

烟草和香芋上斜纹夜蛾的自然种群生命表

周忠实¹, 陈泽鹏², 邓海宾³, 陈永明³, 许再福^{1,*}

(1. 华南农业大学昆虫学系, 广州 510642 2. 广东省烟草公司, 广州 510030 3. 广东烟草南雄科学研究所, 南雄 512400)

摘要 应用作用因子生命表方法, 组建烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius) 自然种群生命表, 分析作用因子对斜纹夜蛾种群数量的控制作用。结果表明, 2005 和 2006 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾种群的增长倍数均以香芋高于烟草。无论烟草还是香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾, 均以“捕食及其它”的排除作用控制指数最大。如排除所有天敌等作用因子的作用, 2005 年烟草上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 31.2029 和 50.0371 倍, 香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 29.3492 和 41.2873 倍; 2006 年烟草上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 33.1421 和 75.4167 倍, 香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 31.5357 和 70.5355 倍。说明天敌等自然作用因子对斜纹夜蛾种群数量有较为明显的控制作用, 而烟草上的自然作用因子的作用要强于香芋上的自然作用因子。

关键词 斜纹夜蛾, 烟草, 香芋, 作用因子, 生命表

文章编号: 1000-0933 (2007) 04-1515-09 中图分类号: Q142 文献标识码: A

Life table of natural population of *Spodoptera litura* (Fabricius) on tobacco and taro

ZHOU Zhong-Shi¹, CHEN Ze-Peng², DENG Hai-Bin³, CHEN Yong-Ming³, XU Zai-Fu^{1,*}

1 Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 Guangdong Company of Tobacco, Guangzhou 510030, China

3 Nanxiong Tobacco Research Institute of Guangdong, Nanxiong 512400, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (4) 1515 ~ 1523.

Abstract : Tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) is an important insect pest on tobacco and taro causing serious damage by defoliation. In order to master the control effect of different factors on *S. litura*, the life table of natural population of *S. litura* on tobacco and taro were studied. The results indicated that the increasing populations of *S. litura* of 2nd and 3rd generations on taro were all higher than that of *S. litura* of 2nd and 3rd generations on tobacco in 2005 and 2006, respectively. Among different factors of *S. litura* on tobacco and taro, “predators and others” was the most effective factor. If all natural factors were excluded, the indices of population trend (*Q*) of *S. litura* of 2nd and 3rd generations would increase 31.2029 and 50.0371 times on tobacco, respectively and increase 29.3492 and 41.2873 times on taro, respectively in 2005, while the indices of population trend (*Q*) of *S. litura* of 2nd and 3rd generations would increase 33.1421 and 75.4167 times on tobacco, respectively and increase 31.5357 and 70.5355 times on taro, respectively in 2006. From the results, we may suggest that these natural factors, a certain extent, have a good control effect on the population of *S. litura*, and the control effect of these factors on tobacco was better than that on taro.

基金项目 广东省烟草公司资助项目

收稿日期 2006-08-31 ; 修订日期 2007-02-07

作者简介 周忠实 (1976 ~) 男, 壮族, 广西宜州市人, 博士生, 主要从事昆虫生态及害虫综合治理研究. E-mail : zs.zh@tom.com

* 通讯作者 Corresponding author E-mail : xuzai fu@scau.edu.cn

Foundation item : This work was financially supported by the Project of Guangdong Company of Tobacco.

Received date 2006-08-31 ; **Accepted date** 2007-02-07

Biography ZHOU Zhong-Shi, Ph. D. candidate, mainly engaged in insect ecology and integrated pest management. E-mail : zs.zh@tom.com

Key Words : *Spodoptera litura* ; tobacco ; taro ; functional factor ; life table

自 Morris 等^[1]应用生命表方法研究柞色卷蛾 (*Choristoneura fumiferana* (Clem.))的自然种群动态以来,自然种群生命表已成为评价害虫种群数量动态和种群发展趋势的较好方法之一。在我国,庞雄飞和庞雄飞等对 Morris 等的生命表方法进行改进,提出以作用因子 (functional factors)组配的生命表方法及其与之相应的排除作用控制指数 (the exclusion index of population control, *EIPC*)分析方法来评价天敌等自然因子的控制作用效果^[2~7]。这类方法已被成功地应用于对水稻害虫天敌作用和小菜蛾等蔬菜害虫天敌作用的评价^[7,8]。

斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius)是世界性重要的农业害虫,在亚洲热带、亚热带地区、欧洲地中海地区及非洲均有分布。我国各地均有发生,尤以淮河以南温暖地区发生较多,长江中下游及华南地区年发生虫口数较大。早在 1959 年,我国就将斜纹夜蛾列为农业的大害虫^[9],其对多种作物均可造成严重危害。烟草 *Nicotiana* sp. 和香芋 *Colocasia esculenta* (L.) Schott 均为斜纹夜蛾喜食的寄主之一,斜纹夜蛾对两种作物均可造成严重的损失^[10,11]。

在自然界中,斜纹夜蛾的天敌资源十分丰富,全世界已知斜纹夜蛾天敌达 169 种之多^[12]。在我国,张根顺等报道福建烟田斜纹夜蛾天敌有 38 科 82 种^[13];何俊华等认为,我国斜纹夜蛾寄生蜂就有 40 种以上^[14]。这些天敌在斜纹夜蛾自然种群的控制中起着重要的作用^[15~28]。为评价天敌在斜纹夜蛾种群控制中的价值和作用,前人对蔬菜和向日葵上的斜纹夜蛾自然种群生命表及用生命表评价蔬菜上斜纹夜蛾天敌的作用已做了一些研究^[15,17,21,28]。而烟草上斜纹夜蛾自然种群生命表前人仅做了初步探讨^[20],香芋上斜纹夜蛾自然种群生命表的研究目前国内外尚未见到有关报道。于 2005 年 5~7 月和 2006 年 4~6 月分别在广东省南雄市烟草科学研究所试验农场进行该项试验,为了解烟草和香芋上斜纹夜蛾世代间的种群发展趋势及合理评价天敌等自然因子的作用提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查方法

