

连作晚稻前期施药种类和时间对褐飞虱种群动态的影响

程家安 祝增荣 娄永根 (浙江农业大学应用昆虫学研究所, 杭州 310029)

The Effects of Timing and Insecticides Applied at Early Stage of Second Rice Cropping Season on Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) Population Development

CHENG Jia'an, ZHU Zengrong, LOU Yonggen

(Institute of the Applied Entomology, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Abstract: Field experiments on population development were carried out in northern Zhejiang, China. The results showed that brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stal), populations in various treatment plots were decreased in a range after insecticide application. The control efficacies for peak size, however, were closely related to the insecticides used and the timing, and the efficacies declined with population progressing. The population growth rates in sprayed plots were significantly higher than those in unsprayed plots, which were resulted from the side-effects of insecticides on natural enemies, especially the microspiders and mirids, and reduction of density-dependence effects. The main period causing increase of BPH population growth rate was from peak time of nymph plus adult of first generation after immigration, to peak time of egg of second generation after immigration, i. e. within 2 to 3 weeks after spraying. BPH resurged in triazophs treated plots. The possible approaches to improve chemical control of BPH were also discussed.

Key words: *Nilaparvata lugens*; population development; resurgence; second rice crop season

摘要: 田间试验研究了连晚前期施药种类和时间对褐飞虱种群动态的影响。结果表明施药后褐飞虱种群数量均有不同程度下降,但对褐飞虱主害代的控制作用与使用的农药种类和时间有密切的关系,而农药对褐飞虱的控制作用随种群的发展而下降。施药区褐飞虱种群增长倍数较对照区显著提高,其主要原因是农药对天敌尤其是对微蛛和黑肩绿盲蝽的杀伤作用。引起褐飞虱种群增长倍数提高的主要时期在四代成、若虫高峰期至五代卵高峰期,即施药后2~3周内。在各种供试药剂中,施用三唑磷的小区明显出现再增猖獗现象。根据以上结果,讨论了改善褐飞虱化学防治的途径。

关键词: 褐飞虱;连作晚稻;种群增长;再增猖獗

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stal)为亚洲稻区的重要害虫。在浙江北部稻区,自南方迁入的长翅成虫是其初始虫源。由于当地主要种植感性粳稻品种,栽植密度高,施肥量大,褐飞虱种群增长速率较高。在大暴发年份,常因失时防治而引起大面积枯秆倒伏,造成严重损失。因此,在生产上常推荐采用“治上控下”的防治策略,即防治主害代的前一代,压低基数,避免危

害。在一些地区,亦有提倡在晚稻前期防治螟虫时兼治褐飞虱^[2,3]。然而,东南亚国家的调查和试验表明,不适当地施用农药常因杀伤天敌,减少密度制约和刺激繁殖而引起褐飞虱再增猖

1994年5月9日收到。Received May 9, 1994

注:本研究为浙江省自然科学基金和FAO国家间IPM-RICE及农业部项目内容之一。

猴^[5,6]。印度尼西亚的工作也证实了减少农药使用可减少褐飞虱的暴发^[4]。

为此,我们在浙北双季稻区比较研究了连晚前期施用的药剂种类和时间对褐飞虱种群动态的影响,并提出改善褐飞虱防治技术的途径。

1 研究方法

1.1 试验区设置

试验在浙江褐飞虱常发区嘉兴和萧山进行。当地种植双季稻,褐飞虱主要危害连作晚稻。通常,连晚在7月下旬至8月上旬移栽,长翅成虫于移栽后即陆续迁入,并可繁殖两代,习惯称为第四代与第五代。第五代是主要危害世代,高峰一般在9月下旬前后。

不同药剂防治试验在五块田中进行,每块田分为三个小区,每区面积为200~350 m²。各区的处理分别为整个生长期不施用任何杀虫剂的对照区(A);在水稻生长前期防治螟虫时施

用一次杀虫剂,而后一般不再施用杀虫剂的处理区(B);按当地农民习惯施药,前期治螟虫时和后期治褐飞虱时各施一次杀虫剂的常规区(C)。各区所用的药剂和时间(见表1)也按当地农民习惯。所有小区均分别施用井冈霉素和三环唑防治纹枯病和稻瘟病等病害,其余管理措施相同。

