

杀虫剂对褐稻虱种群控制作用的评价

庞雄飞 黄凤宽*

(昆虫生态研究室)

摘要 本文应用干扰作用控制指数分析不同类型杀虫剂对褐稻虱的作用。褐稻虱繁殖力强,天敌作用明显。试验结果说明,广谱性杀虫剂啶硫磷,由于对天敌作用的明显干扰,干扰作用控制指数值达 2.69 倍,即其下代数量将为对照的 2.69 倍;特异性杀虫剂扑虱灵,对褐稻虱的作用明显,对其天敌比较安全,其干扰作用控制指数值为 0.37,即其下代数量明显下降,收到良好效果。干扰作用控制指数表达了杀虫剂对害虫种群的控制作用、包括对天敌干扰作用的总体效果。特异性杀虫剂在解决有害生物协调管理将会起着良好的作用。

关键词 褐稻虱; 杀虫剂; 控制指数

杀虫剂对害虫种群的控制作用包括两个主要方面。一是直接杀死害虫,这是杀虫剂的主效应;一是杀死害虫的天敌,从而对种群的数量发展趋势产生影响,这是杀虫剂作用的副效应。广谱性杀虫剂的主效应和副效应同样是相当明显的。对于天敌起重要作用的害虫种群,大面积应用广谱性杀虫剂,杀死天敌的比率相对较多,杀死害虫的比率相对较少,天敌作用下降,反而造成这类害虫种群数量增长的有利条件。褐稻虱的繁殖力强,天敌作用明显。应用于防治褐稻虱的杀虫剂可大别为 3 个类型,除广谱性杀虫剂和选择性杀虫剂外,还出现了特异性(高度选择性)杀虫剂。本文选用这 3 类杀虫剂——啶硫磷、叶蝉散和噻嗪酮作为代表,应用于干扰作用控制指数^[1,2],对褐稻虱作用的主效应和副效应总体进行量化评价。

1 材料和方法

试验在广东省海陵岛于 1987 年 10~11 月直接在稻田内分区进行。选用的杀虫剂有广谱性的啶硫磷(Quinaphos, 25%乳油, SANDOZ 公司生产,使用浓度 833 ppm)、选择性的叶蝉散(MIPC, 20%乳油, 江门农药厂生产,使用浓度 400 ppm)、昆虫生长发育抑制剂噻嗪酮(“扑虱灵”, Buproferin, “Applaud”, 日本 NIHON NOHYAKU 公司生产,使用浓度 117 ppm)。在对照区和不同施药区内的害虫及主要天敌的数量动态已有较详细的报导^[4]。本文着重应用干扰作用控制指数^[1,2]对不同类型杀虫剂的实际效果进行量化分析。

1.1 褐稻虱自然生命表的组建

自当代盛卵期始,每 4 天调查 1 次,连续调查 8 次,分别记录卵、1~2 龄若虫、3~4 龄若虫及成虫密度,按照庞雄飞等^[3]的方法组建生命表。试区内栽培的水稻为“秋桂矮”。褐稻虱在该品种上的产卵前历期 4.5 天,产卵最高峰日为羽化后的第 8 天。成虫逐日产卵概

* 现在广西农科院工作
1991-03-08 收稿

率与逐日存活率组合计算下代卵量概率^[1]。成虫逐日存活率愈低,其后代卵量下降愈明显。不同试区的褐稻虱种群生命表见表1。种群数量发展趋势指数方程如下(方程1,代号见表1)。

$$I = S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 F P_1 P_2 \sum [P_n (S_{\infty})^n] \dots\dots\dots (1)$$

1.2 干扰作用控制指数 (Interference Index of Population Control, IIPC)^[1,2]

杀虫剂于1~2龄若虫期施用,直接对1~2龄若虫起作用,除此以外,如果杀虫剂对天敌起作用,必然对其后的虫期数量的发展趋势进行干扰,从而使种群数量发展趋势指数从原来的I改变为I'。施药区的种群数量发展趋势指数方程为(方程2):

$$I' = S_1 S_2 S_3 S_4' S_5' S_6' F P_1 P_2 \sum [P_n (S_{\infty})^n] \dots\dots\dots (2)$$

杀虫剂的干扰作用控制指数(IIPC)按下面的方程(方程3)计算:

$$IIPC = \frac{I'}{I} = \frac{S_1 S_2 S_3 S_4' S_5' S_6' F P_1 P_2 \sum [P_n (S_{\infty})^n]}{S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 F P_1 P_2 \sum [P_n (S_{\infty})^n]} \dots\dots\dots (3)$$

