

香蕉弄蝶越冬滞育幼虫空间格局特征分析

陆永跃, 梁广文

(华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 调查研究了香蕉园香蕉弄蝶 *Erionota torus* Evans 越冬滞育幼虫空间格局特征。结果表明, 香蕉弄蝶越冬滞育幼虫在香蕉园呈聚集分布, 其 Iwao $m^* - m$ 回归模型、Taylor 幂模型分别为 $m^* = 1.788 m + 1.038$ 、 $\lg s^2 = 0.459 + 1.219 \lg m$ 。对以上模型参数的分析结果表明, 该滞育幼虫之间相互吸引, 分布的基本成分是个体群, 个体群在蕉园中为聚集分布, 且在一切密度下都是聚集的, 聚集强度随着密度的升高而增大; 导致滞育幼虫在香蕉园呈聚集分布的原因是由于环境因素引起的; 建立了最适理论抽样数公式为 $N = 22.56 \times (2.038/m + 0.788)$, 并给出了不同密度、不同准确度要求下的最适抽样株数。

关键词: 香蕉弄蝶; 滞育幼虫; 空间格局; 抽样

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2008)01-0032-03

Spatial Pattern of *Erionota torus* Diapause Larvae in Winter

LU Yong-yue, LIANG Guang-wen

(Lab of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The spatial pattern of the banana skipper, *Erionota torus* Evans, diapause larvae in winter was studied in this paper. The results revealed that: (1) The spatial distribution of the diapause larvae at all densities was aggregative in the banana plantation; (2) By analysis of the parameters of Iwao $m^* - m$ model and Taylor model, it was gotten that the larvae attracted each other, the basic unit was individual group, and aggregative level increased with the larvae density increasing; (3) The aggregation of diapause larvae was caused by environmental factors in banana plantation; (4) The most suitable sampling quantity at different density of diapause larvae could be obtained from the formula $N = 22.56 \times (2.038/m + 0.788)$.

Key words: *Erionota torus*; diapause larvae; spatial pattern; sampling

香蕉弄蝶 *Erionota torus* Evans 属鳞翅目弄蝶科昆虫, 主要分布于东南亚和中国的福建、台湾、海南、广东、广西和云南等香蕉种植区, 是香蕉上主要害虫之一^[1-3]。香蕉弄蝶在香蕉园发生具有明显的规律性^[4-6]。关于蕉园该虫空间分布规律及其应用等笔者曾开展了一些研究, 结果表明, 该弄蝶卵在香蕉园呈聚集分布, 其株着卵率和卵量关系模型可用于该虫田间卵密度的估计中^[7-8]。香蕉弄蝶幼虫对香蕉叶片的为害量随虫龄的增长表现为指数增大规律^[9]。寄生该虫的寄生蜂有 10 种以上, 而且在自然

条件下寄生作用很强^[10]。目前鲜见有关香蕉弄蝶幼虫空间分布格局方面的报道。因此, 笔者开展了香蕉弄蝶特定发生时期——越冬期滞育幼虫的空间分布规律研究, 以为该虫越冬虫口基数调查等提供科学依据。

1 调查方法

调查于 2000 年 12 月在深圳市龙岗生态村香蕉园进行。香蕉品种为威廉斯香牙蕉, 调查时香蕉的生育期是生长期。采用随机方法取样, 每样本数量不少

收稿日期: 2007-02-05

作者简介: 陆永跃 (1972—), 男, 副教授, 博士, E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

基金项目: 广东省科技攻关项目 (国际合作项目) (980135)

于 30 株,共取 19 个样本. 取样时分别记录每株越冬幼虫数量,由此计算出每个样本的幼虫密度和方差. 采用平均拥挤度、扩散系数、聚块性指数、Iwao $m^* - m$ 回归模型、Taylor 幂模型等空间格局的主要参数及模型来分析香蕉弄蝶越冬幼虫空间格局特征. 有关各指数和模型具体意义及其计算参见陆永跃等^[7].

2 结果与分析

2.1 空间格局的主要参数

香蕉弄蝶越冬滞育幼虫在蕉园的空间分布各主要参数计算结果见表 1. 由平均拥挤度、扩散系数、聚块性指数、负二项分布 k 值等指标值可以看出该

表 1 香蕉弄蝶越冬滞育幼虫空间分布的主要参数

Tab. 1 Parameters of the spatial pattern of the banana skipper diapause larvae in the banana plantation