不同施药时间对褐飞虱主害代的控制作用试验在三块田中进行,每块田分别设移栽后20、25、30、35、40 d 每公顷施用25%速灭威1500 g及不用药等6个区,每区面积150 m²左右。

1.2 调查方法

1.2.1 虫口密度 不同药剂防治试验采用盆拍法调查褐飞虱成、若虫,以及微蛛、狼蛛、总蜘蛛和黑肩绿蝽等天敌的数量。每5~10 d调查一次,每次查25~50个点,每点1~2丛稻。同时,每区10点,每点取0.5丛稻,解剖卵量及寄

表1 试验田和小区基本情况

Table 1. The basic information for all the fields and experimental plots

田块号 Plot no.	地点 Site ¹⁾	品种 Variety	移栽期 Trans-planting date (M/D)	第一次施药 First spray ²⁾		第二次施药 Second spray ²⁾	
				日期(月/日) Spray date (M/D)	杀虫剂 Insecticide [ml(g)/ha]	日期(月/日) Spray date (M/D)	杀虫剂 Insecticide [ml(g)/ha]
1	A	XS 8524	7/24		CK		
	B			8/20	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20		
	C			8/20	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20	9/23	扑虱灵 Buprof 375 g
2	A	XS 8524	7/26		CK		
	B			8/18	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20	9/16	Decis 180
	C			8/18	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20	9/19	扑虱灵 Buprof 375 g
3	A	XS B1067	7/24		CK		
	B			8/14	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20		
	C			8/14	甲胺磷 Methami 1125+Decis 20	9/23	扑虱灵 Buprof 375 g
4	A	JX XS04	8/2		CK		
	B			8/20	三唑磷 Triazophos 500		
	C			8/24	杀虫双 SCS 3000+敌百虫 Trichl 1500	9/24	扑虱灵 Buprof 375 g
5	A	JX B861	7/31		CK		
	B			8/20	三唑磷 Triazophos 500		
	C			8/24	杀虫双 SCS 3000+扑虱灵 Buprof 375g		

¹⁾XS—浙江萧山, Xiaoshan, Zhejiang; JX—浙江嘉兴 Jiaying, Zhejiang; XS04—秀水 04(Xiushui 04).

²⁾Methami—Methamidophos, Buprof—Buprofezin, Trichl—Trichlorphon.

生情况。不同施药时间试验仅查褐飞虱成、若虫数量。

1.2.2 产量测定 仅对不同药剂防治试验区测产。每区5点取样,每点100丛,考种并测产。所得数据用SYSTAT软件,在IBM微机上进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 连晚前期不同药剂防治对褐飞虱及其主要天敌的影响

五块田各区前期施药后3~5d,四代成、若虫高峰期,五代卵高峰期,五代成、若虫高峰期的虫口(卵)密度,狼蛛、微蛛、总蜘蛛和黑肩绿盲蝽高峰期密度,以及虫口减退率,蛛虱比和五代卵盛期平均卵寄生率列于表2、3。具代表性的4号田的褐飞虱及其主要天敌的种群动态见图

1. 结果如下:

1)各防治区在施药后褐飞虱种群数量均有不同程度下降,平均防效为60.69%±8.25%。然而,控制作用随褐飞虱种群的发展而下降,至五代成、若虫高峰期,平均防效仅为-6.57%±24.99%,即对主害代无实际控制作用。各防治区间防效的差异亦随种群的发展而增大。这种控制作用的差异与使用的药剂种类有密切关系。施用扑虱灵的小区,施药后至五代成、若虫高峰期一直保持较高防效。但施用三唑磷的小区,施药后的防效最低,仅为30.32%和16.13%,至五代成、若虫高峰时,已出现再增猖獗现象,施药区虫口密度较对照区增长了一倍左右。

2)各区不同时期虫口(卵)密度的相关分析表明,五代成、若虫高峰期虫口密度与四代成、若虫高峰期虫口密度($r=0.900$, $P<0.001$)和

表2 不同处理各时期褐飞虱虫口和蜘蛛数量的比较

Table 2. The comparison of peak BPH nymph, egg and spider densities among different insecticide treatments

