

文章编号:1001-411X (2000) 01-0034-04

小菜蛾自然种群连续世代生命表的组建与分析

何余容, 吕利华, 庞雄飞

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要:通过田间系统调查和室内观察, 组建以作用因子组配的小菜蛾自然种群连续世代生命表。结果表明: 春季小菜蛾连续两代种群趋势指数为 11.9, 而秋季为 24.4, 比春季高出一倍多。菜蛾啮小蜂是影响春季小菜蛾种群数量的重要因子, 对连续两代小菜蛾种群的排除作用控制指数(EIPC)为 8.28, 其次为菜蛾绒茧蜂, EIPC 为 4.85; 在秋季, 菜蛾绒茧蜂的作用仅次于 4 龄幼虫的捕食及其它, EIPC 为 3.67, 菜蛾啮小蜂的作用较低, 其 EIPC 仅为 1.2, 是秋季小菜蛾种群较春季高的主要原因。

关键词:小菜蛾; 连续世代生命表; 种群趋势指数; 排除作用控制指数; 菜蛾啮小蜂; 菜蛾绒茧蜂

中图分类号: Q 968.1

文献标识码: A

小菜蛾是十字花科蔬菜上的重要害虫。庞雄飞等^[1]提出的以作用因子组配的生命表, 解决了害虫种群数量控制中的定量化问题。利用作用因子组配的生命表, 华南农业大学昆虫生态研究室评价了释放拟澳洲赤眼蜂, 施用小菜蛾颗粒体病毒和 Bt 制剂等措施对小菜蛾种群系统的控制作用^[2~4]。上述的研究工作是在单一世代生命表的基础上开展的, 而在实际生产中, 小菜蛾在一造十字花科蔬菜上能完成两个世代。本研究在小菜蛾春、秋两个发生季节, 组建一造菜心上小菜蛾连续世代生命表, 为深入分析, 评价各因子对小菜蛾连续世代的控制作用提供依据。

1 调查方法

田间系统调查: 于 1997 年 4~6 月和 10~11 月在深圳龙岗生态示范农场进行。供试蔬菜品种为“49”菜心, 播种面积 0.033 hm²。系统调查从子叶期始至收割期止, 间隔为 2 d, 取样单位为 11 cm², 随机取样, 记载样方小菜蛾的虫期, 数量以及各种虫态的死亡因子和数量。

室内观察: 在调查过程中, 随机摘取一定数量的小菜蛾卵, 各龄幼虫和蛹带回室内培养, 逐日观察记录各个虫态的死亡原因及数量, 以此来估计相应虫期的作用因子存活率。蛹羽化后统计成虫性比, 雌雄配对后放入有新鲜菜心叶片的塑料筒中产卵, 每天更换菜叶

并记录卵数量, 以此估计成虫的单雌产卵量。成虫喂食 φ(蜂蜜水) = 10% 作补充营养, 共设 20 对重复。

2 小菜蛾自然种群连续世代生命表的组建方法

2.1 各虫期存活率的估计

卵期存活率: 由于作者调查实验地不用化学农药, 天敌数量较多, 多次发现卵期被捕食的现象。此外, 寄生和不孵也是卵期的作用因子, 寄生和不孵从田间取样回室内观察孵化率得来, 捕食由卵期的期中值减去 1 龄幼虫的期中值, 再扣除被寄生和不孵的部分估计而来。

幼虫期存活率: 在调查中发现, 尽管 1 龄幼虫潜入叶肉不易被发现, 但在叶子表面其蛀道留下类似“指甲印”的痕迹, 很容易辨认, 因此作者将 1 龄与 2 龄幼虫彻底分开。各龄幼虫期中值, 初始虫量的计算采用平均历期法得出^[1]。各虫期的存活率则由下一虫期的起始虫数除以该虫期的起始虫数而来。

蛹期存活率: 直接由田间抽样回室内观察统计。

2.2 各作用因子存活率的估计

按作用因子作用的先后逻辑关系, 卵期的作用因子分为捕食及其它, 寄生和不孵; 1 龄幼虫的作用因子为初孵幼虫死亡和捕食, 初孵幼虫死亡率由室内观察得到。2、3、4 龄幼虫的作用因子分为捕食及其

收稿日期: 1999-01-11

作者简介: 何余容(1963~), 女, 讲师, 博士

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(980135); 华南农业大学校长基金资助项目(4200-R98019)

