

超级稻甬优 6 号褐飞虱发生危害与防治指标研究*

王会福¹, 陈伟强¹, 汪恩国², 谢宝玉³, 钟列权³

(1. 浙江省台州市农科院, 临海 317000; 2. 浙江省临海市植保站, 317000;
3. 浙江省台州市植保检疫站, 318000)

摘要 通过对超级籼粳杂交稻甬优 6 号不同生育期接入不同虫量褐飞虱研究其危害与产量损失的关系, 结果表明超级稻甬优 6 号分蘖期、孕穗期、灌浆期褐飞虱接入虫量(X)与其产量损失率(Y)呈显著或极显著的相关关系, 其相关模型分别为: 分蘖期 $Y=9.08X-8.3333$ ($n=6, R=0.8425^*$)、孕穗期 $Y=3.7414X-6.0571$ ($n=6, R=0.9008^{**}$)、灌浆期 $Y=0.122X-1.0$ ($n=6, R=0.9583^*$), 从而拟定超级稻甬优 6 号分蘖期、孕穗期、灌浆期的防治指标分别为 2.0、3.0、35.0 头/丛, 确保超级稻甬优 6 号优质高产, 为超级稻甬优 6 号褐飞虱的持续控制提供直接的依据。

关键词 超级籼粳杂交稻; 甬优 6 号; 褐飞虱; 防治指标

中图分类号: S 435.112.3 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2010.01.025

Studies on the relationships of *Nilaparvata lugens* and rice development stages of a super rice variety, Yongyou 6

Wang Huifu¹, Chen Weiqiang¹, Wang Enguo², Xie Baoyu³, Zhong Liequan³

(1. Zhejiang Taizhou Academy of Agricultural Sciences, Linhai 317000, China;
2. Zhejiang Linhai Plant Protection Station, Linhai 317000, China;
3. Zhejiang Taizhou Plant Protection Station, Taizhou 318000, China)

Abstract Six densities of *Nilaparvata lugens* Stål were inoculated to rice at the tillering, booting and grain filling stages. We constructed models for different rice stages. The results showed that rice yield losses were significantly related to both the density and rice stages. According to the models, we suggested that the thresholds to prevent rice damage were 2.0, 3.0 and 35 individuals per hill at tillering, booting and grain filling stages, respectively. The models are as followed: for tillering stage, $Y=9.08X-8.3333$ ($n=6, R=0.8425^*$), for booting stage, $Y=3.7414X-6.0571$ ($n=6, R=0.9008^{**}$) and for grain filling stage, $Y=0.122X-1.0$ ($n=6, R=0.9583^*$). Our studies provided direct evidences for sustainable control of *N. lugens* on the super rice variety Yongyou 6.

Key words super rice; Yongyou 6; *Nilaparvata lugens*; threshold

褐飞虱 [*Nilaparvata lugens* (Stål)] 是超级稻超高产栽培的高致害性、迁飞性害虫。进入 21 世纪以来随着以单季稻为主要栽培制度的改变, 超级稻面积逐年扩大, 植株高大、播移期明显提前、生育期延长, 加上褐飞虱迁入期明显提早, 迁入峰次明显增多, 主害期显著拉长, 致使超级稻褐飞虱灾发频率显著上升, 成为当前超级稻超高产优质栽培的重要障碍^[1-2]。因此, 制定超级稻不同生育期褐飞虱的防治指标, 适时开展达标防治是超级稻褐飞虱防控的重

要措施, 但 1991 年制定的浙江太湖稻区褐飞虱药剂防治标准是在双季稻制度下制定的, 受稻作制度改变和超级稻栽培技术的发展, 已不适应生产实际变化^[3-4]。由于褐飞虱是迁飞性害虫, 影响种群发生因素复杂、田间试验不易控制, 调查量大, 研究周期长, 制订防治指标难度较大, 目前国内外褐飞虱发生与防治研究颇丰, 但对超级稻超高产栽培下褐飞虱发生危害与防治指标方面缺乏系统而深入的研究。为了经济有效生态控制超级稻褐飞虱发生危害, 提高

收稿日期: 2009-02-20 修订日期: 2009-03-05

基金项目: 浙江省台州市重大课题(062KY01)

* 致谢: 本文承蒙中国水稻研究所傅强研究员的指导和修改, 特此致谢!

