

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2024.01.008

三化螟为害水稻白穗空间分布型及其应用

黄华英¹, 陈颖², 陈观浩³

1. 化州市农作物病虫害预测预报站, 广东 化州 525100;
2. 化州市农业技术推广中心, 广东 化州 525100;
3. 化州市农业科技促进会, 广东 化州 525100

摘 要: 本研究探讨了水稻三化螟白穗空间分布格局和抽样技术, 为该虫害的监测预报和有效防控提供参考。选取 9 块水稻田逐丛调查资料, 应用 6 种聚集度指标、Iwao 的 $m^* - m$ 回归分析法和 Taylor 幂法则, 研究三化螟白穗的空间分布型和抽样技术。结果表明, 三化螟白穗在水稻田呈聚集分布, 分布的基本成分为个体间相互吸引, 其聚集度是随着密度的增加而升高。在此基础上, 采用 Iwao 法确定了三化螟白穗的田间最适理论抽样公式; 田间调查时, 可用白穗丛率估计白穗种群密度, 其公式为 $\bar{m} = 2.0982 [-\ln(1-p)]^{1.1273}$ 。所建立的理论抽样公式和简易估计公式可在三化螟白穗调查、监测预报和科学防控中推广应用。

关 键 词: 三化螟; 空间分布型; 抽样技术;

密度估计

中图分类号: S433

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2024)01-0072-07

Spatial Distribution Pattern of White Panicle Damaged by *Tryporyza incertulas* and Its Application

HUANG Huaying¹, CHEN Ying², CHEN Guanhao³

1. Forecast Station of Plant Disease and Insect Pests of Huazhou, Huazhou Guangdong 525100, China;

2. Huazhou Agricultural Technology Promotion Center, Huazhou Guangdong 525100, China;

3. Huazhou Agricultural Science and Technology Promotion Association, Huazhou Guangdong 525100, China

Abstract: This study explored the spatial distribution pattern and sampling techniques of the white panicles caused by rice stem borer damage can provide reference for monitoring, forecasting, and effective prevention and control of this pest. Plant by plant survey data of 9 rice fields

收稿日期: 2023-10-15

基金项目: 广东省科技计划项目(2013B020416002); 化州市科技计划项目(化科工商[2021]15号)。

作者简介: 黄华英, 农艺师, 主要从事农作物病虫害预测预报和防治工作。

通信作者: 陈观浩, 推广研究员。

was selected to study the spatial distribution pattern and sampling techniques of white panicles damaged by rice stem borer with 6 aggregation indicators, Iwao's m^*-m regression analysis method, and Taylor power law. The results showed that the white panicles showed an aggregated distribution in the rice field. The basic component of the distribution was mutual attraction between individuals. The degree of aggregation increased with the increase of density. On this basis, Iwao's method was used to determine the optimal theoretical sampling formula for the white panicle in the field. In field investigations, the white panicle cluster rate can be used to estimate the white panicle population density, with a formula of $=2.098 2 [(-\ln(1-p))]^{1.127 3}$. The established theoretical sampling formula and simple estimation formula can be promoted and applied in the investigation, monitoring, prediction, and prevention and control of rice borer.

Key words: *Tryporyza incertulas*; spatial distribution pattern; sampling technique; density estimation

水稻三化螟(*Tryporyza incertulas* Walker)是我国南方稻区主要的水稻害虫之一,也是农作物病虫害主要监测对象之一,该害虫常年发生,可造成较大范围严重灾害^[1-4]. 调查三化螟为害造成的枯心和白穗情况是检验防治质量、螟害程度及预测预报的重要依据. 三化螟食性单一,水稻是其唯一寄主和栖息场所. 三化螟在广东省化州市 1 年发生 4 代,1、2 代为害早稻,3、4 代为害晚稻,其中 2、4 代为主害代,均造成白穗,该害虫的白穗率等于损失率^[5],危害损失较大. 目前针对三化螟的研究多集中在生物学特性^[6-7]、发生规律^[8-12]、预测预报^[13-15]及防控技术^[16]等方面,其空间分布、田间抽样技术及简易估计方法等方面的研究则较少^[17-18].