它,分别由真菌、细菌、病毒引起的病亡和菜蛾绒茧蜂(*Cotesia plutellae*)的寄生,由于绒茧蜂的寄生是在4龄时才引起寄主死亡,因此寄生存活率归到4龄,2~4龄的病亡,寄生存活率由田间调查及室内观察的结果估计而来,以各龄期的总存活率除以病亡及寄生的存活率即为捕食及其它的存活率;蛹期的作用因子分为真菌、细菌、病毒引起的病亡和菜蛾啮小蜂(*Oomyzus sokolowskii*)寄生,存活率的估计方法与幼虫期相同。

2.3 连续世代的连接

在连续世代生命表中,两代之间要求有一个连

接点,即按第一代种群趋势增长指数计算出的第二世代预期卵量和第二代实际卵量如何吻合,作者把实际卵量和预期卵量的比值作为第二代成虫迁入迁出的作用因子存活率处理,当比值大于1时,说明成虫有迁入的情况,当比值小于1时,则说明成虫有迁出的情况。

3 结果

3.1 小菜蛾自然种群连续世代生命表

从田间动态数据和室内观察结果,组建小菜蛾春季和秋季自然种群连续世代生命表(表1)。

表1 小菜蛾自然种群连续世代生命表(深圳龙岗,199704~199711)
Tab. 1 The natural population life table of continuous generations of DBM

代别	虫期(x)	各期存活率		代别	虫期(x)	各期存活率	
		春季种群	秋季种群			春季种群	秋季种群
第一代	卵	0.756 0	0.862 6	第二代	卵	0.751 3	0.721 7
	1龄幼虫	0.659 0	0.826 0		1龄幼虫	0.800 4	0.682 4
	2龄幼虫	0.707 2	0.760 5		2龄幼虫	0.851 3	0.749 6
	3龄幼虫	0.807 3	0.591 8		3龄幼虫	0.842 6	0.773 4
	4龄幼虫	0.263 3	0.221 6		4龄幼虫	0.354 5	0.241 3
	蛹	0.341 0	0.946 3		蛹	0.311 8	0.901 0
成虫期参数	成虫期参数	133.3	133.4	成虫期参数	成虫期参数	133.3	133.4
	种群趋势指数(I_1)	3.4	8.96		种群趋势指数(I_2)	6.4	8.3
	迁入或迁出	0.552 3	0.328 8		两代种群趋势指数(I_{12})	11.9	24.4

表1中成虫期参数为标准卵量,雌性概率和达标卵概率的乘积。从表1可以得出,春季小菜蛾种群增长趋势指数第一代为3.4,第二代为6.4,在第一代后成虫有迁出的情况,迁出存活率为0.5523,因此两代种群增长趋势指数为11.9,说明在不施用化学农药的情况下,在春季菜心地,经过一造菜的积累,小菜蛾将增加11.9倍;秋季小菜蛾种群增长趋势指数,第一代为8.96,第二代为8.3,在第一代后成虫迁出存活率为0.3288,因此两代种群增长趋势指数为24.4,说明在不施用化学农药的情况下,在秋季菜心地,经过一造菜的积累,小菜蛾将增加24.4倍,比春季小菜蛾种群增长倍数高出一倍多。

3.2 控制小菜蛾自然种群的重要因子分析

将各作用因子的存活率及换算成的排除作用控制指数(EIPC)列于表2,得到包括寄生、病亡和捕食及其它在内的各种天敌因子对春、秋两季小菜蛾自然种群连续世代的控制作用强度。

结果表明,菜蛾绒茧蜂是影响小菜蛾春季第一

代种群数量最强的作用因子,菜蛾啮小蜂作用其次,它们的排除作用控制指数分别为3.3和2.67;菜蛾啮小蜂是影响小菜蛾春季第二代种群数量的重要因子,其次是4龄幼虫的捕食及其它和绒茧蜂寄生,排除作用控制指数分别为3.1、1.64和1.47.4龄幼虫的捕食及其它是影响小菜蛾秋季第一代种群的重要因子,菜蛾绒茧蜂的寄生其次,其排除作用控制指数分别为2.07和1.74;菜蛾绒茧蜂的寄生是影响小菜蛾秋季第二代种群数量的重要因子,4龄幼虫的捕食及其它其次,排除作用控制指数分别为2.11和1.47.在秋季菜蛾啮小蜂的自然控制作用较低,其在第一代和第二代的排除作用控制指数分别只有1.06和1.11,是秋季小菜蛾种群发生较重的主要原因。