联系方式 E-mail: tznkywhf@126.com

褐飞虱持续控制能力,笔者于 2008 年开展了超级籼粳杂交稻甬优 6 号褐飞虱发生危害与防治指标的研究,现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点选择在浙江省临海市邵家渡枫川村,试验田前作为冬闲田,试验地土壤为壤土,肥力中等,排灌方便。

1.2 试验品种

供试品种为超级籼粳杂交稻甬优 6 号杂交组合,为当地主栽品种之一,以单季稻方式进行种植。

1.3 试验设计

供试品种甬优 6 号于 2008 年 6 月 8 日播种,播种后立即罩上 28 目纱笼,7 月 1 日移栽时暂将纱笼移去。田间设 54 个小区,每小区插 5 行,每行 5 丛(共 25 丛),密度为 $26.7\text{ cm} \times 26.7\text{ cm}$ (每 hm^2 14 万丛左右)。移栽后所有小区又立即罩上长 1.3 m、宽 1.3 m、高 2.0 m 的同样目数纱笼,直至收割,其他田间管理照常,且防病不治虫。施肥情况为:共施尿素 $375\text{ kg}/\text{hm}^2$ (按基肥 50%、第 1 次追肥 35% 及穗肥 15% 比例施用),另外基肥加过磷酸钙 $300\text{ kg}/\text{hm}^2$ 、第 1 次追肥和穗肥分别加氯化钾 $150\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $37.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。其试验方法为:①于 7 月 30—31 日的分蘖期,即为五(3)代褐飞虱低龄若虫高峰期,分别接入褐飞虱 2~3 龄若虫 1、2、3、4、5 头/丛及不接虫 6 个处理,3 次重复,共 18 个小区;分别在孕穗期、灌浆期、乳熟期记录虫口数量,了解超级稻分蘖期褐飞虱种群繁殖与变化动态。②于 8 月 26—28 日的孕穗期,即为六(4)代褐飞虱低龄若虫高峰期,分别接入褐飞虱 2~3 龄若虫 2、4、6、8、10 头/丛及不接虫 6 个处理,3 次重复,共 18 个小区;分别在灌浆期、乳熟期记录虫口数量,了解超级稻孕穗期褐飞虱种群繁殖与变化动态。③于 9 月 22~24 日的灌浆期,即为七(5)代褐飞虱低龄若虫高峰期,分别接入褐飞虱 2~3 龄若虫 30、40、50、60、70 头/丛及不接虫 6 个处理,3 次重复,共 18 个小区;在乳熟期记录虫口数量,了解超级稻灌浆期褐飞虱种群繁殖与变化动态。所有小区成熟后单收测产,计算危害损失率^[6]。

1.4 防治指标数学模型的建立

根据甬优 6 号不同生育期接入虫量与产量损失率关系,建立相应数学模型,然后通过经济允许水平

测定,拟定超级稻不同生育期褐飞虱防治指标。

2 结果与分析

2.1 超级稻褐飞虱种群数量消长规律

2.1.1 分蘖期接入褐飞虱的种群增长

分蘖期接入不同虫量的褐飞虱及其种群变化动态监测结果见图 1。图 1 显示,在田间笼罩状态下,分蘖期(7 月 30—31 日)接入褐飞虱后 25 d 左右田间出现种群增长拐点,每丛分别接入褐飞虱虫量 1、2、3、4、5 头 5 个处理的种群增长拐点均出现在 8 月 26 日,即生育期处于孕穗盛期;接虫 50 d 后即在 9 月 24 日前后的灌浆期,种群形成快速增长期;接虫 80 d 后即 10 月中下旬,种群数量达到最高峰。由分蘖期接入不同虫量处理的褐飞虱种群消长曲线可知,超级稻褐飞虱种群增长趋势较为一致,其种群数量消长随生育期推进而渐趋上升;水稻灌浆期之前,褐飞虱种群增速随分蘖期基数的增大而增大,而到 10 月上旬后却随分蘖期接虫基数的增大反而增速呈下降趋势,这可能是种群发展受接虫密度超高和外部环境相互影响所成。

