

蔡志平, 彭 延, 李克福, 等. 枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布型及抽样技术[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 152–154.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.043

枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布型及抽样技术

蔡志平, 彭 延, 李克福, 姜明军, 张栋海

(新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所, 新疆图木舒克 843900)

摘要:采用聚集度指标、Taylor 幂法则和 Iwao 回归方程对枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布进行了分析。结果表明枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布型属于聚集分布, 聚集度对密度具有依赖性, 密度越大, 聚集度越高, 个体之间相互吸引, 分布的基本成分为各个体群, 聚集原因是由自身的习性和环境条件共同引起的。根据 Iwao 的最适理论抽样数模型计算了枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的理论抽样数, 在同一允许误差值下, 随着枣瘿蚊幼虫平均数的增加, 最适理论抽样数逐渐减少; 根据 WAO 的序贯抽样方法确定了枣瘿蚊是否需要防治, 在抽样数不同的情况下, 累计虫量若小于序贯抽样表中的下限则不需要防治, 若大于序贯抽样表中的上限则需要防治。

关键词:枣瘿蚊幼虫; 幼龄枣树; 空间分布型; 抽样技术

中图分类号: S436.65 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0152-03

枣瘿蚊 (*Contarinia datifolia* Jiang) 属双翅目, 瘿蚊科, 别称枣蛆、卷叶蛆、枣芽蛆等, 在全国各枣区均有发生^[1-2]。近年来随着红枣直播建园技术的不断推广与发展, 枣园内生态环境发生了很大变化, 种植密度增加, 郁闭度增大, 空气湿度加大, 为枣瘿蚊提供了有利的生存条件。枣瘿蚊主要以幼虫危害枣树的叶片、花蕾及幼果等^[3], 在发生严重的年份, 由于叶片无法正常展开, 使得枣树盛花期的营养供应不足, 严重影响枣果的品质和产量。目前对枣瘿蚊的研究侧重于发生规律及综合防治的研究, 而对其空间分布型及抽样技术的研究相对较少。种群空间格局是昆虫生态和害虫防治的主要内容之一, 能够在一定程度上揭示该种群昆虫的生态习性和密度调节机制。根据种群空间格局的概率分布模型或统计模型, 设计出在统计上合理的, 在估计上有效的, 在人力、财力上经济的抽样方案^[4]。目前对枣瘿蚊空间分布的研究并不多, 赵飞等对矮化密植枣园枣瘿蚊第一代幼虫空间分布型及抽样技术做了研究^[5]; 张仁福等对枣瘿蚊幼虫空间分布型及抽样技术做了研究^[6]。前人的研究都是在成龄枣树上进行的, 而对幼龄枣树枣瘿蚊空间分布及抽样技术的研究目前尚未见报道。科学有效地对幼龄枣树上枣瘿蚊进行调查取样、预测预报及综合防治, 控制其扩散蔓延, 研究枣瘿蚊幼虫的空间分布型及抽样技术, 可为幼龄枣树上枣瘿蚊的测报及防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地枣园选在新疆生产建设兵团第三师 44 团 14 连 3

支地进行, 面积 12 hm², 2013 年直播建园, 2014 年嫁接, 品种为灰枣, 株高 0.7 m 左右, 株行距为 0.4 m × 4 m, 试验前未经任何药剂处理。

1.2 调查方法

调查时间为 2015 年 5 月上旬第一代枣瘿蚊幼虫盛发期, 按棋盘式取样法在试验地取 10 块样点, 每个样点连续调查 100 株枣树, 在每株枣树上剥开所有卷叶并记录枣瘿蚊幼虫数量, 分别求出每个样点的平均虫口密度。

1.3 空间分布型的测定方法^[4,7-10]