昆虫种群的空间分布型是昆虫种群个体在其生活空间的分布形式,是昆虫种群重要的结构特征之一,对其研究可以揭示种群的时空行为习性及其与生态环境的综合影响,进而掌握害虫生态学特性和发生规律,还可估算种群密度,确定害虫发生程度,为害虫的监测预报和科学防控提供科学依据^[19-21]. 相关学者对昆虫种群的空间分布型进行了大量研究,明确了部分昆虫的空间分布特征,例如白背飞虱^[22]、稻纵卷叶螟^[23]、褐飞虱^[24]、玉米蚜虫^[25]等,但对三化螟的空间分布型及应用的研究报道甚少. 在三化螟幼虫空间分布型方面,目前仅见王华弟等^[26]的报道,其研究结果呈聚集分布;在三化螟为害白穗空间分布型方面的研究仅陈其志等^[27]有过报道,但未涉及理论抽样模型和简易估计模型的研究. 为此本研究对三化螟白穗种群空间分布型与抽样技术进行了深入研究,以期为该虫的预测预报和防治研究提供依据.

1 材料与方法

1.1 试验地概况

调查地点为广东省化州市丽岗镇、河西镇、石湾镇等地区. 化州市地处广东省西南部,北纬 $21^{\circ}29'$ ~ $22^{\circ}13'$,东经 $110^{\circ}21'$ ~ $110^{\circ}45'$,海拔 200~400 m,属于典型的亚热带季风气候区,年平均气温 $22.1\sim 23.9^{\circ}\text{C}$,年降雨 $1\,103.0\sim 3\,005.3\text{ mm}$,平均相对湿度 83%,年均日照时数在 $1\,560\sim 2\,430\text{ h}$,具有得天独厚的水稻种植条件. 化州市常年种植第二季水稻,水稻种植面积为 5.11 万 hm^2 左右,是广东省重要的水稻生产基地.

1.2 调查时间和方法

2021—2022 年,在第 2、4 代三化螟为害基本定局后,选择不同三化螟为害白穗密度的水稻田 9 块,每块样地连片调查 400~800 丛不等,以每丛为一样方,逐丛记载白穗数(含枯孕穗数).

1.3 空间分布型

1.3.1 聚集度指标法

首先,将田间调查所得数据以每块样地为一组,分别整理出白穗数量的频次分布表,并分别计算出白穗丛率(%)、均值(白穗数/丛)(m)、方差(s^2),接着采用6种聚集度指标法^[19-21]分析测定其分布型:

- 1)Beall 的扩散系数 C , $C=s^2/m$.
- 2)Lloyd 的平均拥挤度 m^* , $m^*=m+s^2/m-1$.
- 3)Lloyd 的聚块性指标 m^*/m , $m^*/m=1+s^2/m^2-1/m$.
- 4)David 和 Moore 的丛生指标 I , $I=s^2/m-1$.
- 5)Waters 的负二项分布 K 值, $K=m^2/(s^2-m)$.
- 6)Cassie 的聚集度指数 C_A 值, $C_A=(s^2-m)/m^2$.

然后,通过以上6种聚集度指标值判定三化螟为害白穗空间分布型的标准,如表1所示.

表1 6种聚集度指标判定三化螟白穗空间分布型的标准

分布型	扩散系数 C	平均拥挤度 m^*	聚块性指标 m^*/m	丛生指标 I	负二项分布 K 值	C_A 值
随机分布	$=1$	$=m$	$=1$	$=0$	$\rightarrow +\infty$	$=0$
均匀分布	<1	$<m$	<1	<0	<0	<0
聚集分布	>1	$>m$	>1	>0	>0	>0

1.3.2 Iwao 的 m^*-m 回归分析

利用 Iwao 的 m^*-m 线性回归方程^[19-21]对三化螟白穗的空间分布进行分析,其线性回归模型为:

$$m^* = \alpha + \beta m$$

式中, α 是 m^* 轴上的截距, β 为回归斜率. 其中, α 表示分布成分的平均拥挤度; β 则表示基本成分的空间分布型; m^* 表明三化螟白穗种群的平均拥挤度; m 表示三化螟白穗的平均白穗数量. 当 $\alpha > 0$, 分布的基本成分为三化螟白穗个体间的相互吸引, 分布的基本成分是个体群; 当 $\alpha < 0$, 三化螟白穗个体相互排斥; 当 $\alpha = 0$, 三化螟白穗为个体分布. β 值的大小表示基本成分的空间分布型: 当 $\beta < 1$, 三化螟白穗种群为均匀分布; 当 $\beta > 1$, 三化螟白穗种群为聚集分布; 当 $\beta = 1$, 三化螟白穗种群为随机分布.