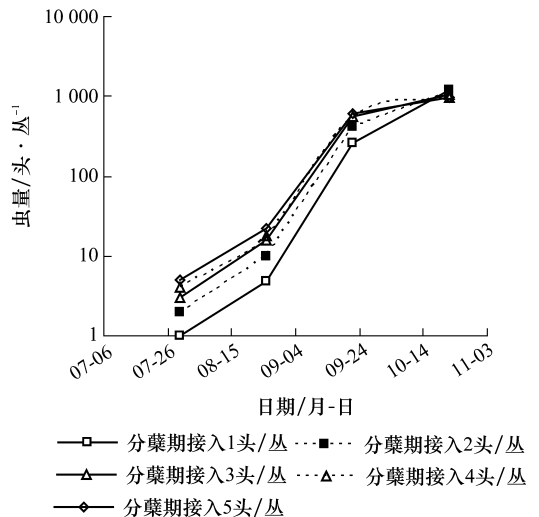


图 1 超级籼粳杂交稻分蘖期接入褐飞虱不同虫量种群消长动态

2.1.2 孕穗期接入褐飞虱的种群增长

孕穗期接入不同虫量褐飞虱的种群变化动态监测结果见图 2。图 2 显示,在田间笼罩状态下,随着孕穗期接入虫量的增加,褐飞虱种群数量发展渐趋增加,随生育期的推进而种群数量渐趋上升。孕穗期(8 月 26—28 日)接虫后 25 d 左右均出现增长拐点,50 d 左右形成快速增长期,60 d 左右到 10 月中下旬达到最高峰。这与分蘖期接虫处理的表现较为一致。

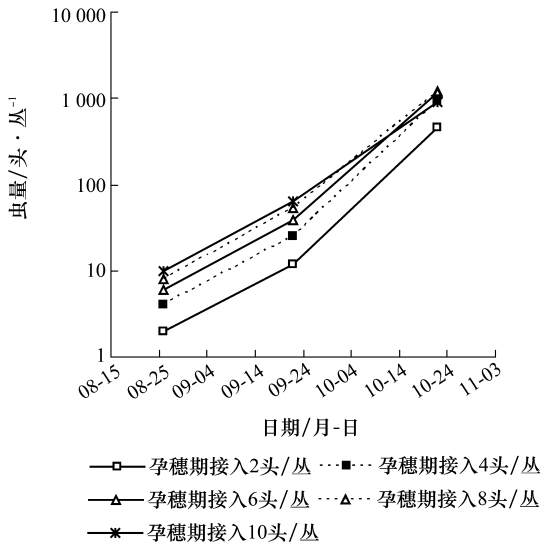


图2 超级籼粳杂交稻孕穗期接入褐飞虱不同虫量种群消长动态

2.1.3 灌浆期接入褐飞虱的种群增长

灌浆期接入不同虫量的褐飞虱种群动态监测结果见图3。图3显示,在田间笼罩状态下,随着灌浆期接入褐飞虱虫量的增加,褐飞虱种群数量发展渐趋增加,随生育期的推进而种群数量渐趋上升,但受食料条件和田间小气候影响,种群总体发展较为平缓,灌浆期(9月22—24日)接虫后基本未出现拐点,30 d左右形成相对高峰。

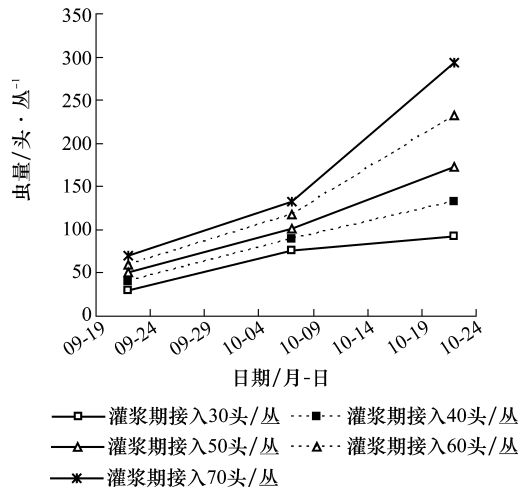


图3 超级籼粳杂交稻灌浆期接入褐飞虱不同虫量种群消长动态

2.2 超级稻褐飞虱虫口密度与产量损失关系测定

2.2.1 分蘖期接入褐飞虱虫量与产量损失关系

分蘖期接入褐飞虱虫量与危害损失率关系测定结果见表1。表1数据显示,经DPS V 3.01中的一元线性回归模型分析^[5],分蘖期接入褐飞虱虫量与产量损失率之间呈显著线性相关关系。其分蘖期褐飞虱虫口密度(X)与产量损失率(Y)关系模型为:

