

# 瓜实蝇幼虫在番石榴上空间格局的研究

鄢 铮

(福州市农业科学研究所, 福建 福州 350018)

**摘要:** 用多种聚集度指标分析番石榴园挂果期瓜实蝇幼虫的空间分布格局。结果表明: 瓜实蝇幼虫呈聚集分布型, 分布的基本成分是个体群。聚集原因是由于瓜实蝇幼虫的行为和环境因素引起的。田间虫口密度高低影响空间分布, 虫口密度加大, 番石榴果实中瓜实蝇幼虫数量差异变小。同时, 建立了幼虫在番石榴果实上的理论抽样数公式, 给出了不同误差、不同密度条件下的理论抽样数, 并得出了序贯抽样公式。

**关键词:** 瓜实蝇; 幼虫; 空间格局; 理论抽样

中图分类号: S 436. 1

文献标识码: A

## Spatial distribution of *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett) larva on guava

YAN Zheng

(Fuzhou Institute of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350018, China)

**Abstract:** Pattern of the spatial distribution of *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett) larva on guava was analyzed using various indices. The results showed that the pattern was aggregating and the colony was the basic distribution component. The aggregation might be caused by the behavior of *B. cucurbitae* larvae, as well as, the environmental conditions. Based on the data collected, a model of sampling was established. Adequate fruit sampling size for at specific error level and density of larva is presented. The sequential sampling specimen number was calculated.

**Key words:** *Bactrocera cucurbitae*; larva; spatial pattern; sampling model

瓜实蝇 *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett) 属双翅目 Diptera, 实蝇科 Tephritidae, 是为害瓜类蔬菜和水果的重要害虫之一<sup>[1]</sup>。分布于亚热带 30 多个国家和地区, 在我国主要分布在广东、广西、海南、福建、云南、台湾等地区<sup>[2]</sup>, 其寄主范围广, 能够为害的寄主有 100 多种<sup>[3-4]</sup>。近年来, 瓜实蝇的种群数量不断上升, 严重威胁果蔬的生产。前人对瓜实蝇的研究多集中在形态学、生物学和防治等方面<sup>[1-12]</sup>, 关于瓜实蝇幼虫的空间分布格局的研究还鲜见报道。笔者调查研究了瓜实蝇幼虫在番石榴上的空间分布规律, 旨在为提高测报准确率和防治效果提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查方法

调查地点选择在闽侯县上街镇马保村, 取样地块为番石榴果园, 面积 1 hm<sup>2</sup>, 种植品种为台湾“芭乐”番石榴, 植株株行距为 4 m×4 m, 树龄 5 a, 田间管理采用常规管理, 果实不套袋。果园

周边常年种植苦瓜、丝瓜、胡瓜等瓜类蔬菜。2008 年 8 月在番石榴挂果期间, 选择长势较一致的果树进行调查。将果园分为 6 个区, 采用平行跳跃取样方法, 每区抽取 30 株番石榴作为 1 个样方, 以每株为 1 个样本, 每株在上、中、下段的东、南、西、北、中 5 个方位随机摘取番石榴, 每个方位取 1 粒果, 每株取 15 粒果, 每区共取 450 粒果。在室内剖查并记录果中瓜实蝇幼虫的数量。

### 1.2 幼虫的形态特征

幼虫: 头部口脊 17~18 条, 口脊后缘有较长的齿, 齿端较尖, 附板数 10 条, 其后缘具与口脊相同的齿; 口前叶 6 片, 围绕着口感器; 口钩强大, 具端前齿。前气门有 18~19 个指突, 在其中段后方的体壁上有一类似后气门裂间的纽扣状物, 其周围放射状沟少而深。后气门有 3 对平行排列的气门裂; 气门毛 4 束, 毛端分枝较浅; 在中间 1 对气门裂内侧有 1 对纽扣状物, 其中央多为一纵向裂痕。肛区中央的两片肛叶肾形; 肛叶周缘有 3~5 列刺环绕, 内列刺大而稀, 外列小而密<sup>[13]</sup>。

### 1.3 空间分布型的测定

应用 DPS 数据处理软件对数据进行处理, 分别用 Lloyd 的平均拥挤度  $m^*$ 、David 和 Moor 的丛生指数  $I$ 、Lloyd 的聚块性指数  $m^*/m$ 、Kuno 的久野指数  $C_A$ 、Morisita 的扩散指数  $C$ 、Water 的负二项分布  $K$  值及 Iwao 的  $m^*-m$  直线回归分析法和 Taylor 幂法则等聚集度指标来分析瓜实蝇幼虫在番石榴果园中空间分布的存在形式<sup>[14-21]</sup>。