本文将以干扰作用控制指数评价不同类型杀虫剂对褐稻虱种群数量发展趋势的实际效果。

2 试验结果及分析

对照区、噻嗪酮区、叶蝉散区和啶硫磷区设置于相互独立的稻田内进行。试区面积约0.8亩,设两个重复。水稻品种为“秋桂矮”,插植期及生势基本一致,同时施药。不同试区内组建的褐稻虱自然种群生命表计算结果列表(表1)如下。

表1 不同施药区褐稻虱种群生命表 (据黄凤宽等(1989)资料重新整理)

虫 期	致 死 因 子		各 期 存 活 率			
			对照区	噻嗪酮区	叶蝉散区	啶硫磷区
卵	捕食	S ₁	0.974 3	0.962 4	0.957 2	0.960 4
	寄生	S ₂	0.901 1	0.854 6	0.810 3	0.850 4
	不孵	S ₃	0.947 2	0.939 1	0.939 5	0.950 8
1~2龄若虫	捕食及抗性(施药)	S ₄	0.413 9	0.199 1	0.254 4	0.331 7
3~4龄若虫	捕食及抗性	S ₅	0.400 3	0.484 4	0.509 5	0.554 3
	寄生	S ₆	0.977 9	0.974 6	0.991 1	0.989 5
成虫	标准卵量	F	1 000	1 000	1 000	1 000
	达标准卵量概率	P ₁	0.127	0.127	0.127	0.127
	雌性概率	P ₂	0.505 9	0.505 9	0.505 9	0.505 9
	逐日存活率	(S _∞)	(0.775 3)	(0.744 9)	(0.801 3)	(0.852 1)
		∑ P _n (S _∞) ⁿ	0.094	0.065	0.127	0.241
	种群趋势指数	I	0.813	0.303	0.764	2.188
	控制指数	IIPC=I'/I	1.00	0.37	0.94	2.69

注:逐日产卵概率(P_n)与成虫逐日存活率(S_∞)ⁿ乘积之和

在表1及方程1, 2, 3中,逐日产卵概率按下面的方程进行模拟:

$$P_n = [(i-h)^{\alpha/n-1} \cdot e^{-(i-h)/r}] / r \text{ (负值取零)} \dots\dots\dots (4)$$

- P_n —每雌日产卵量占总产卵量的概率；
- i —雌虫羽化后天数；
- h —产卵前历期（在供试水稻品种上 $h=4.5$ ）；
- $k+1$ —产卵最高峰日（在供试水稻品种上 $k=9$ ）
- r —待定系数 $[r = \sum (i-h)^{(k/2)-1} \cdot e^{-(i-h)/2}]$

不同处理区内的逐日产卵概率与成虫逐日存活率乘积之和 $[\sum P_n (S_{An})^i]$ 计算过程及结果见表2。假如成虫不存在非正常死亡，即 $S_{An}=1$ ，则 $\sum P_n (S_{An})^i=1$ 。从表2可见，成虫逐日存活率的下降对下代卵量概率的影响甚大，从而对种群数量发展趋势产生明显的影响。这里需要说明的是，在试验统计中未能把成虫的迁出（成虫迁移后的居留率 S_i ）分别开来， S_i 计算于 S_{An} 之中。

据表1，各试区的干扰作用控制指数计算如下：

噻嗪酮（Buproferin）区：

$$IIPC_{(Buproferin)} = 0.303 / 0.813 = 0.37$$

叶蝉散（MIPC）区：

$$IIPC_{(MIPC)} = 0.764 / 0.813 = 0.94$$

啶硫磷（Quinaphos）区：

$$IIPC_{(Quinaphos)} = 2.188 / 0.813 = 2.69$$

表2 褐稻虱逐日产卵概率 (P_n) 及不同杀虫剂处理区成虫逐日存活率 (S_{An})

羽化后天数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\sum P_n(S_{An})^i$	
逐日产卵概率	0	0	0	0	0	0.017	0.083	0.163	0.211	0.212	0.179	0.135	--	
成虫逐日存活率	对照区	0.7753	0.6011	0.4660	0.3613	0.2801	0.2172	0.1684	0.1305	0.1012	0.0785	0.0608	0.0472	0.094
	噻嗪酮区	0.7449	0.5549	0.4133	0.3079	0.2293	0.1708	0.1273	0.0948	0.0706	0.0526	0.0392	0.0292	0.065
	叶蝉散区	0.8013	0.6421	0.5145	0.4123	0.3304	0.2647	0.2121	0.1700	0.1362	0.1091	0.0874	0.0701	0.127
	啶硫磷区	0.8521	0.7261	0.6187	0.5272	0.4492	0.3828	0.3262	0.2779	0.2368	0.2018	0.1719	0.1465	0.241