1.3.1 聚集度指标 扩散系数 (C):

$$C = \frac{s^2}{m} \quad (1)$$

式中: m 为平均密度, s^2 为方差。当 $C > 1$ 时为聚集分布; 当 $C = 1$ 时为随机分布; 当 $C < 1$ 时为均匀分布。

丛生指标 (I):

$$I = \frac{s^2}{m} - 1 \quad (2)$$

式中: 当 $I > 0$ 时为聚集分布; 当 $I = 0$ 时为随机分布; 当 $I < 0$ 时为均匀分布。

负二项分布指标 (K):

$$K = \frac{m^2}{s^2 - m} \quad (3)$$

式中: 当 $K > 0$ 时为聚集分布; 当 $K < 0$ 时为均匀分布; 当 $K \rightarrow +\infty$ 时为随机分布。

久野指数 (C_A):

$$C_A = \frac{I}{m} \quad (4)$$

式中: 当 $C_A > 0$ 时为聚集分布; 当 $C_A = 0$ 时为随机分布; 当 $C_A < 0$ 时为均匀分布。

平均拥挤度 (m^*):

$$m^* = m + \left(\frac{s^2}{m} - 1 \right) \quad (5)$$

式中: 当 $m^*/m > 1$ 时为聚集分布; 当 $m^*/m = 1$ 时为随机分布; 当 $m^*/m < 1$ 时为均匀分布。

收稿日期: 2015-07-08

基金项目: 新疆生产建设兵团科技人员服务南疆专项 (编号: 2014BA047)。

作者简介: 蔡志平 (1985—), 男, 甘肃天水人, 硕士, 农艺师, 主要从事病虫害预测预报及综合防治研究。Tel: (0998) 6296155; E-mail: caizhiping-007@163.com。

1.3.2 聚集性测度式 Taylor 幂法则：

lg s² = lga + blgm。(6)

式中：*a*、*b* 为参数，*b* 的生物学意义是种群聚集度对密度依赖性的一个测度；当 lga>0、*b*=1 时，种群在一切密度下均是聚集的，但不具有聚集度对密度的依赖性；当 lga>0、*b*>1 时，种群在一切密度下均是聚集的，但具有聚集度对密度的依赖性；当 lga<0、*b*<1 时，种群密度越高越均匀。

Iwao 给出了平均拥挤度 *m*^{*} 和平均数 *m* 的线性关系，来描述生物种群空间格局：

m^{*} = α + β*m*。(7)

式中：α 为昆虫分布的基本成分，当 α=0 时，分布的基本成分为单个个体；当 α>0 时，个体间相互吸引，分布的基本成分为各个体群；当 α<0 时，个体间相互排斥；β 为基本成分的空间分布型，当 β=1 时，为随机分布；当 β<1 时，为均匀分布；β>1 时，为聚集分布。

1.4 聚集分析原因^[11]

根据 Blackith 提出的聚集均数(λ)来分析害虫的聚集原因，聚集均数公式为：

λ = $\frac{mr}{2K}$ 。(8)

式中：*m* 为平均密度，*K* 为负二项分布参数，*r* 为自由度，2*K* 为 χ² 的分布函数(α=0.5 显著水平)。当 λ<2 时，聚集可能由

于某些环境因素引起的，当 λ≥2 时，聚集由环境条件和自身习性引起或由其中的 1 个因素引起。

1.5 抽样技术研究^[12-13]

1.5.1 理论抽样数的确定方法 根据 Iwao 判别式来确定理论抽样数 *N*：

$$N = \frac{t^2}{D^2} \left[\frac{\alpha + 1}{m} + (\beta - 1) \right]。$$
(9)

式中：*m* 为害虫平均密度；*N* 为最适抽样数；*t* 为一定置信度下的 *t* 分布值，实际调查中 *t* 取 1；α 和 β 是 *m*^{*} - *m* 直线回归方程中的参数；*D* 为允许误差值，取 *D*=0.1、0.2、0.3。

1.5.2 WAO 序贯抽样方法

$$T(n) = nm_0 \pm t \sqrt{n[(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]}。$$
(10)