### 1.4 聚集因素分析

应用 Blackith 的种群集数  $\lambda$  检验瓜实蝇在番石榴果园中的聚集原因。 $\lambda = \frac{\bar{X} \cdot r}{2k}$ ,  $r$  为自由度等于  $2K$  时  $X_{0.05}^2$  的值;  $K$  为负二项分布参数。当  $\lambda \geq 2$ , 昆虫聚集的原因是由昆虫行为或环境因素引起的; 当  $\lambda < 2$  时, 其聚集原因是由于环境条件引起的<sup>[22]</sup>。

### 1.5 理论抽样数的确定

应用 Iwao<sup>[23]</sup> 提出的理论抽样公式  $N = \frac{t^2}{D^2} \times (\frac{a+1}{m} + \beta - 1)$  计算不同虫口密度下的理论抽样数  $N$ 。

式中:  $N$  为理论抽样数;  $t$  为置信水准;  $D$  为允许误差, 一般取值为 0.1、0.2 或 0.3;  $\alpha$ 、 $\beta$  为 Iwao  $m^*-m$  直线回归模型中两个参数,  $m$  为田间

抽样前预估的虫口密度。

### 1.6 序贯抽样

在田间进行瓜实蝇防治时, 可根据瓜实蝇的数量多少来确定是否进行防治, 采用序贯抽样可达到此目的。本研究序贯抽样采用 Kuno 序贯抽样法<sup>[24]</sup>, 即:

$$T_n = \frac{\alpha + 1}{D^2 - \beta - 1}$$

要求  $n > (\beta - 1) / D^2$ , 其中  $\alpha$ 、 $\beta$  为 Iwao 回归模型中的参数,  $T_n$  代表当抽样数量为  $n$  时的停止抽样累积虫量,  $D$  为精密指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 聚集度指标测定

瓜实蝇幼虫在番石榴果园挂果期的空间格局主要参数见表 1。从表 1 中的各项参数值可以看出: 平均拥挤度  $m^*$  都大于 1, 丛生指数  $I$  均大于 0, 聚块性指数  $m^*/m$  均大于 1, 久野指数  $C_A$  均大于 0, 扩散指数  $C$  也都大于 1, 负二项分布  $K$  值都大于 0。按照各项聚集度指标判断分布类型的标准来分析, 瓜实蝇幼虫在田间番石榴果实上的分布类型是聚集分布。

表 1 番石榴果实上瓜实蝇幼虫空间分布格局的主要参数

Table 1 Reference data for spatial distribution pattern of *B. cucurbitae* larva in guava

样本号	密度 (头·果 <sup>-1</sup> )	方差	平均拥挤度 $m^*$	丛生指数 $I$	聚块性指数 $m^*/m$	久野指数 $C_A$	扩散指数 $C$	负二项分布 $K$	种群集数 $\lambda$
1	1.467	3.212	2.657	1.190	1.811	0.811	2.190	1.233	3.563
2	2.933	4.121	3.338	0.405	1.138	0.138	1.405	7.241	4.796
3	2.697	3.067	2.834	0.137	1.051	0.051	1.137	19.659	3.825
4	5.853	7.039	6.056	0.203	1.035	0.035	1.203	28.885	8.012
5	3.573	5.152	4.015	0.442	1.124	0.124	1.442	8.085	5.811
6	4.667	6.458	5.051	0.384	1.082	0.082	1.384	12.161	6.988

### 2.2 聚集因素分析

由表 1 可知,  $\lambda > 2$ , 根据 Blackith 提出的聚集均数  $\lambda$  理论, 说明瓜实蝇幼虫的聚集原因是由于其行为 (成虫产卵的选择性) 或环境因素所引起的。

### 2.3 回归模型分析

2.3.1 Iwao 的  $m^*-m$  直线回归模型 采用 Iwao  $m^*-m$  回归模型对番石榴上瓜实蝇幼虫的虫口密度  $m$  和平均拥挤度  $m^*$  的关系进行检验, 建立回归方程:  $m^* = 1.016 + 0.843 m$  ( $R = 0.977$ )。 $m^*$  与  $m$  之间相关系数  $R = 0.977$ , 相关性达到极显著水平,

所建立的模型成立 (图 1)。该模型中参数  $\alpha = 1.016 > 0$ , 说明瓜实蝇幼虫在番石榴果实中个体间相互吸引, 种群分布的基本成分为个体群; 但参数  $\beta = 0.843 < 1$ , 可以认为瓜实蝇个体群是均匀分布的。

2.3.2 空间格局的 Taylor 幂回归模型 运用 Taylor 幂模型对各样本的密度和方差之间关系进行检验, 可得瓜实蝇在番石榴果实上的方程为:  $\lg(v) = 0.332 + 0.650 \lg(m)$ ,  $R = 0.895$ 。 $\lg(v)$  和  $\lg(m)$  之间的相关系数  $R = 0.895$ , 达到极显