田块号 Plot no.	施药日期 Spray time (移栽后 天数) (DAT)	药后虫量 No. of BPH after spray		四代高峰虫量 Nymph+adult peak of G4		五代卵量 Egg peak of G5		五代高峰虫量 Nymph+adult peak of G5		总蛛量 Total peak spider 密度 Den ¹⁾	蛛虱比 Spider/BPH ratio
		密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced%	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced%	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced%	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced%		
1A		280	0.00	318		5200		986		306	3.29
1B	27	146	47.80	84	73.58	2280	56.15	532	46.04	148	3.59
1C	27	138	50.71	58	81.76	2240	56.92	492	50.10	136	3.62
2A		214	0.00	274		2320		1018		336	3.03
2B	23	74	65.42	216	21.17	1880	18.97	788	22.59	212	3.72
2C	23	40	81.31	124	54.74	1440	37.93	660	35.17	160	4.13
3A		224	0.00	250		6800		963		278	3.46
3B	21	16	92.86	174	30.40	5680	-16.47	1110	-15.26	146	7.60
3C	21	14	93.75	160	36.00	6800	0.00	902	6.33	140	6.44
4A		43	0.00	86		2840		206		80	2.58
4B	18	30	30.32	78	2.50	5420	-90.85	568	-175.73	34	16.71
4C	22	21	51.16	34	60.47	2140	21.13	298	-44.66	44	6.77
5A		31	0.00	116		3100		1136		158	7.19
5B	21	26	16.13	144	-24.14	4540	-46.45	2130	-87.50	98	21.73
5C	25	7	77.42	2	98.28	100	96.77	32	97.18	10	3.20
平均 Mean			60.69		43.48		13.41		-6.57		
标准误 SE			8.25		11.91		17.28		24.99		
CV			42.99		86.62		407.49		1202.82		

¹⁾Den:密度(百丛数量) Density, numbers per 100 hills.

表3 施药后半月内不同处理的主要天敌平均密度的比较

Table 3. The comparison of mean densities of main natural enemies during the half month after insecticide application among various treatments

田块号 Plot no.	狼蛛 Wolf Spider		微蛛 Microspider		总蜘蛛 Total spider		黑肩绿盲蝽 Mirid		卵寄生率 Egg parasitism (%)
	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced %	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced %	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced %	密度 Den ¹⁾	减退率 Reduced %	
	1A	44		320		600		142	
1B	12	72.73	116	63.75	176	70.67	90	36.62	5.56
1C	8	81.82	116	63.75	152	74.67	70	50.70	39.32
2A	60		278		684		184		9.91
2B	14	76.67	124	55.40	284	58.48	226	-22.83	10.00
2C	46	23.33	148	46.76	390	42.98	120	34.78	36.99
3A	54		340		624		140		4.22
3B	2	96.30	174	48.82	228	63.46	48	65.71	12.20
3C	16	70.37	130	61.76	1888	69.87	38	72.86	6.94
4A	42		122		194		9		22.18
4B	29	30.95	38	68.85	79	59.28	6	33.33	29.80
4C	18	57.14	44	63.93	78	59.79	4	55.55	41.38
5A	02		185		328		16		34.88
5B	43	57.84	163	11.89	233	28.96	6	62.50	30.56
5C	48	52.94	55	70.27	155	52.74	1	93.75	72.09
平均 mean		62.00		54.60		57.90		48.30	
标准误 SE		7.11		5.69		4.62		9.91	

¹⁾Den: 密度(百丛数量) Density, number per 100 hills.

表4 不同处理的褐飞虱种群增长率比较

Table 4. The comparison of growth rates of BPH among various insecticide treatments

田块号 Plot no.	五代卵量/四代高峰虫量 G5 egg/G4 peak		五代高峰/五代卵量 G5 peak/G5 egg		五代高峰/四代高峰虫量 ¹⁾ G5 peak/G4 peak ¹⁾	
	比值 Ratio	为对照的倍数 Times as CK	%	为对照的倍数 Times as CK	比值 Ratio	为对照的倍数 Times as CK
	1A	16.35		18.96		3.11
1B	27.14	1.66	23.33	1.23	6.33	2.04
1C	38.62	2.36	21.96	1.16	8.48	2.73
2A	8.47		43.88		3.72	
2B	8.70	1.03	41.91	0.96	3.65	0.98
2C	11.61	1.37	45.83	1.04	5.32	1.43
3A	27.20		14.16		3.85	
3B	32.64	1.20	19.54	1.38	6.38	1.66
3C	39.02	1.43	14.46	1.02	5.64	1.46
4A	33.02		7.25		2.40	
4B	69.49	2.10	10.48	1.45	7.28	3.03
4C	62.94	1.91	13.93	1.92	8.76	3.65
5A	26.72		36.65		9.79	
5B	31.53	1.18	46.92	1.28	4.79	1.51
5C	50.00	2.25	32.00	0.87	6.00	1.63
平均 Mean		1.65		1.23		2.01
标准误 SE		0.15		0.10		0.27
t		4.33**		2.18		3.74**

**表示此平均值极显著大于1(t检验) Indicates that the mean is significantly more than 1(t-test).

¹⁾高峰虫量为成虫+若虫 Peak density of adult+nymph.