式中：*n* 为抽样数；*m*₀ 为防治指标；α 和 β 是 *m*^{*} - *m* 直线回归方程中的参数；*t* 为置信度。

2 结果与分析

2.1 枣瘿蚊幼虫空间分布型的测定

2.1.1 聚集度指标的测定结果 枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布聚集度指标计算结果见表 1。由表 1 可知，各样点扩散系数 *C*>1，丛生指标 *I*>0，负二项分布参数 *K*>0，久野指数 *C_A*>0，平均拥挤度 *m*^{*}>*m*，即 *m*^{*}/*m*>1，说明枣瘿蚊第一代幼虫在幼龄枣树上的空间分布型属于聚集分布。

表 1 枣瘿蚊幼虫空间分布聚集度指标

样点	<i>m</i>	<i>s</i> ²	<i>C</i>	<i>I</i>	<i>K</i>	<i>C_A</i>	<i>m</i> [*]	<i>m</i> [*] / <i>m</i>	λ	分布型
1	38.32	625.691 4	16.328 1	15.328 1	2.500 0	0.400 0	53.648 1	1.400 0	208.364 1	聚集
2	17.86	185.714 7	10.398 4	9.398 4	1.900 3	0.526 2	27.258 4	1.526 2	57.019 1	聚集
3	21.40	422.326 5	19.734 9	18.734 9	1.142 3	0.875 5	40.134 9	1.875 5	16.988 7	聚集
4	24.88	367.822 0	14.783 8	13.783 8	1.805 0	0.554 0	38.663 8	1.554 0	75.446 6	聚集
5	30.50	614.826 5	20.158 2	19.158 2	1.592 0	0.628 1	49.658 2	1.628 1	57.539 0	聚集
6	44.52	706.703 7	15.873 8	14.873 8	2.993 2	0.334 1	59.393 8	1.334 1	356.460 0	聚集
7	24.92	251.871 0	10.107 2	9.107 2	2.736 3	0.365 5	34.027 2	1.365 5	148.310 3	聚集
8	27.00	625.795 9	23.177 6	22.177 6	1.217 4	0.821 4	49.177 6	1.821 4	22.845 3	聚集
9	24.54	263.273 9	10.728 4	9.728 4	2.522 5	0.396 4	34.268 4	1.396 4	134.638 4	聚集
10	37.68	953.691 4	25.310 3	24.310 3	1.550 0	0.645 2	61.990 3	1.645 2	69.207 0	聚集

2.1.2 回归分析

2.1.2.1 Taylor 幂法则 利用 Taylor 公式 lgs² = lga + blgm 拟合表 1 中的调查数据，得到方差 *s*² 和平均数 *m* 的回归方程：lgs² = 0.409 0 + 1.546 2lgm(*r*=0.829 6)，其中 lga=0.409 0>0，*b*=1.546 2>1，说明枣瘿蚊幼虫在一切密度下均是聚集分布，并且具有密度依赖性，密度越大，聚集度越高。

2.1.2.2 Iwao 回归分析法 根据田间调查数据，计算相关参数和聚集度指标，拟合 Iwao 公式 *m*^{*} = α + β*m*，得到平均拥挤度 *m*^{*} 和平均数 *m* 的回归方程：*m*^{*} = 8.451 1 + 1.247 2*m*(*r*=0.905 1)，其中 α=8.451 1>1，说明第一代枣瘿蚊幼虫之间相互吸引，分布的基本成分为各个体群，β=1.247 2>1，说明枣瘿蚊幼虫的空间分布型为聚集分布。

2.1.3 聚集原因分析 根据 Blackith 提出的聚集均数公式 λ = $\frac{mr}{2K}$ ，结合表 1 中的田间调查数据和聚集度指标计算结果，计算出枣瘿蚊第一代幼虫在幼龄枣树上的聚集均数 λ(表 1)，由表 1 可知，各样点的聚集均数 λ>2，说明枣瘿蚊第一代