著相关水平, 所建的模型成立。该模型中,  $\lg(a) = 0.332 > 0$ ,  $b = 0.650 < 1$ , 可知瓜实蝇幼虫在番石榴果园中是聚集分布的, 但随着虫口密度的增加, 种群分布就趋于均匀。也就是说, 随着虫口密度的加大, 番石榴果实间瓜实蝇幼虫的数量差异变小。

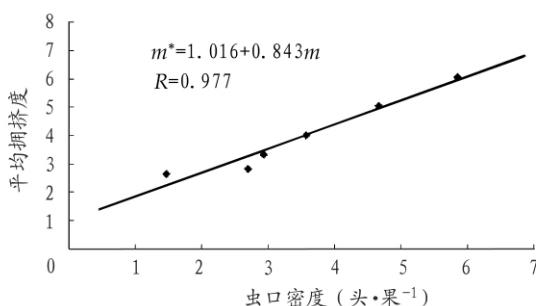


图 1 瓜实蝇幼虫平均拥挤度和密度的关系

Fig 1 Correlation between mean degree of crowding ( $m^*$ ) and density ( $m$ ) of *B. cucurbitae* larva in guava

#### 2.4 理论抽样数公式的建立

将 Iwao  $m^* - m$  回归模型中两个参数  $\alpha = 1.016$ ,  $\beta = 0.843$  代入最适理论抽样数公式中, 在保证概率 0.95 ( $t$  值为 1.96), 允许误差  $D = 0.1$  条件下, 可以得出在番石榴果园瓜实蝇幼虫虫口数量的理论抽样数公式:

$$N = 384.16 \times \left[ \frac{2.016}{m} - 0.157 \right]$$

允许误差  $D = 0.2$  条件下, 瓜实蝇幼虫虫口数量理论抽样数公式为:

$$N = 96.04 \times \left[ \frac{2.016}{m} - 0.157 \right]$$

允许误差  $D = 0.3$  条件下, 瓜实蝇幼虫虫口数量理论抽样数公式为:

$$N = 42.64 \times \left[ \frac{2.016}{m} - 0.157 \right]$$

根据以上所建立的理论抽样数公式可以确定不同密度下的理论抽样数(表 2)。

表 2 番石榴园瓜实蝇幼虫的理论抽样果数

Table 2 Theoretical sampling size of fruit specimens for studying *B. cucurbitae* larva in guava

允许误差	虫口密度(头·果 <sup>-1</sup> )									
	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.1	1489	714	327	198	133	95	69	50	36	26
0.2	372	179	82	49	33	24	17	13	9	6
0.3	165	79	36	22	15	10	8	6	4	3

瓜实蝇幼虫在果内为害, 田间调查种群数量时较困难, 工作量相当大, 因此探讨省力而简便的抽样方法是十分必要的。由表 2 可知, 在相同的允许误差下, 虫口密度较低的果园, 所需取样的果数较多, 且随着平均虫口密度的增加, 抽样数逐渐减少。而在相同的虫口密度下, 调查抽样的果数随着允许误差的增大而减少。

#### 2.5 空间格局在序贯抽样中的应用

将两个参数  $\alpha = 1.016$ ,  $\beta = 0.843$  代入 Kuno 的序贯抽样模型:

$$T_n = \frac{2.016}{D^2 + \frac{0.157}{n}}$$

在田间抽样调查时, 如果调查的累计虫量达到或超过所对应的抽样数量下的预定截止线时, 则停止抽样, 这时就能得到抽样精度为  $D$  的田间种群密度估计值, 其密度为停止抽样时的累积虫量/ $n^{[15]}$ 。

### 3 结论与讨论

3.1 昆虫的空间分布格局是指昆虫在其生存空间的分布方式, 是昆虫种群的一个重要属性, 研究昆虫的空间分布规律有助于确定或改进精确而有效的抽样设计方案<sup>[25]</sup>, 便于进行虫口密度的估计和预测预报等工作, 还可为害虫生态控制提供理论依据。本研究通过对瓜实蝇幼虫的各种聚集指标分析以及 Iwao  $m^* - m$  直线回归模型、Taylor 幂模型的分析, 可知瓜实蝇幼虫空间分布的基本成分是个体群, 个体群是均匀分布的, 且密度越高, 其分布越均匀。通过聚集指数  $\lambda$  分析表明, 瓜实蝇幼虫在番石榴园内聚集的原因主要是由于其成虫的行为(产卵的选择性)及生境共同作用所引起的。同时, 在空间格局研究基础上提出了幼虫理论抽样数公式, 给出了不同误差、不同密度条件下的理论抽样数。并利用 Iwao 公式中的  $\alpha$ 、 $\beta$  参数确定了序贯抽样的