田间系统调查于 2005 年 5~6 和 2006 年 4~6 月在广东省南雄市烟草科学研究所试验农场进行。调查间隔为 2d,根据斜纹夜蛾的发育进度和田间易于辨认的原则,将其整个世代划分为卵期、1 龄幼虫期、2~3 龄幼虫期、4~5 龄幼虫期、6~7 龄幼虫期、蛹期和成虫期等 7 个虫期。在第 2、3 代卵盛期,每次随机取田块中央 10 行,按棋盘抽样方法进行调查,烟草每行调查 10 株,共 100 株记 1 个重复,香芋每行调查 8 株,共 80 株记 1 个重复。均设 3 个重复。记录样方斜纹夜蛾虫期、数量及各虫态的死亡因子和数量,最后将数据进行统计分析。

卵:将调查发现的卵块作好标记,然后在每天 7:30~18:30,每隔 1~2 h 观察一次卵的孵化情况,记录刚孵化出的幼虫,以室内考查的卵的孵化率校正,最后得出田间的卵粒数。

幼虫:按每次调查所获幼虫实际数量统计。

蛹:每次调查过程中,对距调查株半径约 50 cm 的圆形范围内的土壤进行挖掘,挖的深度约 6 cm,将蛹带回室内饲养观察。

成虫:按田间采获蛹羽化出来的成虫数量统计。

在调查过程中,每次在各田块随机采集一定数量的斜纹夜蛾卵、各龄幼虫和蛹带回室内,分别用新鲜烟叶和香芋叶饲养,逐日观察记录各虫期的死亡原因及数量,以此估算相应虫期的作用因子的存活率。蛹羽化后统计成虫的性比。将 20 对初羽化的雌雄成虫单对放入养虫笼内分别饲养,饲以 10% 的白糖水,每笼供 1 株盆栽烟草或香芋苗给其产卵,以估算成虫的单雌产卵量。

1.2 斜纹夜蛾自然种群生命表组建方法

参照庞雄飞等^[6]提出的生命表组建方法。据系统调查数据,将各虫期的数据分别累加,得到各虫期的累计量 (N_{is}),由累计数量计算各虫期的期中值 (N_{im}),再用平均龄期法计算各虫期的起始虫数 (N_{ib}),由此可计

算出各虫期的存活率 (S_i) :

$$\begin{aligned} N_{im} &= (N_{is} \times D) / T_i \\ N_{ib} &= T_{(i-1)} \times N_{im} + T_i \times N_{(i-1)m} / T_i + T_{i-1} \\ S_i &= N_{(i+1)b} / N_{ib} \end{aligned}$$

式中 D 为系统调查间距 (2 d) ; T_i 为第 i 虫期的发育历期 ; N_{im} 为第 i 虫期的期中值 ; N_{ib} 为第 i 虫期的起始虫数 ; $N_{(i+1)b}$ 为第 $i+1$ 虫期的起始虫数。最后按各因子作用的逻辑关系 , 将各虫期作用因子归类。

1.3 分析方法

参照庞雄飞等^[6]提出的分析方法 :

种群趋势指数 (I) $I = N_1 / N_0 = S_1 S_2 S_3 \dots S_i \dots S_k F P_F P_\varphi$

式中 I 为种群趋势指数 ; N_0 、 N_1 为当代和次代种群数量 ; S_i 为各虫期的存活率 ; F 为指定的标准产卵量 ; P_F 为达到标准产卵量的概率 ; P_φ 为雌成虫比率。

各作用因子中 , 如有其中一个因子 E 被排除 , 该因子相应的存活率 $S_E = 1$, 种群趋势指数将改变为 I_E , 其排除作用控制指数 ($EIPC$) 可表达为 :

$$EIPC = I_E / I = 1 / S_E$$

如多个因子被排除 , 其排除作用控制指数将为被排除的因子相应的排除作用控制指数的乘积 , 即可表达为 : $EIPC_{(S_1, S_2, S_3 \dots S_n)} = 1 / (S_1) (S_2) (S_3) \dots (S_n)$ 。

2 结果与分析

2.1 斜纹夜蛾自然种群生命表

据田间动态数据和室内观察结果 , 组建烟草和香芋上斜纹夜蛾自然种群生命表。从表 1 和表 2 可知 , 无论在 2005 年还是 2006 年 , 烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群的增长倍数均以香芋略高于烟草 , 且烟草上第 3 代斜纹夜蛾种群趋势指数与香芋上第 3 代斜纹夜蛾种群趋势指数差异达显著水平。烟草和香芋上第 3 代斜纹夜蛾种群趋势指数低于第 2 代 , 说明第 3 代斜纹夜蛾天敌等自然作用因子的控制作用效果要高于第 2 代。

2.2 控制斜纹夜蛾自然种群的重要因子分析

利用排除作用控制指数 ($EIPC$) 进行重要因子分析。某个因子的排除作用控制指数 ($EIPC$) 越大 , 说明该因子对种群控制作用越强。从表 3 和表 4 结果可知 , 2005 和 2006 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾卵的“不孵”、“寄生蜂”、“捕食及其它”三因子对卵的控制作用均不太明显。两寄主上第 2、3 代斜纹夜蛾 2~3 龄幼虫、4~5 龄幼虫、6~7 龄幼虫的各作用因子中 , 均以“捕食及其它”的排除作用控制指数最大 , 说明“捕食及其它”是各幼虫期的重要作用因子。6~7 龄幼虫的“捕食及其它”的排除作用控制指数高的原因可能是幼虫老熟后爬到地面准备入土化蛹 , 此时地面上的蟾蜍、青蛙等对其有一定的捕食作用 , 少数留在植株上的 6~7 龄幼虫也易被鸟类发现而遭捕食。蛹期的“病亡”是指蛹感染细菌、病毒或真菌而死亡。蛹期的“其它”主要包括田间土壤的过度干燥或潮湿使蛹干枯或浸死。与 2005 年相比 , 2006 年两寄主上寄生蜂对第 3 代斜纹夜蛾 3 龄幼虫的控制作用有所增强。