样本序号 no. of sample	越冬幼虫密度 density of diapause larvae/ (头·株 ⁻¹)	样本方差 variance	平均拥挤度 mean crowding index(m^*)	扩散系数 diffusion index	聚块性指数 coalescence index (m^*/m)	负二项分布 k 值 k value for negative binomial
1	0.267	0.546	1.312	2.045	4.914	0.256
2	0.313	0.743	1.687	2.374	5.389	0.228
3	0.333	0.675	1.360	2.027	4.084	0.324
4	0.355	0.890	1.862	2.507	5.245	0.236
5	0.367	0.809	1.571	2.204	4.282	0.305
6	0.428	1.055	1.893	2.465	4.423	0.292
7	0.550	1.459	2.203	2.653	4.005	0.333
8	0.683	2.321	3.081	3.398	4.511	0.285
9	0.885	2.210	2.382	2.497	2.692	0.591
10	1.033	3.449	3.372	3.339	3.264	0.442
11	1.092	2.549	2.426	2.334	2.222	0.818
12	1.100	2.852	2.693	2.593	2.448	0.691
13	1.248	3.569	3.108	2.860	2.490	0.671
14	1.400	3.149	2.649	2.249	1.892	1.121
15	1.467	4.223	3.346	2.879	2.281	0.781
16	1.482	4.997	3.854	3.372	2.600	0.625
17	1.600	6.731	4.807	4.207	3.004	0.499
18	1.712	5.863	4.137	3.425	2.416	0.706
19	1.825	6.564	4.422	3.597	2.423	0.703

虫滞育幼虫在蕉园是呈聚集分布的. 所调查的 19 个样本密度下,平均拥挤度为 1.312 ~ 4.422,扩散系数为 2.027 ~ 4.207,聚块性指数为 1.892 ~ 5.389. 由于香蕉弄蝶越冬滞育幼虫在蕉园是聚集分布,因此在进行田间密度调查时应采取多点、每点较小样本的抽样方式,如 5 点取样、随机取样、平行跳跃法取样、对角线取样、Z 字型取样等.

2.2 空间格局主要参数与越冬滞育幼虫密度关系

2.2.1 Iwao $m^* - m$ 回归模型 经相关性分析, m^* 与 m 之间相关系数(r)为 0.910 1,达显著水平. 建立香蕉弄蝶越冬滞育幼虫密度和平均拥挤度的关系的 Iwao $m^* - m$ 回归方程为 $m^* = 1.788m + 1.038$. 经检验该模型的拟合值和实测值之间卡方值, $R^2 = 0.823\ 9 > R^2_{0.01,17} = 0.575\ 0$,两者之间差异不显著,因

此所建模型成立(图 1). 该回归模型的参数 $\alpha = 1.038 > 0, \beta = 1.788 > 1$,表明香蕉弄蝶越冬滞育幼虫之间相互吸引,分布的基本成分是个体群,越冬滞育幼虫个体群在蕉园中为聚集分布.

2.2.2 Taylor 幂模型 应用 Taylor 幂模型对各样本的越冬滞育幼虫密度和方差的关系进行拟合,所得方程为 $\lg s^2 = 0.459 + 1.219 \lg m$. 经卡方检验, $R^2 = 0.861\ 2 > R^2_{0.01,17} = 0.575\ 0$,拟合值和实测值之间差异不显著,因此模型成立. 根据参数 $a = 0.459 > 0, b = 1.219 > 1$,可知在蕉园中香蕉弄蝶越冬滞育幼虫在任何密度下都是聚集的,且聚集强度随着密度的升高而增大.

2.2.3 聚块性指数 研究结果表明聚块性指数随着幼虫密度增大而逐渐减小(图 2). 经分析 m^*/m

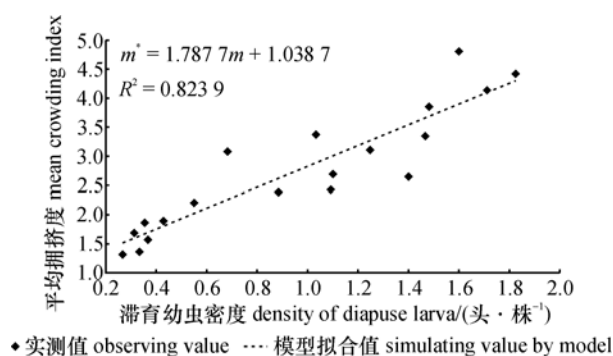


图1 香蕉弄蝶越冬滞育幼虫密度和平均拥挤度的关系

Fig.1 Relationship between the mean crowding index and the density of the banana skipper diapause larva in winter

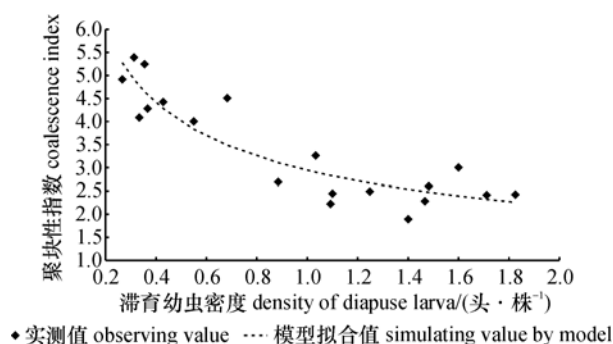


图2 香蕉弄蝶越冬滞育幼虫密度和聚块性指数的关系

Fig.2 Relationship between the coalescence index and the density of the banana skipper diapause larva in winter