1.3.3 Taylor 幂法则

利用 Taylor^[19-21]幂法则对三化螟白穗的空间分布进行分析,其回归方程为:

$$\lg s^2 = \lg a + b \lg m$$

式中, a 表示三化螟白穗抽样有关的参数, b 表示三化螟白穗聚集特性的参数. 若 $\lg a > 0$, $b = 1$ 时, 三化螟白穗在一切密度均是聚集的, 且与种群的密度无关; 当 $\lg a = 0$, $b = 1$, 三化螟白穗种群为随机分布; 当 $\lg a > 0$, $b > 1$, 三化螟白穗种群在任何密度下都表现出聚集分布, 且具有密度依赖性, m 值越高, 其聚集度越高; 若 $\lg a < 0$, $b < 1$ 时, 三化螟白穗的种群密度越高, 分布将会越来越均匀.

1.4 最适抽样数

采用 Iwao 理论抽样数学公式计算出三化螟白穗的最适理论抽样数 n ^[19-21, 28], 其公式为:

$$n=(t^2/D^2)[(\alpha+1)/m+\beta-1]$$

式中, n 代表最适抽样数量; $t=1.96$ (当置信度为 95%时); D 为相对允许误差, $D=0.1, 0.2, 0.3$; $\alpha、\beta$ 为回归模型中的参数; m 为每丛水稻上估计三化螟白穗数量.

1.5 种群密度简易估测

在查取一定理论抽样数的前提下, 水稻三化螟为害程度的田间调查, 通常以观察为害丛出现频率较为简便. 采用 Gerrard 和 Chiang(1971)提出适宜种群空间分布型多变(或未知)时资料简易估值的抽样模型^[19-21, 29]:

$$\overline{m}=\alpha[-\ln(1-p)]^\beta$$

式中 $\alpha、\beta$ 为待定参数, $\overline{m}$ 为种群密度理论估值, p 为白穗丛率.

1.6 数据处理与统计学分析

采用 Excel 2010 对大田中得到三化螟白穗的数据进行处理, 使用 SPSS 19.0 软件对获得的三化螟白穗数据进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 三化螟白穗空间分布型测定

2.1.1 聚集度指标法分析

水稻三化螟白穗田间分布型的聚集度指标见表 2. 从表 2 看出, 9 个样区的扩散系数(C)、聚块性指标(m^*/m)均大于 1, 丛生指标(I)、负二项分布 K 值、聚集度指数 C_A 值均大于 0, 平均拥挤度 m^* 均大于样本均数 m , 均符合聚集分布的检验标准, 表明 9 块样地中三化螟白穗的空间分布型表现一致, 均呈聚集分布格局.

K 值与白穗密度无关, K 值愈小, 种群的聚集度愈大, 如 K 值趋于 $+\infty$ 时(一般在 8 以上时), 则逼近 poisson 分布. 表 2 中的 K 值均不大于 8, 因此, 水稻三化螟白穗的分布不符合 poisson 分布^[19].

表 2 水稻三化螟白穗密度、方差及聚集度指标

样地 序号	均值 m	方差 s^2	平均拥挤 度 m^*	聚块性指 标 m^*/m	丛生 指标 I	负二项 分布 K 值	扩散 系数 C	聚集度 指数 C_A	分布 型
1	1.003 4	1.937 8	1.934 6	1.928 1	0.931 2	1.077 5	1.931 2	0.928 1	聚集
2	0.375 0	1.407 9	3.129 4	8.345 1	2.754 4	0.136 1	3.754 4	7.345 1	聚集
3	1.032 1	3.115 3	3.050 5	2.955 6	2.018 4	0.511 3	3.018 4	1.955 6	聚集
4	1.224 7	3.753 8	3.289 8	2.686 2	2.065 1	0.593 1	3.065 1	1.686 2	聚集
5	0.709 5	2.125 4	2.705 1	3.812 7	1.995 6	0.355 5	2.995 6	2.812 7	聚集
6	0.363 4	1.191 6	2.642 4	7.271 4	2.279 0	0.159 5	3.279 0	6.271 4	聚集
7	0.106 1	0.159 5	0.609 4	5.743 6	0.503 3	0.210 8	1.503 3	4.743 6	聚集
8	0.620 2	1.587 4	2.179 7	3.514 5	1.559 5	0.397 7	2.559 5	2.514 5	聚集
9	0.438 6	1.064 4	1.865 4	4.253 1	1.426 8	0.307 4	2.426 8	3.253 1	聚集