表 5 列出了“寄生蜂”、“捕食及其它”和“病原微生物”三大类因子对斜纹夜蛾自然种群的联合控制作用 , 其中“病原微生物”包括细菌、病毒和真菌等。从表 5 可知 , 无论烟草还是香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾 , 均以“捕食及其它”的排除作用控制指数最大 , 说明该因子对斜纹夜蛾种群的控制作用最强。没有“捕食及其它”因子的作用 , 2005 年烟草上第 2、3 代斜纹夜蛾种群趋势指数将分别增长 19.1405 和 12.7447 倍 , 香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾种群趋势指数将分别增长 23.2879 和 14.7327 倍 ; 2006 年烟草上第 2、3 代斜纹夜蛾种群趋势指数将分别增长 20.0805 和 12.0461 倍 , 香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾种群趋势指数将分别增长 19.2295 和 13.6811 倍。“寄生蜂”和“病原微生物”的排除作用控制指数均比较小 , 说明两因子对斜纹夜蛾种群的控制作用均不大 , 但 2006 年“寄生蜂”的排除作用控制指数相对有所提高 , 说明 2006 年寄生蜂对斜纹夜蛾种群的影响要大于 2005

表 1 烟草和香芋上斜纹夜蛾自然种群生命表 (mean ± SE)

Table 1 Life tables of natural population of <i>S. litura</i> on tobacco and taro					
世代 Generations	虫期 Stages	各期存活率 (Si)Survival rate of each stage of <i>S. litura</i>			
		2005		2006	
		烟草 Tobacco	香芋 Taro	烟草 Tobacco	香芋 Taro
第 2 代	卵 Eggs	0. 8354 ± 0. 0420	0. 8377 ± 0. 0066	0. 7502 ± 0. 0144	0. 7745 ± 0. 0076
2 nd generation	1 龄幼虫 1 st instar larvae	0. 6436 ± 0. 0062	0. 6565 ± 0. 0048	0. 6270 ± 0. 0035	0. 6443 ± 0. 0054
	2 ~ 3 龄幼虫 2 nd ~ 3 rd instars larvae	0. 3520 ± 0. 0210	0. 3625 ± 0. 0047	0. 3852 ± 0. 0048	0. 3829 ± 0. 0061
	4 ~ 5 龄幼虫 4 th ~ 5 th instars larvae	0. 5050 ± 0. 0121	0. 5347 ± 0. 0220	0. 5062 ± 0. 0249	0. 5004 ± 0. 0075
	6 ~ 7 龄幼虫 6 th ~ 7 th instars larvae	0. 4546 ± 0. 0033	0. 4313 ± 0. 0471	0. 4324 ± 0. 0152	0. 4403 ± 0. 0084
	蛹 Pupae	0. 6490 ± 0. 0274	0. 6728 ± 0. 0297	0. 6806 ± 0. 0177	0. 6836 ± 0. 0205
	成虫 Adults	0. 9231 ± 0. 0096	0. 9113 ± 0. 0191	0. 8926 ± 0. 0170	0. 9074 ± 0. 0128
	标准卵量 Standard number of eggs	1081	1089	1081	1089
	达标准卵量概率 Probability of standard eggs	0. 4000	0. 3778	0. 4000	0. 3778
	雌性比 Ratio of female	0. 4833	0. 4929	0. 4833	0. 4929
	种群趋势指数 Index of population trend (<i>I</i>)	5. 4340 ± 0. 4239	5. 7060 ± 0. 6107	5. 0286 ± 0. 1965	5. 2917 ± 0. 0316
第 3 代	卵 Eggs	0. 5552 ± 0. 0185	0. 8139 ± 0. 0467	0. 6070 ± 0. 0066	0. 6466 ± 0. 0161
3 rd generation	1 龄幼虫 1 st instar larvae	0. 4469 ± 0. 0217	0. 6234 ± 0. 0185	0. 4978 ± 0. 0045	0. 5260 ± 0. 0150
	2 ~ 3 龄幼虫 2 nd ~ 3 rd instars larvae	0. 4173 ± 0. 0027	0. 3229 ± 0. 0092	0. 3373 ± 0. 0029	0. 3213 ± 0. 0092
	4 ~ 5 龄幼虫 4 th ~ 5 th instars larvae	0. 5626 ± 0. 0020	0. 4875 ± 0. 0181	0. 4501 ± 0. 0017	0. 4759 ± 0. 0086
	6 ~ 7 龄幼虫 6 th ~ 7 th instars larvae	0. 4189 ± 0. 0085	0. 3629 ± 0. 0152	0. 3940 ± 0. 0184	0. 3577 ± 0. 0252
	蛹 Pupae	0. 7488 ± 0. 0254	0. 7204 ± 0. 0213	0. 6885 ± 0. 0180	0. 6679 ± 0. 0038
	成虫 Adults	0. 9074 ± 0. 0170	0. 8917 ± 0. 0191	0. 9176 ± 0. 0118	0. 9255 ± 0. 0136
	标准卵量 Standard number of eggs	1106	1280	1106	1280
	达标准卵量概率 Probability of standard eggs	0. 4250	0. 4222	0. 425	0. 4222
	雌性比 Ratio of female	0. 4923	0. 4857	0. 4923	0. 4857
	种群趋势指数 Index of population trend (<i>I</i>)	3. 8462 ± 0. 4349	4. 8877 ± 0. 4810	2. 6403 ± 0. 1107	3. 0106 ± 0. 0251

表 2 烟草和香芋上斜纹夜蛾自然种群趋势指数比较分析 (mean ± SE)