和 m 之间关系符合以下方程: $m^*/m = 2.944m^{-0.442}$, 经检验实测值和模型拟合值之间卡方值, $R^2 = 0.834 > R^2_{0.05,17} = 0.575$, 所建模型成立. 当越冬滞育幼虫密度为0.333头/株时, 聚块性指数值为4.08, 当密

度大于1头/株时, 聚块性指数降低速率变小, 大部分在1.892~3.004范围内, 主要在2.2~2.6之间. 这表明当越冬滞育幼虫密度由较低逐渐增大时, 聚集强度在不断减弱, 变化速度逐渐减缓. 这与2.2.2中弄蝶越冬滞育幼虫分布的基本成分是个体群、越冬滞育幼虫个体群在蕉园分布任何密度下都是聚集的研究结果是一致的, 但却与聚集强度随着密度的升高而增大的结论相反. 具体原因尚待进一步研究.

2.3 影响越冬滞育幼虫聚集分布的原因

应用 Blackith 的种群聚集均数(λ)分析香蕉弄蝶越冬滞育幼虫聚集原因, 其公式为 $\lambda = \alpha r/2k$, 其中 k 为负二项分布 k 值, r 为当自由度为2时 χ^2 表中 $\alpha = 0.5$ 时对应值. 将各样方幼虫密度与负二项分布 k 值代入上式, 得出 λ 值. 计算结果表明19个样方中18个样方的 λ 值小于2, λ 平均值为1.241. 因此认为香蕉弄蝶越冬滞育幼虫在香蕉园呈聚集分布的原因是由于环境因素引起的, 可能的原因是秋冬季香蕉植株生长状况差异等.

2.4 理论抽样数公式的建立

根据 Iwao 提出的最适理论抽样数公式:

$$N = t^2/D^2[(\alpha+1)/m + \beta - 1],$$

结合以上研究结果, 在保证概率0.95、允许误差0.3、0.2和0.1的条件下, 计算出香蕉弄蝶越冬滞育幼虫的最适理论抽样数(表2). 当允许误差为0.2, 越冬滞育幼虫密度在0.5头/株时, 取样在110株以上; 密度为1头/株时, 取样64株; 密度为2头/株时, 取样41株.

表2 香蕉弄蝶越冬滞育幼虫理论抽样数

Tab.2 Theoretic number of sample for the banana skipper diapause larvae in the banana plantation		株																		
允许误差	越冬滞育幼虫密度 density of diapause larvae/(头·株 ⁻¹)																			
error	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.3	212	110	76	59	49	42	37	33	31	28	26	25	24	22	22	21	20	19	19	18
0.2	478	248	171	133	110	94	83	75	69	64	60	56	53	51	48	47	45	43	42	41
0.1	1910	991	684	531	439	378	334	301	275	255	238	224	213	202	194	186	179	173	168	163

3 小结

香蕉弄蝶是华南香蕉产区香蕉上主要害虫之一, 以幼虫食叶为害香蕉, 发生严重时可吃光大部分叶片, 严重影响香蕉植株生长及结果. 广州地区每年5—7月、气温高、雨量多、蕉叶生长茂盛, 而且此时天敌数量较少, 最有利弄蝶的生长发育和繁殖, 故此期间香蕉弄蝶第3、4世代的种群密度最大, 对蕉类危害也就最严重, 常见蕉叶被吃殆尽、仅剩主脉的情况. 在广东11—12月该虫以滞育老熟幼虫在叶苞内结茧进入越冬期, 次年2月底—3月化蛹羽化为成

虫. 该虫越冬虫源基数调查是进行次年虫情预测预报的基础, 而明确越冬滞育幼虫空间分布规律是确定该虫调查方法的依据. 本文对香蕉弄蝶越冬滞育幼虫的空间格局的研究结果表明, 该虫态在香蕉园呈明显聚集分布, 分布的基本成分是个体群, 在任何密度下都是聚集的, 聚集强度随着密度的升高而增大; 导致滞育幼虫在香蕉园呈聚集分布的原因是由于环境因素引起的. 最后在空间分析基础上建立了最适理论抽样数公式, 并给出了不同密度、不同准确度要求下的最适抽样株数, 为该虫的田间越冬幼

(下转第38页)