将各虫期的作用因子按类型分类,由真菌、细菌和病毒引起的死亡归为病亡,捕食及其它为一类,各种寄生蜂天敌的作用单独为一类,则各类自然天敌的对小菜蛾种群的联合排除作用控制指数见表3。

表2 各作用因子对小菜蛾自然种群的排除作用控制指数

Tab. 2 The exclusive index of population control (EIPC) of different factors on DBM

代别	虫期(\bar{x})	作用因子 (F_i)	作用因子存活率		排除作用控制指数 EIPC	
			春季种群	秋季种群	春季种群	秋季种群
第一代	卵	捕食及其它	0.776 4	0.906 0	1.29	1.10
		寄生	0.973 7	0.953 2	1.03	1.05
	1龄幼虫	捕食及其它	0.746 5	0.935 7	1.34	1.07
	2龄幼虫	捕食及其它	0.707 2	0.812 0	1.41	1.23
		病毒	1.000 0	0.936 6	1.00	1.07
		细菌	1.000 0	0.949 5	1.00	1.05
	3龄幼虫	捕食及其它	0.875 7	0.644 9	1.14	1.55
		病毒	0.921 9	0.966 4	1.08	1.03
		真菌	0.945 2	0.983 1	1.06	1.02
第二代	4龄幼虫	捕食及其它	0.961 2	0.482 3	1.04	2.07
		细菌	1.000 0	0.920 0	1.00	1.09
		病毒	0.956 5	0.886 4	1.05	1.13
	蛹	绒茧蜂寄生	0.303 0	0.573 1	3.30	1.74
		啮小蜂寄生	0.375 0	0.946 3	2.67	1.06
		卵	0.809 0	0.912 3	1.24	1.10
	1龄幼虫	寄生	0.958 8	0.846 9	1.04	1.18
		不孵	0.968 3	0.934 1	1.03	1.07
		捕食及其它	0.906 7	0.773 0	1.10	1.29
第三代	2龄幼虫	捕食及其它	0.851 3	0.749 6	1.17	1.33
		捕食及其它	0.911 6	0.864 9	1.10	1.16
		真菌	0.941 2	0.913 4	1.06	1.09
	3龄幼虫	病毒	0.982 1	0.993 2	1.02	1.00
		捕食及其它	0.610 1	0.680 4	1.64	1.47
		真菌	0.889 9	0.913 4	1.12	1.09
	4龄幼虫	细菌	0.969 1	0.983 1	1.03	1.02
		病毒	0.978 7	0.832 1	1.02	1.20
		绒茧蜂寄生	0.680 4	0.474 6	1.47	2.11
	蛹	真菌	0.967 7	1.000 0	1.03	1.00
		啮小蜂寄生	0.322 2	0.901 0	3.10	1.11

表3 各类自然天敌因子对小菜蛾种群的联合控制作用

Tab. 3 The synergic control effectiveness of various natural enemy on the DBM

作用因子	第一代		第二代		连续两代	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
病亡	1.2	1.45	1.31	1.45	1.57	2.1
捕食及其它	2.89	4.64	2.88	3.22	8.32	14.94
赤眼蜂	1.03	1.05	1.04	1.18	1.07	1.24
绒茧蜂	3.30	1.74	1.47	2.11	4.85	3.67
啮小蜂	2.67	1.06	3.10	1.11	8.28	1.2
寄生蜂联合	9.08	1.94	4.74	2.76	43.04	9.20

结果表明,作用于春季小菜蛾连续世代种群的因子按作用大小排列为:捕食及其它、菜蛾啮小蜂、

菜蛾绒茧蜂、病亡、赤眼蜂。如果计算寄生性天敌的联合作用,则其 EIPC 为 43.04,即如果排除寄生性天敌的作用,在春季一造菜心地小菜蛾种群增长倍数将为原来的 43.04 倍,由此可知寄生性天敌对小菜蛾春季种群的控制起着非常重要的控制作用。再将作用于秋季小菜蛾连续世代种群的天敌因子按作用大小排序,其顺序为捕食及其它、菜蛾绒茧蜂、病亡、赤眼蜂、菜蛾啮小蜂。寄生性天敌联合的作用的 EIPC 为 9.2,即如果排除寄生性天敌的作用,小菜蛾种群在秋季一造菜芯地的增长倍数将为原来的 9.2 倍,而排除捕食及其它的作用,种群增长倍数为原来的 14.94 倍,由此可见捕食天敌对小菜蛾的秋季种群的控制起着更加重要的作用。