Table 2 Comparison of indices of population trend of <i>Spodoptera litura</i> on tobacco and taro				
世代 Generations	种群趋势指数 Index of population trend (<i>I</i>)			
	2005		2006	
	烟草 Tobacco	香芋 Taro	烟草 Tobacco	香芋 Taro
第 2 代 2 nd generation	5. 4340 ± 0. 4239 a (a)	5. 7060 ± 0. 6107 a (a)	5. 0286 ± 0. 1965 a (a)	5. 2917 ± 0. 0316 a (a)
第 3 代 3 rd generation	3. 8462 ± 0. 4349 b (b)	4. 8877 ± 0. 4810 a (a)	2. 6403 ± 0. 1107 c (b)	3. 0106 ± 0. 0251 c (b)

* 括号外相同字母表示同列不同数据之间差异不显著,括号内相同字母表示同列不同数据之间差异不显著 (DMRT 法 ,*p*≤0. 05) The same letters out of bracket show difference is not significant among different means on the same row ,the same letters in bracket show difference is not significant among different means on the same column (ANOVA followed by Ducan 's multiple range test , DMRT ,*p*≤0. 05)

表 3 烟草和香芋上第 2 代斜纹夜蛾自然种群生命表表的重要因子分析 (mean ± SE)

Table 3 Analysis of important factors for 2nd generation *S. litura* populations on tobacco and taro

虫期 Stages	作用因子 Factors	排除作用因子控制指数 (EIPC)Exclusive index of population control			
		2005		2006	
		烟草 Tobacco	香芋 Taro	烟草 Tobacco	香芋 Taro
卵 Eggs	不孵 Not hatch	1.026 ± 0.0039	1.0356 ± 0.0048	1.0285 ± 0.0095	1.0332 ± 0.0042
	寄生蜂 Parasitoids	1.0179 ± 0.0014	1.0269 ± 0.0008	1.0311 ± 0.0120	1.0304 ± 0.0015
	捕食及其它 Predators and others	1.1483 ± 0.0630	1.1227 ± 0.0140	1.2572 ± 0.0185	1.213 ± 0.0148
1 龄幼虫	捕食及其它	1.5539 ± 0.0150	1.5232 ± 0.0112	1.5949 ± 0.0088	1.5521 ± 0.0130
1 st instar larvae	Predators and others				
2 ~ 3 龄幼虫	侧沟腹茧蜂	1.0838 ± 0.0167	1.0445 ± 0.0035	1.1732 ± 0.0337	1.1924 ± 0.0244
2 nd – 3 rd instars larvae	<i>Microplitis</i> sp.				
	棉铃虫齿唇姬蜂	1.1663 ± 0.0381	1.0630 ± 0.0036	1.0780 ± 0.0148	1.0652 ± 0.0145
	<i>Campoletis chlorideae</i>				
	捕食及其它	2.2567 ± 0.1920	2.4853 ± 0.0271	2.0552 ± 0.1051	2.0569 ± 0.0362
	Predators and others				
4 ~ 5 龄幼虫	球孢白僵菌	1.1076 ± 0.0397	1.0121 ± 0.0001	1.1351 ± 0.0076	1.1096 ± 0.0191
4 th – 5 th instars larvae	<i>Beauveria bassiana</i>				
	捕食及其它	1.7906 ± 0.0860	1.8501 ± 0.0778	1.7434 ± 0.0888	1.8014 ± 0.0042
	Predators and others				
6 ~ 7 龄幼虫	捕食及其它	2.1997 ± 0.0158	2.3383 ± 0.2707	2.3144 ± 0.0829	2.2716 ± 0.0438
6 th – 7 th instars larvae	Predators and others				
蛹 Pupae	病亡 Diseases	1.1444 ± 0.0182	1.0910 ± 0.0122	1.1160 ± 0.0212	1.1300 ± 0.0218
	不羽化 Not eclosion	1.1135 ± 0.0233	1.0770 ± 0.0104	1.0889 ± 0.0151	1.0673 ± 0.0073
	其它 Others	1.2108 ± 0.0449	1.2665 ± 0.0500	1.2097 ± 0.0060	1.2141 ± 0.0432
成虫 Adults	羽化不正常	1.0834 ± 0.0113	1.0976 ± 0.0232	1.1206 ± 0.0211	1.1022 ± 0.0154
	Abnormal eclosion				

表 4 烟草和香芋上第 3 代斜纹夜蛾自然种群生命表表的重要因子分析 (mean ± SE)

Table 4 Analysis of important factors for 3rd generation *S. litura* populations on tobacco and taro

虫期 Stages	作用因子 Factors	排除作用因子控制指数 (EIPC)Exclusive index of population control			
		2005		2006	
		烟草 Tobacco	香芋 Taro	烟草 Tobacco	香芋 Taro
卵 Eggs	不孵 Not hatch	1.0255 ± 0.0031	1.0321 ± 0.0110	1.0214 ± 0.0095	1.0278 ± 0.0004
	寄生蜂 Parasitoids	1.0158 ± 0.0010	1.0034 ± 0.0012	1.0224 ± 0.0009	1.0225 ± 0.0031
	捕食及其它 Predators and others	1.7301 ± 0.0591	1.1884 ± 0.0542	1.5778 ± 0.0330	1.4723 ± 0.0334
1 龄幼虫	捕食及其它	2.2412 ± 0.1086	1.6050 ± 0.0468	2.0091 ± 0.0181	1.9022 ± 0.0552
1 st instar larvae	Predators and others				
2 ~ 3 龄幼虫	侧沟腹茧蜂	1.1058 ± 0.0106	1.1650 ± 0.0235	1.6779 ± 0.0995	1.7097 ± 0.1872
2 nd – 3 rd instars larvae	<i>Microplitis</i> sp.				
	棉铃虫齿唇姬蜂	1.2464 ± 0.0417	1.2776 ± 0.0189	1.3500 ± 0.0319	1.3067 ± 0.0686
	<i>Campoletis chlorideae</i>				
	捕食及其它	1.7401 ± 0.0595	2.0829 ± 0.0857	1.3134 ± 0.1001	1.4032 ± 0.1069
	Predators and others				
4 ~ 5 龄幼虫	核型多角体病毒	1.0682 ± 0.0177	1.0683 ± 0.0111	1.1071 ± 0.0286	1.0555 ± 0.0139
4 th – 5 th instars larvae	Nuclear polyhedrosis virus				
	球孢白僵菌	1.5578 ± 0.0518	1.1505 ± 0.0170	1.2218 ± 0.0096	1.1606 ± 0.0552
	<i>Beauveria bassiana</i>				
	捕食及其它	1.0688 ± 0.0176	1.6711 ± 0.0708	1.6434 ± 0.0441	1.7170 ± 0.0296
	Predators and others				
6 ~ 7 龄幼虫	核型多角体病毒	1.4255 ± 0.0330	1.2490 ± 0.0421	1.4934 ± 0.0619	1.4004 ± 0.0543
6 th – 7 th instars larvae	Nuclear polyhedrosis virus				
	球孢白僵菌	1.0364 ± 0.0066	1.0124 ± 0.0054	1.0633 ± 0.0193	1.0673 ± 0.0073
	<i>Beauveria bassiana</i>				
	捕食及其它	1.6171 ± 0.0553	2.1845 ± 0.1534	1.6023 ± 0.0850	1.8752 ± 0.0604
	Predators and others				
蛹 Pupae	病亡 Diseases	1.1468 ± 0.0536	1.2095 ± 0.0285	1.2712 ± 0.0700	1.2439 ± 0.0105
	不羽化 Not eclosion	1.0715 ± 0.0134	1.1316 ± 0.0067	1.0451 ± 0.0074	1.1138 ± 0.0221
	其它 Others	1.0910 ± 0.0999	1.0147 ± 0.0104	1.0950 ± 0.0347	1.0809 ± 0.0157
成虫 Adults	羽化不正常	1.1023 ± 0.0207	1.1219 ± 0.0239	1.0899 ± 0.0140	1.0807 ± 0.0158
	Abnormal eclosion				