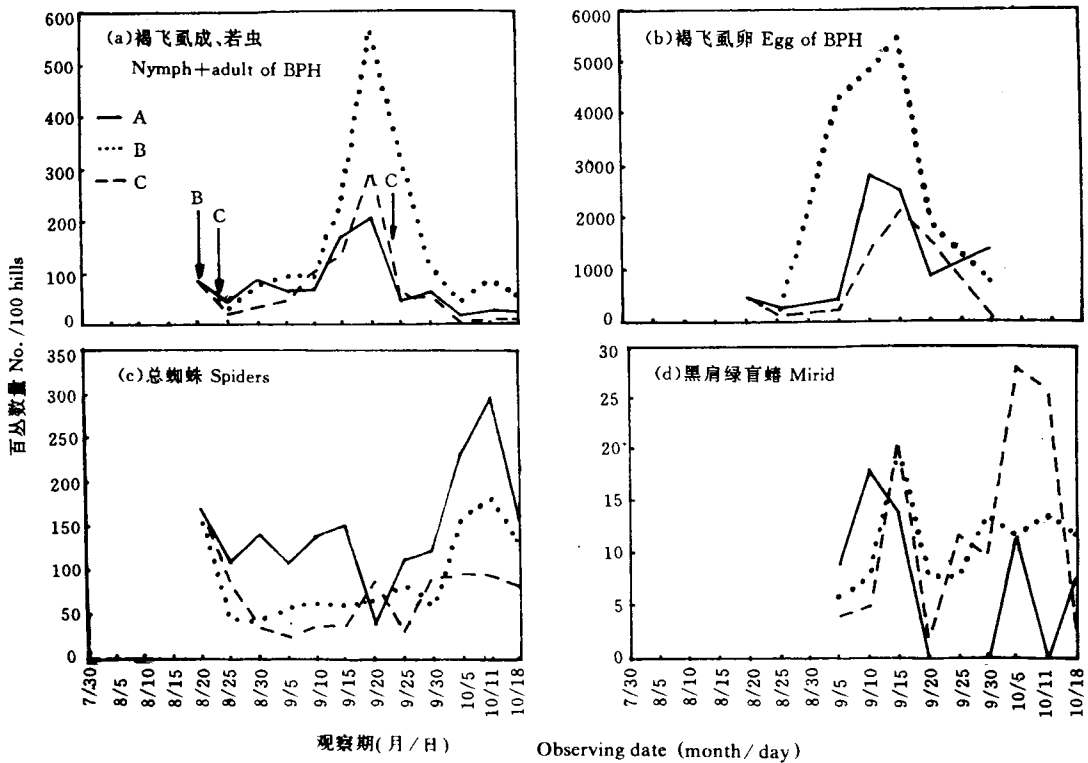


图1 褐飞虱及其主要天敌种群在A、B、C三小区的数量动态(4号田,浙江嘉兴)
(带字母箭头表示该田施药时间,详见正文)

Fig. 1. Brown planthopper and its predators population dynamics in plots A, B and C of Field 4, Jiaying, Zhejiang. Arrows with the letters B and C indicate the spraying time in the plots (details in the text)

五代卵高峰密度($r=0.848, P<0.001$)极显著相关,而与防治后3~5d的虫口密度无密切关系($r=0.380, P=0.162$)。同样,五代成、若虫高峰期虫口减退率与前期施药后的防效无显著相关关系($r=0.579, P>0.05$),而与四代成、若虫高峰期的虫口减退率极显著相关($r=-0.785, P<0.01$)。