方案,对于提高田间瓜实蝇种群密度估计精度及分析田间的防治效果,具有一定的应用价值。

3.2 在同一时期的番石榴果园中果实的成熟度是不同的,瓜实蝇的幼虫数量明显不同。当树上多为未成熟果实时,因不适宜瓜实蝇产卵,幼虫的数量明显较少;当果实基本成熟时,虫口数量就明显较多。根据空间分布的研究结果可知瓜实蝇的幼虫是聚集分布的,且密度越高,其分布越均匀。因此,在进行瓜实蝇幼虫虫口密度调查及估计时,应了解果园内不同成熟度果实的比例,对取样数进行调整,选择具有代表性的果树进行调查,才能达到准确、高效和节时的目的。

#### 参考文献:

- [1] 李人柯. 瓜实蝇的为害与防治 [J]. 中国蔬菜, 1997, (3): 26—27.
- [2] 张全胜. 瓜实蝇生物学特性观察及其防治建议 [J]. 植保技术与推广, 2002, 22 (3): 14—15.
- [3] 陈海东, 梁广勤, 杨平均. 瓜实蝇、桔小实蝇、南瓜实蝇在广州地区的种群动态 [J]. 植物保护学报, 1995, 22 (4): 348—354.
- [4] NISHIDA T, BESS H A. Applied ecology in melon fly control [J]. J Econ Entomol, 1950, 43 (6): 877—883.
- [5] 江昌木, 艾洪木, 赵士熙. 不同寄主营养条件下的瓜实蝇实验种群生命表 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2006, 31 (1): 24—28.
- [6] 梁广勤, 梁国真. 实蝇及其防除 [M]. 广州: 广东科学出版社, 1993: 103—137.
- [7] 陈群航, 陈仁, 聂德毅, 等. 瓜实蝇发生危害及诱捕技术 [J]. 植物保护, 2005, 31 (6): 63—65.
- [8] 蒋小龙, 任丽卿, 肖枢, 等. 瓜实蝇在云南生物学习性研究初报 [J]. 植物检疫, 2003, 17 (2): 74—76.
- [9] 肖枢, 蒋小龙, 张朝良, 等. 瑞丽桔小实蝇、瓜实蝇生物学特性的观察 [J]. 植物检疫, 2001, 15 (6): 332—336.
- [10] 袁盛勇, 孔琼, 李正跃, 等. 瓜实蝇生物学特性研究 [J]. 西北农业学报, 2005, 14 (3): 38—40.
- [11] 江昌木, 赵士熙, 张如盛. 三明地区瓜实蝇种群动态调查 [J]. 植物检疫, 2005, 19 (6): 372—373.
- [12] 邓裕亮, 李正跃, 张宏瑞. 西双版纳州桔小实蝇、瓜实蝇和南瓜实蝇种群动态监测 [J]. 西南农业学报, 2006, 19 (4): 643—648.
- [13] 欧剑峰, 黄鸿, 吴华, 等. 瓜实蝇国内研究概况 [J]. 长江蔬菜, 2008, (9): 33—37.
- [14] 林进添, 曾玲, 梁广文, 等. 桔小实蝇雄成虫的空间分布格局 [J]. 华南农业大学学报, 2005, 26 (2): 43—46.
- [15] 林进添, 曾玲, 梁广文, 等. 桔小实蝇卵和幼虫在番石榴上的空间格局 [J]. 华中农业大学学报, 2005, 24 (5): 451—454.
- [16] 梁光红, 陈家骅. 切割潜蝇茧蜂空间分布型及其应用 [J]. 中南林学院学报, 2006, 26 (2): 47—50.
- [17] 徐卫建, 王铁, 陆进, 等. 枇杷潜蛾幼虫空间分布型及抽样技术研究 [J]. 西南农业学报, 2007, 20 (5): 1016—1019.
- [18] 杨瑞生, 秦利, 姜义仁. 桑园中野蚕幼虫空间分布格局的研究 [J]. 植物保护, 2007, 33 (6): 99—102.
- [19] 马艳芳, 谢宗谋, 张永强, 等. 大栗鳃金龟幼虫空间分布型研究 [J]. 植物保护, 2009, 35 (4): 140—142.
- [20] 张仁福, 于江南, 斯迪克·米吉提. 枣瘿蚊幼虫空间分布型及抽样技术研究 [J]. 新疆农业大学学报, 2010, 33 (1): 23—26.
- [21] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [22] 徐汝梅. 昆虫种群生态学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 7—34.
- [23] IWAO S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations [J]. Res Popul Ecol, 1968, 10 (1): 1—8.
- [24] KUNO E. A new method of sequential sampling to obtain a fixed level of precision [J]. Res Popul Ecol, 1969, 16: 281—288.
- [25] 南京农学院. 昆虫生态及预测预报 [M]. 北京: 农业出版社, 1985: 145—151.

(责任编辑: 林海清)