表 5 天敌等自然作用因子对斜纹夜蛾自然种群的联合控制作用 (mean ± SE)

Table 5 Complex effectiveness of natural factors on <i>S. litura</i> populations					
世代 Generations	作用因子 Factors	排除作用控制指数 (EIPC)Exclusive index of population control			
		烟草 Tobacco		香芋 Taro	
		2005	2006	2005	2006
第 2 代 2 nd generation	寄生蜂 Parasitoids	1. 2866 ± 0. 0449 a	1. 3048 ± 0. 0679 a	1. 1402 ± 0. 00295 b	1. 3085 ± 0. 017 a
	捕食及其它 Predators and others	19. 1405 ± 1. 2549 b	20. 0805 ± 0. 8469 ab	23. 2879 ± 3. 0615 a	19. 2295 ± 0. 5593 b
	病原微生物 Pathogens	1. 2678 ± 0. 0605 a	1. 2668 ± 0. 0309 a	1. 1043 ± 0. 0124 b	1. 2540 ± 0. 0392 a
	全部因子 Total factors	31. 2029 ± 2. 4692 a	33. 1421 ± 0. 7938 a	29. 3492 ± 4. 17401 a	31. 5357 ± 0. 6095 a
第 3 代 3 rd generation	寄生蜂 Parasitoids	1. 4000 ± 0. 0377 b	2. 3182 ± 0. 1908 a	1. 4933 ± 0. 0183 b	2. 2755 ± 0. 1325 a
	捕食及其它 Predators and others	12. 7447 ± 1. 7355 a	12. 0461 ± 1. 6966 a	14. 7327 ± 1. 8116 a	13. 6811 ± 1. 3419 a
	病原微生物 Pathogens	2. 8165 ± 0. 1046 a	2. 7348 ± 0. 2804 a	1. 8787 ± 0. 0316 c	2. 2790 ± 0. 172 b
	全部因子 Total factors	50. 0371 ± 4. 6098 b	75. 4167 ± 2. 6245 a	41. 2873 ± 4. 4931 c	70. 5355 ± 3. 0162 a

* 相同字母表示同行不同数据之间差异不显著 (DMRT 法 , $p \leq 0.05$) Means with the same letters on the same row show difference is not significant is not significant (ANOVA followed by Duncan 's multiple range test , DMRT , $p \leq 0.05$)

年。2005 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾的全部自然作用因子的排除作用控制指数分别为 31. 2029、50. 0371 和 29. 3492、41. 2873 2006 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾的全部自然作用因子的排除作用控制指数分别为 33. 1421、75. 4167 和 31. 5357、70. 5355 ;如没有天敌等自然因子的作用 2005 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 31. 2029、50. 0371 倍和 29. 3492、41. 2873 倍 2006 年烟草和香芋上第 2、3 代斜纹夜蛾自然种群趋势指数将分别增长 33. 1421、75. 4167 倍和 31. 5357、70. 5355 倍。

3 讨论

不少研究证明 ,天敌因子在斜纹夜蛾自然种群的控制中起着重要的作用 ,尤以捕食性天敌为明显 [15 , 17 , 20 , 21 , 28]。本研究通过组建烟草和香芋上第 2 和第 3 代斜纹夜蛾自然种群生命表及在此基础上进行了排除作用控制指数分析 ,结果表明在烟草和香芋这两种寄主上天敌类群对斜纹夜蛾控制作用 ,均“捕食及其它”最强 ,其次是“病原微生物” ,而以“寄生蜂”最弱。在生命表作用因子的估计中 ,“捕食及其它”除捕食性天敌的作用外 ,还包括其它不易统计的因子 [8] ,如气候因素 ,烟草则还包括打顶、打芽和采收烟叶等人为干扰引起的害虫种群数量减少。部分研究认为 ,不少植物本身对害虫存在某些不利的影响因素 ,因而同一种害虫在不同寄主上发生的种群数量有所差异 [8 , 29 , 30]。在本试验中 ,两种寄主种植时间和调查时间较为一致 ,两寄主上斜纹夜蛾种群因气候因子引起的差异极小。但发现无论第 2 代还是第 3 代斜纹夜蛾 ,其种群趋势指数 (I)均以烟草小于香芋 ,可能是斜纹夜蛾幼虫在烟草上生长发育过程中 ,其相对死亡率较高或是烟草经常打芽及后期采收烟叶等农事操作对斜纹夜蛾种群的影响较大。

