

724-727

23

第19卷第5期
1999年9月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 5
Sept., 1999

小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾防治作用的评价

莫美华¹, 庞雄飞²

(1. 华南农业大学食品系微生物教研室, 广州, 510642; 2. 华南农业大学昆虫生态研究室)

S433.4

摘要:用以作用因子组配的生命表、种群趋势指数(I)和控制指数评价小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾种群动态的作用。结果表明,施用该病毒对小菜蛾种群动态有明显的控制作用,种群趋势指数(I)为0.97,干扰作用控制指数为0.19,即施用病毒后,其种群趋势指数相当于对照的0.19。施用化学杀虫剂的种群趋势指数(I)为7.20,干扰作用控制指数为1.43,即种群趋势指数将增长为对照的1.43倍。

关键词:小菜蛾;小菜蛾颗粒体病毒;生命表;种群趋势指数;控制指数

Evaluation of the effectiveness of PxGV on the population dynamics of *Plutella xylostella* L.

MO Mei-Hua¹ PANG Xiong-Fei² (1. Food Science Department, South China Agriculture University, Guangzhou, 510642, China; 2. Lab. of Insect Ecology, South China Agriculture University)

Abstract: The life table grouped in various factors, the index of population trend and the index of population control are used as the basic methods to evaluate the effectiveness of PxGV on the population dynamics of *P. xylostella* (L.). The results showed that, PxGV gave a good effect on the population dynamics of *P. xylostella*. The index of population trend was 0.97. The index of population trend in the treatment of spraying PxGV was 0.19 against that in control. The index of population trend in treatment of spraying chemical insecticides was 7.20, The index of population trend would increase in 1.43 times against that in control.

Key words: *Plutella xylostella* (L.); *Plutella xylostella* Granulosis Virus (PxGV); life table; index of population trend; index of population control

文章编号: 1000-0933(1999)05-0724-04 中图分类号: S432 S436.341.2+4 文献标识码: A

小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)是十字花科蔬菜的重要害虫。对小菜蛾的防治,长期以来大量使用化学杀虫剂,造成严重的“3R”问题(残留 Residue、抗药性 Resistance、害虫再猖獗 Resurgence),因此,寻找有效的非化学防治措施,在提倡无公害蔬菜生产的今天,显得尤为重要,小菜蛾颗粒体病毒是一种专化性较强的微生物杀虫剂,它对人、畜无毒,不污染环境,没有应用化学杀虫剂带来的“3R”问题^[1]。本文讨论小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾防治作用的评价问题。小菜蛾幼虫感染病毒后,一般第2天以后至蛹期均有死亡,部分成虫不正常羽化、或产卵前死亡、或产卵量下降。采用喷施后一次调查,以校正死亡率作为指标,未能表达病毒对害虫作用的实际效果。本文采用生命表方法进行调查,以干扰作用控制指数对小菜蛾病毒的防治作用进行综合评价,以期更为全面地反映小菜蛾颗粒体病毒作用的实际情况。

1 材料与方法

1.1 供试材料

小菜蛾颗粒体病毒(*Plutella xylostella* Granulosis Virus, 简称 PxGV): 华南农业大学昆虫生态室保存的 PxGV^①, 在小菜蛾体内增殖后备用。

基金项目: 广东省自然科学基金(No. 980135)和高校博士点基金资助项目

收稿日期: 1998-07-28; 修订日期: 1999-04-15

① 戴冠群 1976 年 4 月采自田间病亡小菜蛾, 继续增殖备用。

小菜蛾颗粒体病毒液的制备:取感病死虫若干条,用匀浆器磨碎,以 1 条死虫(4 龄幼虫,体重约 12mg)兑水 10ml 的比例配成原液(即 100 lrv/L),装入三角瓶中,置 0℃ 下保存待用。