$$Y = 9.08X - 8.3333 \quad (n = 6, R = 0.8425^*) \quad (1)$$

表1 超级稻分蘖期接入褐飞虱虫量与为害损失率关系

处理编号	接入2~3龄若虫数量/头·丛 ⁻¹	实收产量/kg·hm ⁻²	危害损失率/%	差异显著性	
				0.05	0.01
1	1	8 548.4 ± 34.7	2.7 ± 0.2	b	B
2	2	8 416.6 ± 27.8	4.2 ± 0.5	c	C
3	3	8 149.3 ± 11.7	7.2 ± 0.3	d	D
4	4	7 131.0 ± 27.8	18.8 ± 0.5	e	E
5	5	4 104.1 ± 38.4	53.3 ± 0.5	f	F
6(CK)	0	8 785.6 ± 24.8	0	a	A

2.2.2 孕穗期接入褐飞虱虫量与产量损失关系

孕穗期接入褐飞虱虫量与危害损失率关系测定结果见表2。孕穗期接入褐飞虱虫量与产量损失率呈极显著线性相关关系,其孕穗期褐飞虱虫口密度(X)与产量损失率(Y)关系模型为:

$$Y = 3.7414X - 6.0571 \quad (n = 6, R = 0.9008^{**}) \quad (2)$$

2.2.3 灌浆期接入褐飞虱虫量与产量损失关系

灌浆期接入褐飞虱虫量与危害损失率关系测定结果见表3。该生育期褐飞虱接入虫量与产量损失率呈极显著线性相关关系。其灌浆期褐飞虱虫口密度

(X)与产量损失率(Y)关系模型为:

$$Y = 0.122X - 1.0 \quad (n = 6, R = 0.9583^{**}) \quad (3)$$

2.3 防治指标的确定

2.3.1 防治指标模型的建立

经济允许水平是制订经济阈值的重要依据,根据防治得失原理,从经济学观点而言,防治害虫的收益至少等于防治费用。褐飞虱的经济允许损失可用下式来确定:

$$EIL = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 = (IC + HC + MC) F / (P \times E \times Y) \times 100$$

式中:C为防治成本;P为超级稻市场价格;

E 为防治效果; Y 为 667 m^2 产量; F 为效益校正系数; 防治成本 C 由农药费用 IC 、人工费用 HC 、药械

折旧费 MC 等构成。在 EIL 条件下的褐飞虱密度指标 X_T 为褐飞虱的防治指标^[7-8]。

表 2 超级稻孕穗期接入褐飞虱虫量与危害损失率关系

处理 编号	接入 2~3 龄若虫 数量/头·丛 ⁻¹	实收产量/ kg·hm ⁻²	危害损失率 /%	差异显著性	
				0.05	0.01
7	2	8 589.1±17.8	2.2±0.2	b	B
8	4	8 456.9±29.2	3.7±0.1	c	C
9	6	7 899.2±22.6	10.1±0.5	d	D
10	8	7 145.8±15.8	18.7±0.2	e	E
11	10	5 167.6±30.8	41.2±0.2	f	F
12(CK)	0	8 785.3±24.8	0	a	A

表 3 超级稻灌浆期接入褐飞虱虫量与危害损失率关系

处理 编号	接入 2~3 龄若虫 数量/头·丛 ⁻¹	实收产量/ kg·hm ⁻²	危害损失率 /%	差异显著性	
				0.05	0.01
13	30	8 622.0±9.4	1.8±0.3	b	B
14	40	8 521.4±26.4	3.0±0.2	c	C
15	50	8 386.6±14.3	4.5±0.1	d	D
16	60	8 209.5±9.8	6.6±0.2	e	E
17	70	8 032.7±14.3	8.6±0.1	f	F
18(CK)	0	8 785.3±24.8	0	a	A