经田间和室内的观察 ,烟草和香芋上斜纹夜蛾卵期的寄生蜂主要有赤眼蜂 ,捕食性天敌主要有烟盲蝽 (*Cyrtopeltis tenuis*)、食虫沟瘤蛛 (*Ummeliata insecticeps*)、草间小黑蛛 (*Erigone graminicollm*)和狼蛛等 ,但它们对卵的控制作用效果很低 ,原因可能是斜纹夜蛾的卵块层数较多 (一般 2 ~ 4 层) ,而赤眼蜂的产卵管比较短 ,一般仅能寄生表层的少数卵粒 ,同时 ,卵块表面绝大多数覆盖浓密的绒毛 ,对捕食性天敌的捕食起到一定的阻碍作用。调查中 ,发现侧沟茧蜂 (*Microplitis* sp.) 和棉铃虫齿唇姬蜂 (*Campoletis chlorideae*) 一般选择寄生斜纹夜蛾 1 ~ 2 龄幼虫 ,待斜纹夜蛾幼虫发育至 2 龄末或 3 龄时 ,两种寄生蜂老熟幼虫即从斜纹夜蛾幼虫的腹部钻出。可见 ,侧沟茧蜂和棉铃虫齿唇姬蜂主要对斜纹夜蛾低龄幼虫起控制作用 ,且对第 3 代幼虫的控制作用强

于第 2 代。球孢白僵菌和核型多角体病毒在高温高湿的环境下易于流行^[17],对第 3 代斜纹夜蛾高龄幼虫有一定的控制作用。在整个斜纹夜蛾幼虫期,捕食性天敌作为天敌的一大类群,对斜纹夜蛾种群数量起到显著的控制作用,是影响斜纹夜蛾种群发展趋势的重要因子。这与前人对蔬菜上斜纹夜蛾自然种群生命表研究的结果一致^[17,21],说明就天敌而言,烟草、香芋和蔬菜上斜纹夜蛾的捕食性天敌均是一个不容忽视的控制因子。国内不少生命表的研究证实,其它食叶类鳞翅目害虫,例如棉铃虫、菜蛾的天敌因子中同样以捕食性天敌为控制种群发展趋势的重要因子^[31~33],一些钻蛀性和潜叶性害虫,例如华山松木蠹象和美洲斑潜蝇的各控制因子中,其重要因子为寄生蜂^[34,35],而黑刺粉虱的重要因子为病原真菌^[36]。可见,不同害虫种类由于生活习性和取食特性不同,其控制种群的重要因子也各不相同。

蒋杰贤等认为,蔬菜上第 4 代和第 8 代斜纹夜蛾捕食性天敌主要是蚂蚁、蜘蛛类和尖角厉蝽,而我们则发现对烟草和香芋第 2、3 代斜纹夜蛾起主要作用的捕食性天敌是蜘蛛类(包括狼蛛、斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus*、食虫沟瘤蛛和草间小黑蛛等)、红彩真猎蝽 (*Harpactor fuscipes*)及步甲等,蚂蚁的种群数量较低,其起的作用甚为微弱。同时,蔬菜上对斜纹夜蛾种群起重要作用的病原微生物主要包括病毒、细菌、真菌及微孢子虫等^[17,21],而本研究结果认为,在烟草和香芋上对斜纹夜蛾起主要作用的仅有核型多角体病毒和球孢白僵菌。说明在不同作物上斜纹夜蛾的主要天敌种类和结构也不尽相同。这些研究结果为今后合理保护利用田间原有的天敌资源提供了科学的依据。

研究发现,2006 年斜纹夜蛾在田间发生的时间要早于 2005 年,2006 年天敌等自然因子的控制作用也相对较强,尤其寄生蜂,其对第 3 代斜纹夜蛾幼虫的寄生作用明显强于 2005 年。根据当地气象资料得知,2005 年 2~4 月的日平均气温分别为 9.5、13.4℃和 20.6℃,而 2006 年 2~4 月的日平均气温分别为 12.1、14.8℃和 21.3℃。由此可初步推测,2006 年早春的气温较高,田间烟草和香芋种植时间相对也较早,而气温对斜纹夜蛾越冬代成虫及其天敌发生又均比较有利。所以,与 2005 年相比,斜纹夜蛾在田间发生的时间相对较早,由于天敌对害虫有跟随效应,因而寄生蜂等天敌种群发展速度也相对较快。本试验调查数据均完全直接通过田间获取,在估计捕食性天敌和其它因素的作用时,没有经笼罩将捕食性天敌和其它因素区分开,主要是考虑到笼罩后,笼内烟株生长发育受影响,从而影响斜纹夜蛾幼虫的发育,甚至造成死亡,这一现象在低龄幼虫期尤为明显。因此,要精确的将捕食性天敌和其它自然因子分开,仍需进一步探讨。通过生命表分析结果得知,天敌等自然因子,尤其捕食性天敌(如蜘蛛类)在烟草和香芋上对斜纹夜蛾种群有较好的控制作用,鉴此如何通过一些有利的生态措施和科学合理的使用杀虫剂,达到保护利用这些天敌资源的目的。

References :

