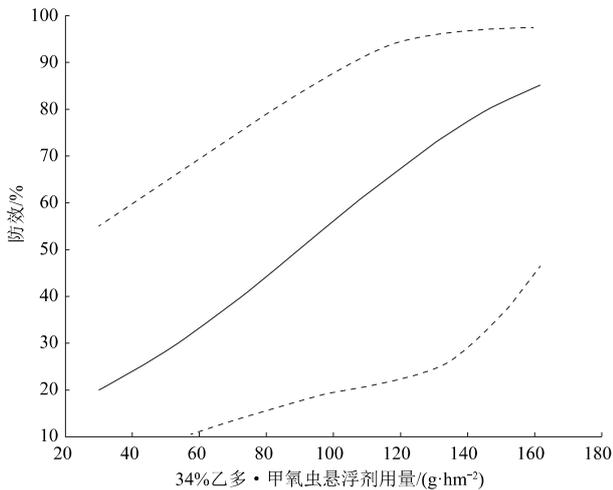


图 1 34%乙多·甲氧虫悬浮剂防治水稻 3 代二化螟数学模型

## 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/hm<sup>2</sup>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/hm<sup>2</sup>。然而,实际田间试验中,所用的供试药剂

用量为162 g/hm<sup>2</sup>。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/hm<sup>2</sup>、132 g/hm<sup>2</sup>和162 g/hm<sup>2</sup>处理,未设150 g/hm<sup>2</sup>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/hm<sup>2</sup>,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)