1.2 田间试验的设计和操作方法

田间试验于 1996 年 12 月在深圳市龙岗示范生态农场进行,选择植期相同的菜心(*Brassica parachinensis* Bailey.)地,从子叶期开始调查至收菜为止(即试验期为一茬菜)。病毒区(面积约 1/50hm²),在 2 龄幼虫高峰期喷施浓度为 1 lrv/L(即一条病虫 4 龄幼虫兑水 1L)的病毒液 5 次;对照区不采取任何防虫措施;另外在施药量较大的顺和菜场(相距 3000m)选择了一块面积约 1/5hm² 的菜心地作化防区,施用药剂有威霸、跳甲净、兴棉宝、鱼藤氰;施药间隔期为 3~4d。用随机取样法,每 3d 调查 1 次,随机调查小菜蛾的卵、1~2 龄、3~4 龄幼虫、蛹及蛹壳的数量,记录小菜蛾的种群数量动态,延续一个世代。

1.3 生命表方法

根据试验记录,用以作用因子组配的生命表方法研究小菜蛾的种群动态问题^[2~4],在各虫期的基础上,按作用因子的顺序依次统计其相对应的存活率($S_i, i=1, 2, 3, \dots$),从而种群趋势指数(I , index of population trend, 即下代预期卵量(N_1)与当代卵量(N_0)的比值)相当于表 1 所列的各个组分相对应的存活率、设定的标准卵量(F)、达标准卵量的概率和雌性比率的乘积(方程 1)。种群趋势指数即为下代种群数量的增长指数。

$$I = N_1/N_0 = S_1 S_2 S_3 \dots F P_F P_\varphi \quad (1)$$

在试验中,如果其中一个因子 j 受到干扰,其相对应的存活率 S_j 将改变为 S'_j ,其种群趋势指数 I 将改变为 I_j , 干扰作用控制指数($IIPC$, interference index of population control)值相当于受干扰的种群趋势指数 I_j 与原来的种群趋势指数 I 的比值,或相当于受干扰的存活率 S'_j 与原来的存活率 S_j 的比值(方程 2)。

$$IIPC_j = I_j/I = (S_1 S_2 S_3 \dots S'_j \dots F P_F P_\varphi) / (S_1 S_2 S_3 \dots S_j \dots F P_F P_\varphi) = S'_j/S_j \quad (2)$$

如果多个因子受到干扰,其干扰作用控制指数相当于受干扰的各个因子相对应的存活率与原来的各个因子相对应的存活率的比值(方程 3)。控制指数为各种因子对种群趋势指数作用的指标。

$$\text{即: } IIPC_{(1,2,3,\dots)} = (S'_1)(S'_2)(S'_3)\dots / (S_1)(S_2)(S_3)\dots \quad (3)$$

排除用控制指数(exclusion index of population control, 即简称 $EIPC$),是重要因子分析的基础。在试验中,如果排除一个因子 j 的作用,则其相对应的存活率 $S_j=1$,排除作用控制指数即为:

$$EIPC_j = I_j/I = (S_1 S_2 S_3 \dots 1 \dots F P_F P_\varphi) / (S_1 S_2 S_3 \dots S_j \dots F P_F P_\varphi) = 1/S_j \quad (4)$$

表示排除因子 j 的作用后,种群趋势指数将增加为原来的倍数。如果排除多个因子,则:

$$EIPC_{(1,2,3,\dots)} = 1/(S_1)(S_2)(S_3)\dots \quad (5)$$

用于综合分析各类因子对种群趋势的作用。

2 试验结果

2.1 小菜蛾颗粒体病毒及化学杀虫剂对小菜蛾自然种群控制作用的评价

从表 1 的试验结果可见,小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾种群的控制作用是相当明显的。喷施病毒后,小菜蛾的种群趋势指数为 0.97,种群不会增长,而且小菜蛾颗粒体病毒于 1~2 龄幼虫期施用后,不仅引起 1~2 龄幼虫期死亡,3~4 龄幼虫期、蛹期、成虫期的存活率也随着下降,对成虫的产卵量也发生影响。对照区的种群趋势指数为 5.03,即小菜蛾下代种群数量将增长 5.03 倍。以干扰作用控制指数分析,病毒区的干扰作用控制指数为: $IIPC_{(PVC)} = 0.97/5.03 = 0.19$,即使用小菜蛾颗粒体病毒后,其种群趋势指数相当于对照的 0.19。