[1] Morris R F , Miller C A . The development of life table for the spruce budworm. Canadian Journal of Zoology , 1954 , 32 : 283 - 301 .
[2] Pang X F . Assess of control and effectiveness of population of insect pests. Guangdong Agricultural Sciences , 1979 , (4) : 36 - 40 .
[3] Pang X F . Index of population control and its application. Acta Phytophylacica Sinica , 1990 , 17 (1) : 11 - 16 .
[4] Pang X F , Hou R H , Liang G W , et al . Studies on the population dynamics and control of rice leaf roller in Hailing Island , Guangdong Province . I . Life table data and its component analysis. Journal of South China Agricultural University , 1981 , 2 (4) : 71 - 84 .
[5] Pang X F , Liang G W . Studies on the population dynamics and control of rice leaf roller in Hailing Island , Guangdong Province II . The relationships of between several important ecological factors and the population size , and simulation of the population dynamics of the pest in 2nd generation. Journal of South China Agricultural University , 1982 , 3 (2) : 13 - 27 .
[6] Pang X F , Liang G W . System Control of Pest Population. Guangzhou : Guangdong Science and Technology Press , 1995 .
[7] Pang X F , Liang G W , Zeng L . Evaluation of the effectiveness of natural enemies. Acta Ecologica Sinica , 1984 , 10 (4) : 46 - 56 .
[8] Lv L H , He Y R , Pang X F . Effects of cruciferous vegetables on natural populations of the diamondback moth , *Plutella xylostella* L . (Lepidoptera : Plutellidae). Acta Ecologica Sinica , 2003 , 23 (12) : 2624 - 2630 .
[9] Shu Y N . Chinese major insect pest——*Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera : Noctuidae). Entomological Knowledge . 1959 , (3) : 25 .
[10] Chen J Y , Cheng W Y , Wu X M . Damage and control of *Prodenia litura* (Fabricius) on taro. Changjiang Vegetables , 1997 , (8) : 18 - 19 .
[11] Guan B B , Chen Q J , Chen J H , et al . Studies on biology and ecology of *Prodenia litura* (Fabricius). Entomological Journal of East China , 1999 , 8 (1) : 57 - 61 .

[12] Xie J J , Hu M Y , Xu Z F. Natural enemies and biological control of *Spodoptera litura* Fabricius. *Natural Enemies of Insects* ,1999 ,21 (2) :82 – 92.

[13] Zhang G S , Chen Q J , Zeng Q , *et al.* Investigations on the natural enemies of *Spodoptera litura* Fabricius in tobacco field in Fujian Province. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*. 2003 ,25 (5) :77 – 80.

[14] He J H , Liu Y Q , Shi Z H. List of hymenopterous parasitoids of *Spodoptera litura* Fabricius from China. *Natural Enemies of Insects*. 2002 ,24 (3) :128 – 137.

[15] Bilapate G G , Pawar V M , Thomobre U T. Life table and intrinsic rate of increase of *Spodoptera litura* Fabricius on sunflower. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* ,1980 ,50 (3) :273 – 276.

[16] Harrington S A , Hutchinson P , Dutch M E , *et al.* An efficient method of mass rearing two introduced parasitoids of noctuids (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of the Australian Entomological Society* ,1993 ,32 (1) :79 – 82.

[17] Jiang J X , Liang G W , Pang X F. Effectiveness of natural enemies on *Spodoptera litura*. *Chinese Journal of Applied Ecology* ,1999 ,10 (4) :461 – 463.

[18] Jiang J X , Liang G W , Wang K W. Predation of several predators to common cutworm , *Spodoptera litura* . *Acta Agriculturae Shanghai* ,2001 ,17 (4) :78 – 81.

[19] Joshi B G , Sitaramaiah S , Ramaprasad G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* (Hymenoptera : Scelionidae) on tobacco caterpillar , *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) in tobacco nurseries in Andhra Pradesh , India. *Entomophaga* ,1982 ,27 (3) :331 – 334.

[20] Li X Y , Chen y N , Wang X M , *et al.* Study on life table of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Tobacco Science & Technology* ,2001 , (4) :44 – 47.

[21] Qin H G , Ye Z X , Huang S J , *et al.* Study on life parameters in natural population of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Chinese Journal of Eco-agriculture* ,2002 ,10 (4) :84 – 86.

[22] Sahayaraj K , Paulraj M G. Rearing and life table of reduviid predator *Rhynocoris marginatus* Fab. (Hemiptera , Reduviidae) on *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera : Noctuidae) larvae. *Journal of Applied Entomology* ,2001 ,125 (6) :321 – 326.

[23] Santharam G , Balasubramanian M. Note on the control of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera : Noctuidae) on tobacco with a nuclear polyhedrosis virus and diflubenzuron. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* ,1980 ,50 (9) :726 – 727.

[24] Sathe T V. New records of natural enemies of *Spodoptera litura* (Fab.) in Lolhapur , India. *Current Science* ,1987 ,56 (20) :37 – 42.

[25] Sivannarayana P , Subba R A , Reddy G P V. Identification of new parasites on tobacco caterpillar (*Spodoptera litura* Fabricius). *The Andhra Agricultural Journal* ,1985 ,32 (4) :284 – 286.

[26] Wei D W , Xian X Y , Zhou Z H , *et al.* Preliminary study on the functional responses of *Cyrtopeltis tenuis* to *Spodoptera litura*. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensi* ,1998 ,32 (1) :55 – 59.

[27] Xu J L , Yang G Q. Observation on biology of *Microplitis prodeniae* (Viereck). *Natural Enemies of Insects* ,1983 ,5 (1) :12 – 13.

[28] Zheng Y L , Xu F C , Wu Y H , *et al.* Establishment of continuous generation life table of *Spodoptera litura* and its application of the prediction. *Acta Agriculturae Zhejiangensi* ,2005 ,17 (4) :203 – 206.

[29] Li X Z , Liu Y H , Tian Y. Effects of six host plants on the development and fecundity of *Cicadulina bipunctella*. *Chinese Journal of Applied Ecology* ,2004 ,15 (8) :1431 – 1434.

[30] Cao Y , Zeng L , Cui Z X , *et al.* Study of the effect of host plants on peach aphid on Lily. *Journal of Southwest Agricultural University* ,2004 ,26 (2) :165 – 168.

[31] Wang D Y , Gou H L , Qiang S , *et al.* Study on the control affect of natural enemies to cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hubner) Population in Xinjiang. *Journal of Xinjiang Agricultural University* ,1999 ,22 (4) :289 – 293.

[32] Xia J Y , Wang C Y , Cui S Z. Comparative studies on life tables of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) in the different cotton cropping systems. *Acta Gossypii Sinica* ,2000 ,12 (6) 281 – 287.