干扰作用控制指数表达了作用因子对害虫种群动态（种群趋势指数）的作用。在上述的杀虫剂处理中，噻嗪酮区的干扰作用控制指数仅为0.37，即下代种群的数量将为对照区的0.37倍，取得明显的效果；叶蝉散区的干扰作用控制指数为0.94，即下代种群的数量将为对照区的0.94倍，对种群趋势作用不明显；啶硫磷区的干扰作用控制指数为2.69，即下代种群数量将为对照区的2.69倍，种群数量明显增长。试验结果说明，对天敌作用比较明显的褐稻虱，特异性（高度选择性）的杀虫剂噻嗪酮，施用后取得明显的效果；而广谱性杀虫剂啶硫磷不宜作为防治褐稻虱的杀虫剂。

3 讨论

应用干扰作用控制指数值评价杀虫剂防治效果，包含了杀虫剂对害虫作用的主效应，也包含了杀虫剂对害虫天敌的作用而对害虫种群数量动态发生影响的副效应，这对当前普遍应用于杀虫剂作用评价的方法是一个重要的补充。以噻嗪酮区的防治效果为例，如果只统计施药当时（1~2龄若虫）的防治结果，则：

$$\text{干扰作用控制指数} = \text{处理区存活率} / \text{对照区存活率} = 0.1991 / 0.4139 = 0.481$$

$$\begin{aligned} \text{防治效果 (\%)} &= [(\text{对照活虫数} - \text{处理活虫数}) / \text{对照活虫数}] \times 100\% \\ &= [(4139 - 1991) / 4139] \times 100\% = 51.9\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{校正死亡百分率} &= [(\text{处理死亡率} - \text{对照死亡率}) / (1 - \text{对照死亡率})] \times 100\% \\ &= [(0.8009 - 0.5861) / (1 - 0.5861)] \times 100\% = 51.9\% \end{aligned}$$

上述三种表示方式是基本一致的,不同的是干扰作用控制指数的单位是存活概率,防治效果和校正死亡率单位是死亡百分率。如果把1~2龄若虫的干扰作用控制指数换算为死亡百分率,同样也是51.9%。然而,这三种表示方式仅反映出施药后短期内对害虫作用(杀虫剂作用的主效应),未能反映出不同类型杀虫剂对种群动态作用的实际效果(主效应及副效应的总体作用)。据表1,如果仅以1~2龄若虫的存活率作为指标,噻嗪酮、叶蝉散和啶硫磷,对褐稻虱起着不同程度的杀虫效果。为显示广谱性杀虫剂对天敌作用而产生的不良影响,以及选择性和特异性(高度选择性)杀虫剂在有害生物协调管理(IPM)中的作用,应用干扰作用控制指数对杀虫剂的作用进行量化研究将有一定的帮助。

参 考 文 献

- 1 庞雄飞. 种群数量控制指数及其应用. 植物保护学报, 1990, 17 (1), 11~16
- 2 庞雄飞, 梁广文. 昆虫种群系统的研究概述. 生态学报, 1990, 10 (4), 373~378
- 3 庞雄飞, 侯任环, 包华理. 褐稻虱自然种群生命表的组建方法. 华南农业大学学报, 1992, 13 (1), 1~5
- 4 黄凤宽, 吴伟坚, 庞雄飞. 几种药剂对褐稻虱种群数量控制的研究. 华南农业大学学报, 1989, 10 (4), 6~12

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS INSECTICIDES ON THE BROWN RICE PLANTHOPPER

Pang Xiongfei Huang Fengkuan
(Laboratory of Insect Ecology)

Abstract In this paper, the life tables and the interference index of population control (IIPC) were used as the methods to evaluate the effectiveness of insecticides on the population dynamics of brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens*. The brown planthopper, is an insect with high fecundity but with high vulnerability to natural enemies. The results showed that spraying an area with wide-spectrum insecticides, such as quinophos, interfered with the efficacy of the natural enemies markedly, giving an IIPC as high as 2.69. That is to say, the population size of the next generation will be increased to 2.69 times as against the original. At the same time, spraying with the highly selective insecticide buproferin, killed mainly the pest and favoured the efficacy of the natural enemies, giving an IIPC as low as 0.37. That is the population size of the next generation will be decreased to 0.37 times as against the original. The interference index of population control showed a general effect on the pest insect, including side effects on its natural enemies. The highly selective insecticides are important in integrated pest management (IPM).

Key words *Nilaparvata lugens*; Insecticide; Index of population control