4 讨论

4.1 Iga^[5]通过小菜蛾生命表的组建和分析发现,卵期的寄生和捕食是东京附近小菜蛾夏季种群密度降低的主要原因。作者在调查中也观察到卵期被捕食的现象,这与停施化学农药,天敌的自然控制作用得以恢复有很大的关系,因此作者将卵期的捕食作为一个单独的因子进行分析。

4.2 在小菜蛾幼虫期的作用因子中,除捕食及其它外,作用最快的是真菌感染引起的病亡,其次是细菌和病毒感染引起的病亡,而菜蛾绒茧蜂的寄生作用最慢。在以往的研究中寄生的作用被放在捕食及其它之后,在病亡之前,低估了寄生蜂对小菜蛾种群的实际控制作用。作者将幼虫期的作用因子按作用的逻辑顺序依次排列为捕食及其它、真菌、细菌、病毒、绒茧蜂的寄生,能更真实、客观地评价寄生性天敌对小菜蛾种群的控制作用。同理,蛹期的作用因子也将菜蛾啮小蜂的作用放在最后。

4.3 以往的学者研究了寄生性天敌对小菜蛾的自然寄生情况^[6,7],这些研究是用寄生率来表示其控制作用的强弱,由于寄生率只是某一段时间甚至是某一特定时刻所查得的结果,忽略了其持续控制作用,过低地估计了寄生性天敌的实际控制效果。不少学者利用自然种群生命表分析了降雨、天敌捕食以及

寄生蜂对小菜蛾种群的作用^[8],但他们所用的生命表是以虫期为独立组分,按关键虫期进行关键因子分析,其结果不能全面反映各因子的实际控制作用。本研究采用以作用因子为组分的生命表方法^[1],客观、正确、定量地评价了各种因子尤其是寄生性天敌对小菜蛾种群的自然控制作用。

参考文献:

- [1] 庞雄飞, 梁广文. 害虫种群系统的控制[M]. 广州: 广东科技出版社, 1995, 7~63.
- [2] 庞雄飞, 张敏玲, 冼继东. 小菜蛾的生物防治问题[J]. 生态科学, 1995, (2): 78~83.
- [3] 张敏玲, 庞雄飞. 赤眼蜂防治小菜蛾的问题[J]. 生态科学, 1995, (2): 84~87.
- [4] 冼继东, 张敏玲, 庞雄飞. 生物因子对小菜蛾种群的联合作用模拟[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(1): 1~5.
- [5] IGA M. The seasonal prevalence of occurrence and the life tables of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)[J]. Jap J Appl Zool, 1985, 29: 119~25.
- [6] 柯礼道, 方菊莲. 菜蛾绒茧蜂生物学研究[J]. 植物保护学报, 1982, 9(1): 27~33.
- [7] 黄莹莹. 菜蛾绒茧蜂的人工繁殖与田间释放[J]. 福建农学院学报, 1992, 21(1): 47~51.
- [8] HARCOURT D G. Major mortality factors in the population dynamics of the diamondback moth *Plutella maculipennis* (Curt.)[J]. Can Entomol Soc Men, 1963, 32: 55~66.

Construction and Analysis of the Natural Population Life Table for Continuous Generation of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.

HE Yu-rong, LÜ Li-hua, PANG Xiong-fei

(Lab. of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Based on the data of systematic survey in the field and observation in the laboratory, the natural population life tables of continuous two generations of the diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* L., were constructed on one cropping of flowering Chinese cabbage in Shenzhen, Guangdong Province. The results showed that the indices of population trend of two continuous generations of DBM were 11.9 and 24.4, respectively in spring and autumn. Parasitoids played a determinant role in the control of natural population of DBM. In spring, the important factor influencing the natural population of DBM was the larval-pupae parasitoid, *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov), which exclusive index of population control (EIPC) reached 8.28. While the EIPC of *Cotesia plutellae* Kurdjumov was 4.85. In autumn, *C. plutellae* was the secondly important factor influencing the natural population of DBM, which EIPC was 3.67. The low EIPC (1.2) of *O. sokolowskii* caused a high population increase of DBM in autumn.

Key words: *Plutella xylostella*; continuous generation life table; index of population trend; exclusive index of population control; *Oomyzus sokolowskii*; *Cotesia plutellae*

【责任编辑 张 研】