2.1.2 Iwao 的 m^*-m 回归分析

用表 2 中的 m^* 和 m 值计算回归模型为: $m^*=1.528\ 7+1.302\ 3\ m$ ($r=0.575\ 5$), 式中: $\alpha=1.528\ 7>0$, 表明三化螟白穗分布的基本成分是个体群, 个体间相互吸引, $\beta=1.302\ 3>1$, 表明三化螟白穗的空间分布型为聚集分布.

2.1.3 Taylor 幂法则分析

用表2中三化螟白穗平均白穗数量(m)和所对应的方差(s^2)进行对数转换,建立的对数回归方程为: $\lg s^2 = 0.4668 + 1.1682 \lg m$, $r = 0.9605$, 关系式中 $\lg a = 0.4668 > 0$, $b = 1.1682 > 1$, 说明三化螟白穗在一切密度下均为聚集分布,并且聚集度随种群密度增大而升高。

2.2 三化螟白穗的抽样技术

2.2.1 最适抽样数的确定

采用 Iwao 最适理论抽样数模型来确定不同白穗密度下最适理论抽样数量,即:

$$n = (t^2/D^2)[(\alpha+1)/m + \beta - 1]$$

将水稻田三化螟白穗的 Iwao m^* 和 m 回归模型系数 $\alpha = 1.5287$, $\beta = 1.3023$, 代入公式得出在概率 0.95 (t 值为 1.96) 条件下的最适理论抽样数公式:

$$n = (3.8416/D^2)(2.5287/m + 0.3023)$$

可计算在允许一定误差条件下(设 $D = 0.1, 0.2, 0.3$), 三化螟白穗在相应密度(m)时的最适抽样数(n), 见表3。

表3 三化螟白穗的最适理论抽样数

相对允许误差	不同白穗密度下的最适抽样数											
	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
0.1	4 973	3 354	2 545	2 059	1 735	1 504	1 330	1 195	1 088	999	926	863
0.2	1 243	839	636	515	434	376	333	299	272	250	231	216
0.3	553	373	283	229	193	167	148	132	121	111	103	96

2.2.2 种群密度简易估测

由上述空间分布型测定可知,三化螟白穗属聚集分布型,存在零样方.这样可以在查取一定理论抽样数的前提下,以田间实测的白穗丛率 p 或零样方 ($p_0 = 1 - p$) 间接估计每丛白穗数. 根据 Gerrard 等提出的公式: $\bar{m} = \alpha[-\ln(1-p)]^\beta$, 对表4中的白穗丛率(p)与平均密度(m)建立了以下预测模型 $\bar{m} = 2.0982[-\ln(1-p)]^{1.1273}$, $r = 0.9805$, $\chi^2 = 0.0517$ ($p > 0.05$), 模型理论值与实测值显著适合. 在白穗丛率为 8.14%~48.28%时,应用该模型对平均密度进行简易估值($\bar{m}$), 平均误差率为 9.82%(表4)。

应用该模型估计种群密度,只需考查各丛受害与否,不必考查每丛受害数,然后将白穗丛率代入模型即可,可大大减少调查工作量,达到速测速报的目的。

表4 三化螟为害白穗简易估值结果

样地序号	白穗丛率/ p	实测密度/ m	估值密度/ $\bar{m}$	误差率/%
1	48.28	1.003 4	1.132 0	12.81
2	17.00	0.375 0	0.315 7	15.81
3	39.51	1.032 1	0.966 3	6.38
4	44.44	1.224 7	1.152 4	5.90
5	29.52	0.709 5	0.642 1	9.50
6	17.34	0.363 4	0.323 5	10.98
7	8.14	0.106 1	0.130 1	22.62
8	29.40	0.620 2	0.638 7	2.98
9	22.29	0.438 6	0.444 8	1.41