根据危害损失模型(1),分蘖期 X_T 必须满足:

$9.08X - 8.3333 = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100$
经方程变换,得出分蘖期防治指标模型为:

$9.08X = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 8.3333$
得:

$$X_T = [(C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 8.3333] / 9.08 \quad (4)$$

根据危害损失模型(2),孕穗期 X_T 必须满足:

$3.7414X - 6.0571 = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100$
经方程变换,得出孕穗期防治指标模型为:

$3.7414X = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 6.0571$
得:

$$X_T = [(C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 6.0571] / 3.7414 \quad (5)$$

根据危害损失模型(3),灌浆期 X_T 必须满足:

$0.122X - 1.0 = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100$
经方程变换,得出灌浆期防治指标模型为:

$0.122X = (C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 1.0$
得:

$$X_T = [(C \times F) / (P \times E \times Y) \times 100 + 1.0] / 0.122 \quad (6)$$

2.3.2 防治指标的拟定

根据当前生产水平、市场价格和防治成本,一般超级稻甬优 6 号每 667 m^2 产量 560.0 kg 、稻谷价格市场售价为 2.04 元/kg ;每 667 m^2 用 25%噻嗪酮

50 g 加 40%毒死蜱 80 mL ,分蘖期开始需防治 3 次,孕穗期开始需防治 2 次,灌浆期开始仅防治 1 次,其防治效果为 90%左右;每 1000 g 25%噻嗪酮价格为 28 元,每 1000 mL 40%毒死蜱价格为 60 元,每 667 m^2 每次的防治人工费为 10.0 元、机械折旧为 0.5 元及无效防治费用为 0.3 元,因此分蘖期、孕穗期、灌浆期每 667 m^2 防治的防治费用分别是 $(IC + HC + MC) = (6.2 + 10.0 + 0.8) \times 3 = 51 \text{ 元}$ 、 $(IC + HC + MC) = (6.2 + 10.0 + 0.8) \times 2 = 34 \text{ 元}$ 、 $(IC + HC + MC) = (6.2 + 10.0 + 0.8) = 17 \text{ 元}$ 。从经济学、生态学和社会效益综合考虑,以高于防治费用的 1 倍为原则,取 $F=2$ 。故超级稻各生育期褐飞虱防治指标拟定如下:

代入模型(4),得超级稻分蘖期褐飞虱的防治指标为:

$$X_T = [(51 \times 2) / (2.04 \times 0.90 \times 560) \times 100 + 8.3333] / 9.08 = 2.01 \approx 2.0(\text{头/丛});$$

代入模型(5),得超级稻孕穗期褐飞虱的防治指标为:

$$X_T = [(34 \times 2) / (2.04 \times 0.90 \times 560) \times 100 + 6.0571] / 3.7414 = 3.39 \approx 3.0(\text{头/丛});$$

代入模型(6),得超级稻灌浆期褐飞虱的防治指标为:

$$X_T = [(17 \times 2) / (2.04 \times 0.90 \times 560) \times 100 + 1.0] / 0.122 = 35.30 \approx 35.0(\text{头/丛})。$$

3 小结与讨论

田间试验结果表明,超级稻褐飞虱种群具有高繁殖能力,其种群增长速率基本一致,种群发展表现为中间快、两头慢的特点,主要原因在于褐飞虱繁殖速率与其食料、田间小气候等因子有密切关系,随着田间植株营养与小气候的起伏变化种群增长速率呈现曲线消长,形成高繁殖高致害特征。

田间试验结果表明,超级稻分蘖期、孕穗期、灌浆期褐飞虱虫量与其产量损失率呈显著或极显著线性相关关系,并创建了褐飞虱虫量与产量损失率关系数学模型,从而制定了褐飞虱各生育期防治指标模型。