本试验同时设置杀虫剂的处理,与小菜蛾颗粒体病毒的作用进行比较(表 1)。杀虫剂直接杀死害虫,但同时也杀死大量天敌。天敌作用的下降造成了害虫增长的有利条件。在杀虫剂处理区内,由于天敌(特别是捕食性天敌)作用明显下降,种群趋势指数比对照提高($I=7.20$)。频繁施用杀虫剂可以控制种群密度,但以干扰作用控制指数分析,其种群趋势指数比对照增长 1.43 倍。说明不杀死天敌只作用于害虫的小菜蛾颗粒体病毒比大量杀死天敌的杀虫剂对小菜蛾的防治具有明显的优点和应用前景。

表 1 施用小菜蛾颗粒体病毒与化学杀虫剂的小菜蛾自然种群生命表

Table 1 Life table for *Plutella xylostella* (L.) in vegetable field spraying PxGV and chemical insecticides

虫 期 Stage and instar	作用因子 Acting factor	与作用因子相对应的存活率 ¹⁾ Survival rate at acting factor			
		代号 S _i	对照区 CK	病毒区 PxGV	化学防治区 Insecticides
卵 Egg	寄生	S ₁	0.859	0.859	0.859
	不孵	S ₂	0.973	0.973	0.973
1~2 龄幼虫 Larva 1~2 instar	捕食	S ₃	0.497	0.940	0.431
	自然死亡 ²⁾	S ₄	0.800	0.800	0.800
	病毒	S ₅	0.990	0.638	1.000
	化学杀虫剂	S ₆	1.000	1.000	0.854
3~4 龄幼虫 Larva 3~4 instar	捕食	S ₇	0.306	0.163	0.574
	自然死亡 ²⁾	S ₈	0.778	0.778	0.778
	病毒	S ₉	0.991	0.501	0.987
	化学杀虫剂	S ₁₀	1.000	1.000	0.888
	寄生	S ₁₁	0.779	0.871	0.821
蛹 Pupa	寄生	S ₁₂	0.900	0.931	0.938
	不羽化	S ₁₃	1.000	0.811	1.000
成虫 Adult	产卵前死亡	S ₁₄	1.000	0.838	1.000
	设定的标准卵量	F	400	400	400
	达标准卵量概率	P _F	0.544	0.373	0.521
	雌性比率	P _♀	0.429	0.465	0.467
	种群趋势指数	I	5.03	0.97	7.20
	Index of population trend				
	干扰作用控制指数	IIPC	1	0.19	1.43
	Interference index of population control				

1) 与作用因子相对应的存活率即为该因子作用后的存活率; 2) 自然死亡的数据来自隔离天敌的试验, 加入表内用以估计分析捕食性天敌的作用。

2.2 小菜蛾种群系统中重要控制因子的分析

在重要因子分析中, 应用作用因子组建的生命表中的存活率, 计算各类作用因子的排除作用控制指数 (即存活率倒数的乘积)。设病亡因子的控制指数为 $EIPC_{(dm)}$, 全部寄生性天敌作用的控制指数为 $EIPC_{(par)}$, 全部捕食性天敌作用的控制指数为 $EIPC_{(pre)}$, 成虫下代卵量概率的控制指数为 $EIPC_{(egg)}$, 结果如表 2。

表 2 各处理区中各作用因子的排除作用控制指数

Table 2 Exclusion index of population control of acting factors in every treatment