3 结论与讨论

昆虫的空间分布型是种群生态学的重要研究内容之一,明确昆虫种群结构,对发展有效的害虫监测和持续控制技术具有实际应用价值^[19].本研究对水稻三化螟白穗分布型进行了调查和统计分析,6种聚集度指标(m^* , m^*/m , I , K 值, C , C_A 值)和 m^*-m 回归(Iwao 法)及 Taylor 幂法则等统计结果均一致,都为典型的聚集型分布,分布的基本成分是个体群,个体间相互吸引,其聚集强度是随着白穗密度升高而增加.由于三化螟白穗在水稻上呈聚集分布,因此,田间抽样调查时采用单行或双行直线平行跳跃法较适宜,同时应布设较多的样点,每样点取样可少些.每块田的取样点数和取样总数,应结合当地实际调查需要,也可依据理论抽样数确定.

采用 Iwao 的 m^*-m 抽样通式建立了三化螟白穗最适理论抽样模型为 $n=(3.841\ 6/D^2)\cdot(2.528\ 7/m+0.302\ 3)$,根据不同相对允许误差值估计三化螟白穗密度,确定出最适理论抽样数,该结果显示,在相同 D 值下,不同白穗密度下的最适理论抽样数随三化螟白穗数量的增加而逐渐减少.所以,在抽样调查前可先估计三化螟的白穗数量,当白穗数量较低时,大田的抽样量应当增加.因此,在平均白穗密度和允许误差确定后,计算得到的三化螟白穗在不同白穗密度下的最适抽样数,可为三化螟白穗的田间调查提供理论依据.汪信庚等^[30]的研究中采用适宜种群空间分布型多变(或未知)时资料简易估值的抽样模型 $\bar{m}=\alpha[-\ln(1-p)]^\beta$,被广泛应用于一些体小的有害生物(如蚜虫、稻粉虱、螨类等)种群密度的估计,本文用白穗丛率(p)与平均密度(m)建立了以下预测模型: $\bar{m}=2.098\ 2[-\ln(1-p)]^{1.127\ 3}$,在应用时首先需满足理论抽样数以保证抽样的精度,在调查过程中只需调查稻丛受害与否,不必调查每丛受害株数,得到白穗丛率,即可应用 p 与 m 的关系式估计田间白穗密度,由于无需逐丛计数白穗数,因而具有操作简便、实用、快速的优点^[31],可提高工效 3~5 倍,具有普遍的应用价值,为该害虫的预测预报和绿色防控提供科学依据.

目前检验三化螟防治效果^[32-34]主要以三化螟白穗率作为依据,因此,不同白穗密度下,最适抽样数的确定和简易估计白穗密度为三化螟种群系统控制的研究打下了良好的基础.

参考文献:

- [1] 盛承发,宣维健,焦晓国,等.我国稻螟暴发成灾的原因、趋势及对策[J].自然灾害学报,2002,11(3):103-108.
- [2] 孙俊铭,韦刚,周先文,等.三化螟种群动态、大发生原因及防治对策[J].昆虫知识,2003,40(2):124-127.
- [3] 高兴华,田景花,陈鹏.2001—2011年云南勐海三化螟种群动态规律[J].云南大学学报(自然科学版),2012,34(3):367-372.
- [4] 张茂林,张艾军,黄春艳,等.曾都区三化螟局部重发原因及治理对策[J].湖北植保,2020(1):56-57.
- [5] 陈杰林.害虫防治经济学[M].重庆:重庆大学出版社,1988.
- [6] ISLAM Z, CATLING H D. Biology and Behaviour of Rice Yellow Stem Borer in Deepwater Rice[J]. Journal of Plant Protection in the Tropics, 1991, 8(2): 85-96.
- [7] 刘文娟,王建富,任寿美,等.三化螟卵在寄主上的分布与孵化的研究[J].昆虫知识,1999,36(6):327-328.
- [8] 方继朝,杜正文,程遐年,等.三化螟种群的内稳态性及其生态机制[J].昆虫学报,2001,44(3):337-344.
- [9] 关瑞峰,姚文辉,王茂明,等.福建省水稻螟虫种群发生变化及原因初探[J].华东昆虫学报,2008,17(1):63-70.