根据田间试验结果,从经济学、生态学和社会效益综合考虑,拟定超级稻分蘖期、孕穗期、灌浆期褐飞虱防治指标分别为 2~3 龄若虫 2.0、3.0、35.0 头/丛,与原双季稻作条件下的浙江省太湖稻区褐飞虱药剂防治标准(褐飞虱主害代前代高龄若虫或成虫少量出现时 1~2 头/丛、主害代孕穗期 5 头/丛、齐穗灌浆期 8 头/丛)^[8]相比,超级稻前中期差别不大,

(上接 105 页)

8 d 存活为抗性鼠。本研究测定东方田鼠对溴敌隆的敏感性本底水平,国内尚未见有关报道,这可为今后进行东方田鼠对溴敌隆灭鼠剂的抗药性监测以及建立第 2 代抗凝血灭鼠剂的抗药性标准提供参数。本试验的开展还能为今后控制和防治洞庭湖区东方田鼠大规模暴发提供科学指导。

参考文献

- [1] 王勇,王克林,张美文,等. 洞庭湖区农业生产格局及措施对农田害鼠种群数量的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(1):148-151.
- [2] 陈安国,郭聪,王勇,等. 洞庭湖区东方田鼠种群特性和成灾原因研究[M]//中国兽类生物学研究. 北京:中国林业出版社,1995:31-38.
- [3] 李波,张美文,王勇,等. 东方田鼠首次在城市为害调查[J]. 中国人兽共患病杂志,2005,21(5):437-439.
- [4] 张美文. 洞庭湖区退田还湖工程对小型兽类群落的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2006.
- [5] 张美文,李波,王勇. 洞庭湖区东方田鼠 2007 年暴发成灾的原因剖析[J]. 农业现代化研究,2007,28(5):601-605.

但中后期防治指标放宽较为突出,特别是齐穗灌浆期应大大放宽药治指标,这对改善稻田生态和农药减量控害增效具有重要意义。

参考文献

- [1] 程式华. 中国超级稻育种研究的创新与发展[J]. 沈阳农业大学学报,2007,38(5):647-651.
- [2] 李大文,陈睿,赵益福,等. 超级稻甬优 6 号高产栽培技术[J]. 中国农技推广,2007,23(2):25-26.
- [3] 李学骥. 农业昆虫学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1982:115-138.
- [4] 林正文. 中国水稻病虫害综合防治策略与技术[M]. 北京:农业出版社,1991:29-42,114-137.
- [5] 马育华. 田间试验和统计方法[M]. 北京:农业出版社,1987:91-123,200-233.
- [6] 首章北,龚慧青. 稻飞虱为害损失率测定的研究[J]. 昆虫知识,1985,22(6):241-246.
- [7] 汪恩国. 灰飞虱种群数量变动规律与模型测报技术研究[J]. 植物保护,2007(3):102-107.
- [8] 张左生. 粮油作物病虫害鼠害预测预报[M]. 上海:上海科学技术出版社,1994:174-192,277-292.
- [6] 李波,王勇,张美文,等. 洞庭湖区东方田鼠种群数量预警[J]. 植物保护,2007,33(2):134-136.
- [7] 董天义. 抗凝血灭鼠剂应用研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001:1-46.
- [8] 董天义,阎丙申. 3 种新抗凝血剂毒饵防制家栖鼠实验室效果评价[J]. 医学动物防制,2004,20(6):333-337.
- [9] 陈剑,张美文,黄华南,等. 东方田鼠对杀鼠灵的敏感性测定[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2008,19(2):87-89.
- [10] Lund M. Rodent resistance to the anticoagulant rodenticides, with particular reference to Denmark[J]. Bull World Health Organ,1972,47(5):611-618.
- [11] SPSS Inc. SPSS 10.0 for windows[M]. SPSS Inc. USA. 1999.
- [12] 鼠类抗药性监测协作组. 家栖鼠对抗凝血灭鼠剂抗药性检验方法[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,1991,2(5):339-340.
- [13] Misenheimer T M, Lund M, Baker E M, et al. Biochemical basis of warfarin and bromadiolone resistance in the house mouse *Mus musculus domesticus* [J]. Biochem Pharmacol, 1994,47(4):673-678.
- [14] 姚丹丹,梁练,胡杰,等. 湛江地区黄毛鼠对溴敌隆的敏感性研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志,2008,19(1):1-3.