各类作用因子 Acting factors	排除作用控制指数 Exclusion index of population control			
	计算公式 ¹⁾ $1/(S_1) \times (S_2) \dots$	对照区 Control	病毒区 PxGV	化学防治区 Insecticides
下代卵量概率 Eggs probability of next generation	$EIPC_{(egg)} = 1/(P_F)(P_{\text{♀}})$	4.29	6.90	4.12
病毒 Virus	$EIPC_{(dm)} = 1/(S_5)(S_9)(S_{13})(S_{14})$	1.01	4.09	1.01
寄生性天敌 Parasites	$EIPC_{(par)} = 1/(S_1)(S_{11})(S_{12})$	1.65	1.84	1.48
捕食性天敌 Predators	$EIPC_{(pre)} = 1/(S_3)(S_7)$	6.57	6.51	4.04

1) 表中所列 $S_1, S_2, \dots, P_F, P_{\text{♀}}$ 为各作用因子相对应的存活率, 与表 1 的相同。

从表中可见,对照区、病毒区和化防区捕食性天敌的排除作用控制指数都很大,控制指数分别为 6.57、6.51、4.04,如果排除捕食性天敌的作用,3 个区的种群趋势指数将分别比原来增长 6.57、6.51、4.04 倍,说明捕食性天敌对小菜蛾的种群动态起着重要的控制作用。

另外,对照区和病毒区的捕食作用的控制指数相近,说明小菜蛾颗粒体病毒在防治小菜蛾的同时,不会伤害天敌,发挥了天敌的自然控制作用,病毒与天敌的作用相辅相成;而化防区的捕食作用的控制指数比对照区的小,说明施用化学杀虫剂虽然可以杀死害虫,但也能杀死部分害虫天敌,从而降低天敌的自然控制作用,造成害虫种群数量增加,增加趋势甚至比对照区还大。这就是化防区的种群趋势指数(7.20)比对照区的种群趋势指数(5.03)还大的原因。

从上面的试验结果中还可以看出,病毒区成虫下代卵量概率的排除作用控制指数(6.90)明显高于对照区(4.29)和化防区(4.12),说明小菜蛾颗粒体病毒对成虫的产卵量有明显的影响。

3 讨论

本文应用以作用因子组配的生命表方法设计试验,并以种群趋势指数和控制指数评价小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾种群动态的作用,能全面反映病毒作用的实际情况。因为小菜蛾自然种群生命表的组建是通过田间系统调查小菜蛾各虫态的数量,并将部分虫采回室内观察其死亡原因而组建的,这样就排除了一些因子的作用在田间难于统计的缺陷,如小菜蛾在蛹期被寄生或病亡就很难在田间统计;另外通过室内雌成虫产卵量的观察,则能估计小菜蛾颗粒体病毒对成虫产卵量的影响,以及对小菜蛾种群动态的作用。这些都是校正死亡百分率无法反映的。种群趋势指数能反映小菜蛾种群下代的发展趋势;而校正死亡百分率仅能反映采取防虫措施后短期内的效果。

施用小菜蛾颗粒体病毒对小菜蛾种群不仅有明显的控制作用,而且不伤害天敌,能与天敌协同作用,共同控制小菜蛾种群数量的增长。而施用化学杀虫剂防治小菜蛾,虽然在施药后短期内,小菜蛾的死亡率很高,但其下代种群数量将比不采取任何防虫措施的对照上升得还要快,这样就很容易造成害虫的再猖獗。出现这种现象的原因就是化学杀虫剂在杀死害虫的同时,也将杀死部分害虫的天敌,小菜蛾种群在天敌作用下降的情况下,发展迅速。

参考文献:

- [1] 孟小林,梁东瑞. 我国害虫病毒生物防治的研究与应用. 中国有害生物综合治理论文集. 北京:中国农业科技出版社,1996. 1202~1214.
- [2] 庞雄飞. 昆虫天敌作用评价. 生态学报,1984,4(1):1~11.
- [3] 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.
- [4] 庞雄飞,梁广文. 害虫种群系统的控制. 广州:广东科技出版社,1995. 15~36.