3)各防治区四代成、若虫高峰至五代成、若虫高峰的增长倍数极显著地高于对照区,防治区种群增长倍数平均为对照区的 2.01 ± 0.27 倍($t=3.74 > t_{0.01(9)} = 3.25$)。若将四代至五代的种群发展过程分为两个阶段,即四代成、若虫高峰至五代卵高峰和五代卵高峰至五代成、若虫高峰,则前一阶段防治区的增长倍数平均为对照区的 1.65 ± 0.15 倍,防治区极显著地高于对照区($t=4.33 > t_{0.01(9)} = 3.25$),而在后一阶

段,防治区的增长倍数平均为对照的 1.23 ± 0.10 倍,差异不显著($t=2.18 < t_{0.05(9)} = 2.26$) (表4)。同时,各区四代成、若虫高峰至五代卵高峰的种群增长倍数(Y)与该区四代成虫高峰数量(X)极显著相关($Y=55.42-1.03X, r=0.701, P<0.01$)。

4)各防治区的狼蛛、微蛛、总蜘蛛和黑肩绿盲蝽等天敌的种群数量均有明显下降,防治区施药后三周连续四次调查的各种天敌累计蛛(虫口)量比对照区减少一半左右(表3)。除前期施用扑虱灵的小区外,各防治区的蛛虱比均较对照区高。两个出现再增猖獗的小区(4B,5B)的蛛虱比分别达到16.71和21.73。相关分析表明,四代成、若虫高峰至五代卵高峰的种群增长倍数与防治后三周四次调查的累计微蛛、总蜘蛛和黑肩绿盲蝽数量极显著负相关(相关系数

表5 不同时间施药对主害代控制作用的比较

Table 5. The effect of the timing of insecticide application on peak density of brown planthopper population

施药时间 Spraying time (移栽后天数) (Days after transplanting)	24 小时后虫口减退率 Reduction rate in 24 hours after spraying (平均值±标准误) ($\bar{X} \pm sd$)	五代高峰虫口减退率 Reduction rate of peak size of G5 (平均值±标准误) ($\bar{X} \pm sd$)
20	87.87±2.31 a	61.87±1.17 bc B
25	84.73±3.29 ab	75.89±3.52 ab A B
30	80.03±1.25 ab	82.83±2.81 a A
35	79.73±4.61 ab	69.20±4.13 b A B
40	73.00±1.61 b	51.37±3.55 c B

r 分别为-0.6622, -0.7193, -0.7802, $P < 0.01$), 而与狼蛛数量关系不显著($r = -0.2498$, $P > 0.05$)。

5) 各田块的防治区与对照区产量无显著差异($F = 1.122$, $P = 0.332$)。

2.2 晚稻前期施药时间与对五代控制作用的关系

从连晚移栽后 20 d 起, 分区每 5 d 施一次速灭威, 施药后 24 h 和五代若虫高峰期查虫口密度, 计算虫口减退率。经统计分析表明, 施药后 24 h 的虫口减退率随施药时间的推迟有所下降, 不同施药时间的防效有显著差异($F = 3.834$, $P = 0.034$), 移栽后 20d 施药的防效为 87.87%±4.00%, 显著高于移栽后 40d 的 73.00%±2.79%。不同时间施药对五代高峰虫量的控制作用有极显著差异($F = 18.832$, $P < 0.001$), 但以移栽后 30 d 施药的控制作用较高, 达 82.83%±4.86%, 极显著高于移栽后 20 d 和 40 d 施药的, 也显著地高于移栽后 35 d 施药的(表 5)。

不同药剂试验中亦有同样情况, 在施用甲胺磷的三块田中, 施药后的虫口减退率随施药时间推迟而下降, 而五代成、若虫高峰期的虫口减退率则是施药时间距移栽后 30 d 越近的越高(表 5)。相关分析表明, 连晚前期施药对四代和五代成、若虫高峰虫量的控制作用与施药时间极显著相关, 相关系数分别为 0.771 和 0.827。

3 讨 论

试验表明连晚前期施用农药对褐飞虱主害代的控制作用有很大差异, 防效高的可达 97.18%, 而差的其虫口密度为对照区的两倍左右, 引起了再增猖獗。这主要是由于前期施用农药对于褐飞虱种群的发展有两种截然不同的作用, 即可压低主害代前一代的种群基数, 抑制褐飞虱种群的发展; 但也可使种群增长倍数提高, 促进褐飞虱种群的发展。通常, 前期施药对褐飞虱的实际控制作用常是这两种截然不同作用相互平衡的结果, 若控制作用大于促进作用, 则褐飞虱种群数量下降, 前期施药可取得一定防效; 若促进作用大于控制作用, 则褐飞虱种群数量反而上升。因此, 明确影响前期施药控制作用和促进作用高低的原因, 对于改善褐飞虱药剂防治有重要意义。