- [3] 赵章武,黄永平. 昆虫滞育及其调控机制[J]. 山西大学学报:自然科学版, 1995, 18(1): 105-118.
- [4] BUNDEB D E, PEPPER J H. Biosynthesis and occurrence of free amino acids in eggs of the grasshopper, *Aulocara elioti*[J]. J Insect Physiol, 1968, 14(11): 1635-1649.
- [5] MORGAN T D, CHIPPENDALE G M. Free amino acids of the haemolymph of the southwestern corn borer and the European corn borer in relation to their diapause[J]. J Insect Physiol, 1983, 29(10): 735-740.
- [6] BOCTOR I Z. Changes in the free amino acids of the haemolymph of diapause and non-diapause pupae of the cotton bollworm, *Heliothis armigera* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 1981, 37(2): 125-126.
- [7] GOTO M, FUJII M, SUZUKI K, et al. Factors affecting carbohydrate and free amino acid content in overwintering larvae of *Enosima leucotaeniella* [J]. J Insect Physiol, 1998, 44(1): 87-94.
- [8] TURUNEN S, CHIPPENDALE G M. Protein of the fat body of non-diapausing and diapausing larvae of the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*, effect of juvenile hormone[J]. J Insect Physiol, 1980, 26: 163-169.
- [9] HARUYUKI S, YOSHIO O. Studies on the embryonic diapause of the pnd mutant of the silkworm, *Bombyx mori*: III. Accumulation of alanine in the diapause eggs[J]. Development Genes and Evolution, 1984, 193(6): 414-417.
- [10] 苏天运, 苏天增. 昆虫滞育生化机制研究概况: 上[J]. 四川动物, 1995, 14(3): 113-116.
- [11] 苏天运, 苏天增. 昆虫滞育生化机制研究概况: 下[J]. 四川动物, 1995, 14(4): 166-169.
- [12] 王萌长. 昆虫生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001, 92-96.
- [13] MINORU O, YUMIKO Y. Changes in amino acid pools in the silkworm, *Bombyx mori*, during embryonic life: Alanine accumulation and its conversion to proline during diapause [J]. Insect Biochemistry, 1986, 16(2): 373-379.
- [14] MORGAN T D, CHIPPENDALE G M. Free amino acids of the haemolymph of the southwestern corn borer in relation to their diapause [J]. J Insect Physiol, 1983, 29: 735-743.
- [15] 韩瑞东, 孙绪良, 许永玉, 等. 赤松毛虫越冬幼虫生化物质变化与抗寒性的关系[J]. 生态学报, 2005, 25(6): 1352-1356.
- [16] GOTO M, YUTAKA S, HITOSHI O, et al. Relationships between cold hardiness and diapause, and between glycerol and free amino acid contents in overwintering larvae of the oriental corn borer, *Ostrinia furnacalis* [J]. J Insect Physiol, 2001, 47: 157-165.
- [17] RAGHUPATHI S, REDDY R, CAMPBELL J W. Arginine Metabolism in Insects [J]. Biochemistry Journal, 1969, 115: 495-503.

【责任编辑 周志红】

(上接第 34 页)

虫密度调查提供了理论依据. 关于香蕉弄蝶生物学、生态学、种群动态规律及控制策略与技术等目前还了解甚少, 尚需进一步深入研究.

参考文献:

- [1] 张维球. 农业昆虫学[M]. 北京: 农业出版社, 1981: 884.
- [2] 黄秉智. 香蕉优质高产栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 1997.
- [3] 陆永跃, 曾玲, 梁广文. 香蕉害虫综合治理研究进展[J]. 武夷科学, 2002, 18: 276-279.
- [4] 杨政海, 杨章仁. 清水江流域香蕉弄蝶发生及为害初步研究[J]. 贵州农业科学, 1995(5): 51-52.
- [5] 张永强, AHMED D A, 韦绥概, 等. 香蕉园害虫和捕食性节肢动物群落结构及动态研究[J]. 生态学报, 2001, 21(4): 639-645.
- [6] 周汉辉, 张润杰. 新蕉园的昆虫种类及发展趋势[J]. 昆虫天敌, 1995, 17(1): 37-41.
- [7] 陆永跃, 方楚明, 沈叔平, 等. 香蕉弄蝶卵的空间分布格局研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2003, 16(4): 17-20.
- [8] 陆永跃, 梁广文, 沈叔平, 等. 香蕉弄蝶着卵株率和卵量关系模型的建立与应用[J]. 昆虫知识, 2003, 40(6): 523-525.
- [9] 陆永跃, 梁广文. 香蕉弄蝶幼虫的为害量模型研究[J]. 武夷科学, 2002, 18: 108-111.
- [10] LU Yong-yue, LIANG Guang-wen, SHEN Shu-ping. Species of the parasitoids and their control on the banana skipper *Erionota torus* Evans [C] // Proceedings of the 15th international plant protection congress. Beijing: Foreign Languages Press, 2004: 575.

【责任编辑 周志红】