- [10] 向玉勇, 张帆, 夏必文, 等. 我国水稻螟虫的发生现状及防治对策 [J]. 中国植保导刊, 2011, 31(11): 20-23.
- [11] 郑秀芳. 同安区水稻三化螟历史发生动态及影响因素分析 [J]. 福建农业科技, 2013(S1): 73-74.
- [12] 龙梦玲, 谢茂昌, 兰雪琼, 等. 近年广西水稻三化螟发生态势及影响因素分析 [J]. 中国植保导刊, 2011, 31(8): 25-26.
- [13] 陈观浩, 刘瑞强, 梁盛铭. 模糊贴近度用于三化螟发生量预测的探讨 [J]. 植保技术与推广, 2002, 22(4): 9-10.
- [14] 李广香, 李旭林, 朱小宁. 越冬代三化螟螟蛾发生期预测模型及应用探讨 [J]. 广西植保, 2021, 34(2): 11-13.
- [15] 周冬梅, 莫绍宁, 欧阳兆云, 等. 田阳三化螟蛾盛发高峰初日气象预警模型 [J]. 气象科技, 2019, 47(3): 526-530.
- [16] 张振飞, 黄炳超, 肖汉祥, 等. 4 种农业措施对三化螟种群动态的控制作用 [J]. 生态学报, 2013, 33(22): 7173-7180.
- [17] 刘光杰, 秦厚国. 我国稻螟研究新进展(一) [J]. 昆虫知识, 1997(3): 171-174.
- [18] 刘光杰, 秦厚国. 我国稻螟研究新进展(二) [J]. 昆虫知识, 1997(4): 239-242.
- [19] 丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 22-134.
- [20] 徐汝梅. 昆虫种群生态学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 7-60.
- [21] 赵志模, 周新远. 生态学引论: 害虫综合防治的理论及应用 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社, 1984: 93-137.
- [22] 唐小艳, 陈斌, 李正跃, 等. 云南元阳梯田水稻田白背飞虱若虫空间分布型及理论抽样数 [J]. 昆虫知识, 2010, 47(5): 950-957.
- [23] 张晓萌, 刘桂良, 张佳丽, 等. 宁波地区晚稻纵卷叶螟空间分布格局及抽样技术初探 [J]. 浙江农业科学, 2013, 54(4): 441-443.
- [24] 王会福, 汪恩国, 陈伟强. 单季稻褐飞虱空间分布格局及其抽样技术 [J]. 中国农学通报, 2010, 26(12): 270-273.
- [25] 白树雄, 张聪, 闫占峰, 等. 玉米田蚜虫种群的空间动态 [J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(3): 661-667.
- [26] 王华弟, 张左生, 张志昌, 等. 三化螟幼虫的田间分布型 [J]. 昆虫知识, 1994, 31(3): 132-135.
- [27] 陈其志, 钱汉良. 三化螟白穗田间分布型及抽样方法的研究 [J]. 湖北植保, 1994(4): 2-4.
- [28] 陈方. 在昆虫学研究中正确应用 Iwao 的理论抽样数公式 [J]. 西南林学院学报, 1992, 12(1): 105-107.
- [29] 陈观浩, 梁盛铭. 柑橘潜叶蛾幼虫在化橘红上的空间分布型及抽样技术 [J]. 江西植保, 2010, 33(3): 122-123.
- [30] 汪信庚, 刘树生. 昆虫种群密度的二项抽样估计模型研究进展 [J]. 生物数学学报, 1996, 11(3): 45-51.
- [31] 蔡笃程, 李炜, 肖冬梅. 番茄叶片上美洲斑潜蝇幼虫种群密度的零频率估计法 [J]. 植物保护, 2011, 37(2): 159-161.
- [32] 农业部农药检定所生测室. 农药田间药效试验准则. 一 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1994: 104-107.
- [33] 陈观浩, 梁盛铭, 陈少兰, 等. 几种杀虫剂防治水稻三化螟田间药效试验 [J]. 农药科学与管理, 2007, 28(9): 31-32.
- [34] 张振飞, 黄炳超, 张扬, 等. 几种药剂对三化螟室内与田间防治效果研究 [J]. 现代农药, 2011, 10(1): 51-54, 56.

责任编辑 苏荣艳