从试验结果看, 连晚前期施药对主害代前一代(四代)高峰虫量的控制作用与药剂种类有密切关系, 如施用三唑磷的防效明显低于其他药剂。同时, 这一控制作用与施药时间显著相关, 这与以往的田间试验结果一致。Cheng 等(1990)利用模拟模型研究分析表明施药时间对褐飞虱控制作用的影响, 与褐飞虱种群的发生特点有密切关系。连晚稻田褐飞虱的主要虫源是移栽迁入的长翅型成虫, 通常晚稻移栽后, 长翅型成虫即迁入, 至移栽后 30 d 左右正好是植

株中带卵最少的时期,对于无杀卵作用的杀虫剂,尤其是残效短的药剂,此时施药如能有效防治成、若虫,则残留的卵最少,从而有效地控制了种群的发展。如施药时间过早或过迟,在植株中已产入大量卵时施药,即使将成、若虫全部消灭,植株中的卵陆续孵化后,种群数量仍将迅速上升,致使防治后的药效和对高峰期虫量的实际控制作用出现较大差异。然而,在生产上常习惯以治后数天的虫口减退率表示防治效果,并据此来评价对褐飞虱的控制作用而得出不正确的结论。因此,在评价前期施药对主害代的控制作用时,应采用治后四代高峰虫量实际减退率,而不是治后数天的虫口数量减退率。为了便于区分这两种防效,我们把前者称为实际防效,后者称为表观防效。

一般认为,施用农药后可通过减少种内竞争、杀伤天敌和刺激产卵而引起种群增长倍数明显增加^[9]。本试验的结果亦与此基本一致。值得重视的是尽管与热带稻区相比,温带和亚热带稻区的天敌种群数量和控制作用较低,把天敌控制作用作为常数亦能较正确地预测褐飞虱的种群动态,但天敌对褐飞虱种群也有较大的控制作用,在人为排除天敌的条件下,褐飞虱种群增长率可提高到原来的2倍^[1,3]。所以,保护和发挥自然天敌对褐飞虱的控制作用仍然应是亚热带和温带稻区的一个重要环节。

为了避免褐飞虱的再增猖獗,有效地控制其为害,在制订稻田病虫综合治理计划时有必要严格控制晚稻前期施用化学农药,尤其是三

唑磷等能引起再增猖獗的药剂。在浙北地区,连晚防治螟虫的适期在8月中旬前后,即在连晚移栽后2~3周左右,此时施药并不能得到较高的控制褐飞虱的实际防效。因此,不仅不能提倡通过治螟来兼治褐飞虱,还应尽量减少在这一时期用药。在褐飞虱大暴发,必须采用“治前控后”策略时,则应尽量选择扑虱灵等选择性农药,适时防治,提高其对主害代高峰虫量的实际控制作用。

4 参考文献

- 1 高春先,顾秀慧,贝亚维等.褐飞虱再增猖獗原因的探讨.生态学报,1988,8(2):155~163
- 2 程家安,嘉兴地区农科所病虫观测站等.晚稻褐飞虱的药剂防治策略.农业科技通讯,1979,(8):34~35
- 3 Cheng Jia'an, J Holt. A systems analysis approach to brown planthopper control on rice in Zhejiang Province, China. I. Simulation of outbreaks. *J Appl Ecol*, 1990, 27: 85~99
- 4 Gallagher K D, P E Kenmore, K Sogawa. Judicial use of insecticides deter planthopper outbreaks and extend the life of resistant varieties in Southeast Asian rice. In: R F Denno, T J Perfect eds, *Planthoppers: their ecology and management*. 1993, 599~614
- 5 Heinrichs E A. Impact of insecticides on the resistance and resurgence of rice planthoppers. In: R F Denno, T J Perfect eds. *Planthoppers: their ecology and management*. 1993, 571~598
- 6 Reissig W H, F A Heinrichs, S L Valencia. Insecticide-induced resurgence of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* on rice varieties with different levels of resistance. *Environ Entomol*, 1982, 11: 165~168