[33] Xu S C , Zhou M L , Jia P J , *et al.* Study on the life table of *Plutella xylostella* in the *Pugionium comutum* field. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*. 2006 ,34 (17) :4340 – 4341 ,4344.

[34] Liu J H , Yang C H , Luo Z F , *et al.* A report on the natural population life table of *Pissodes punctatus*. *Journal of Central South Forestry University* , 2005 ,25 (5) :110 – 112.

[35] Chen Y , Zhou J W. Life table of natural population of *Liriomyza sativae*. *Plant Protection*. 2006 ,32 (1) :93 – 95.

[36] Han B Y , Cui L. Natural population life table of citrus spiny whitefly (*Aleurocanthus spiniferus*) in tea garden. *Acta Ecologica Sinica* ,2003 ,23 (9) 1781 – 1790.

参考文献：

[2] 庞雄飞. 害虫种群数量控制和防治害虫效果的评价问题. *广东农业科学* ,1979 , (4) :36 ~40.

[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 ,侯任环 ,梁广文 ,李哲怀. 稻纵卷叶螟防治策略的探讨 I . 稻纵卷叶螟生命表及其主要死亡因子分析. 华南农业大学学报 ,1981 ,2 (4) :71 ~84.

[5] 庞雄飞 ,梁广文. 稻纵卷叶螟防治策略的探讨 II . 几种重要的生态因子与种群数量的关系及海陵第二代种群动态模拟. 华南农业大学学报 ,1982 ,3 (2) :13 ~27.

[6] 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.

[7] 庞雄飞 ,梁广文 ,曾玲. 昆虫天敌作用的评价. 生态学报 ,1984 ,10 (4) :46 ~56.

[8] 吕利华 ,何余容 ,庞雄飞. 四种十字花科蔬菜上小菜蛾自然种群连续世代生命表. 生态学报 ,2003 ,23 (12) :2624 ~2630.

[9] 束炎南. 我国的大害虫-斜纹夜蛾. 昆虫知识 ,1959 , (3) :25.

[10] 陈健亚 ,程文亮 ,吴晓梅. 斜纹夜蛾在芋上的为害与防治. 长江蔬菜 ,1997 , (8) :18 ~19.

[11] 官宝斌 ,陈乾锦 ,陈家骅 ,张玉珍 ,张章华 ,等. 斜纹夜蛾的生物学和生态学特性研究. 华东昆虫学报 ,1999 ,8 (1) :57 ~61.

[12] 谢建军 ,胡美英 ,许再福. 斜纹夜蛾的天敌及其生物防治. 昆虫天敌 ,1999 ,21 (2) :82 ~92.

[13] 张根顺 ,陈乾锦 ,曾强 ,等. 福建省烟田斜纹夜蛾的天敌调查. 江西农业大学学报 (自然科学版) ,2003 ,25 (5) :77 ~80.

[14] 何俊华 ,刘银泉 ,施祖华. 中国斜纹夜蛾寄生蜂名录. 昆虫天敌 ,2002 ,24 (3) :128 ~137.

[17] 蒋杰贤 ,梁广文 ,庞雄飞. 斜纹夜蛾天敌作用的评价. 应用生态学报 ,1999 ,10 (4) :461 ~463.

[18] 蒋杰贤 ,梁广文 ,王奎武. 几种天敌对斜纹夜蛾幼虫的捕食作用. 上海农业学报 ,2001 ,17 (4) :78 ~81.

[20] 李小一 ,陈永年 ,王雪梅 ,陈显俊 ,匡传富. 斜纹夜蛾生命表研究试验总结. 烟草科技 ,2001 , (4) :44 ~47.

[21] 秦厚国 ,叶正襄 ,黄水金 ,等. 斜纹夜蛾自然种群生命参数的研究. 中国生态农业学报 ,2002 ,10 (4) :84 ~86.

[26] 韦德卫 ,贤小勇 ,周至宏 ,等. 烟盲蝽对斜纹夜蛾捕食功能反应的初步研究. 河南农业大学学报 ,1998 ,32 (1) :55 ~59.

[27] 徐洁莲 ,杨广球. 斜纹夜蛾侧沟茧蜂生物学特性观察. 昆虫天敌 ,1983 ,5 (1) :12 ~13.

[28] 郑永利 ,许方程 ,吴永汉 ,许宜常 ,姜周铎. 斜纹夜蛾自然种群连续世代生命表组建及其在测报上的应用. 浙江农业学报 ,2005 ,17 (4) :203 ~206.

[29] 李小珍 ,刘映红 ,田艳. 六种寄主植物对二点叶蝉生长发育和繁殖的影响. 应用生态学报 ,2004 ,15 (8) :1431 ~1434.

[30] 曹毅 ,曾玲 ,崔志新 ,等. 寄主植物对百合上桃蚜的影响研究. 西南农业大学学报 ,2004 ,26 (2) :165 ~168.

[31] 王登元 ,郭慧琳 ,羌松. 向龙成天敌对棉铃虫种群控制作用的研究. 新疆农业大学学报 ,1999 ,22 (4) :289 ~293.

[32] 夏敬源 ,王春义 ,崔素贞. 不同类型棉田棉铃虫自然种群生命表比较研究. 棉花学报 ,2000 ,12 (6) :281 ~287.

[33] 徐世才 ,周茂林 ,贾培军 ,等. 沙芥田菜蛾自然种群生命表的研究. 安徽农业科学 ,2006 ,34 (17) :4340 ~4341 ,4344.

[34] 刘菊华 ,杨春花 ,罗正方 ,等. 华山松木蠹象自然种群生命表初报. 中南林学院学报 ,2005 ,25 (5) :110 ~112.

[35] 陈艳 ,赵景玮. 美洲斑潜蝇自然种群生命表的研究. 植物保护 ,2006 ,32 (1) :93 ~95.

[36] 韩宝瑜 ,崔林. 茶园黑刺粉虱自然种群生命表. 生态学报 ,2003 ,23 (9) :1781 ~1790.