幼虫在幼龄枣树上聚集是由自身的习性和环境条件共同引起的，可能与枣瘿蚊产卵具有集中性和喜食嫩叶嫩芽有关。

2.2 抽样技术研究

2.2.1 理论抽样数的确定 根据 Iwao 的统计方法，在确定了 *m*^{*} = α + β*m* 的直线回归方程后，利用回归方程中的 α、β 值，代入公式(9)得出： $N = \frac{t^2}{D^2} \left[\frac{9.451}{m} + 0.247 2 \right]$ 。根据最适理论抽样数模型得出枣瘿蚊第一代幼虫在不同密度、不同允许误差水平时的理论抽样数(表 2)。由表 2 可知，在同一允许误差值下，随着枣瘿蚊幼虫平均数的增加，最适理论抽样数逐渐减少。当虫口密度上升到一定数量时，由于受到生存空间等影响，数量趋于环境的最大容量，最适理论抽样数也趋于稳定。如在允许误差值 *D* 为 0.1 时，当枣瘿蚊幼虫的虫口密度为 5 头/株时，最适抽样数为 214 株，虫口密度为 120 头/株时，最适抽样数为 33 株。

2.2.2 WAO 的序贯抽样 根据试验田间调查，暂设枣瘿蚊第一代幼虫在幼龄枣树上 50 头/株时为防治指标。利用回归

表 2 枣瘿蚊幼虫在不同虫口密度下的最适理论抽样数

允许误差值	最适理论抽样数(株)												
	5 头/株	10 头/株	20 头/株	30 头/株	40 头/株	50 头/株	60 头/株	70 头/株	80 头/株	90 头/株	100 头/株	110 头/株	120 头/株
0.1	214	119	72	56	48	44	40	38	37	35	34	33	33
0.2	53	30	18	14	12	11	10	10	9	9	9	8	8
0.3	24	13	8	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4

方程中的 α, β 值,代入公式(10)得出:上限 $T'(n) = 50n + 33\sqrt{n}$,下限 $T''(n) = 50n - 33\sqrt{n}$ 。根据序贯抽样方程得出序贯抽样表(表 3)。由表 3 可知,若调查 5 株幼龄枣树时,累计幼虫数量少于 177 头时不需要进行防治,若大于 323 头时则需要防治,若累计幼虫数量在两者之间则需要继续抽样,以此类推,直至累计虫量大于 T'' 值小于 T' 值为止。

表 3 枣瘿蚊幼虫序贯抽样表

抽样数 (株)	防治上下限(头)	
	上限(T')	下限(T'')
1	88	17
2	147	53
3	207	93
5	323	177
10	604	396
15	878	622
20	1 147	853
25	1 415	1 085
30	1 681	1 319

3 讨论

种群空间格局是种群生态学的重要研究内容,它能反映种群的物种特点,可以揭示种群空间格局形成的生态学机制^[14]。对昆虫种群空间格局的分析,在很大程度上需要考虑昆虫聚集程度的测度^[15]。本研究通过对空间分布聚集度指标扩散系数 C 、丛生指标 I 、负二项分布参数 K 、久野指数 C_d 及平均拥挤度 m^* 等的分析,表明枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布型属于聚集分布。

采用 Taylor 幂法则和 Iwao 回归方程对枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的空间分布进行了分析,结果表明枣瘿蚊幼虫在一切密度下均是聚集分布,且密度越大,聚集度越高,分布的基本成分为各个体群。导致枣瘿蚊幼虫聚集的原因是由自身习性和环境因素共同影响的。枣瘿蚊成虫飞翔能力不强,幼虫喜欢在树冠较低、嫩叶较多的枣树上危害,幼龄枣树树冠不高、发枝较多、嫩叶资源丰富,为枣瘿蚊的发生提供了有利条件。由于成虫产卵于尚未完全展开的嫩叶上并且产卵具有集中性,卵孵化后,幼虫危害嫩叶,使得叶片从两侧叶缘向正面纵向翻卷,将幼虫包裹于叶片内继续危害^[16],因此造成枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上聚集。

根据 Iwao 的最适理论抽样数模型计算出了枣瘿蚊幼虫在幼龄枣树上的理论抽样数,在同一允许误差值下,随着枣瘿蚊虫口密度的增加,理论抽样数逐渐减少。在实际调查过程

中应根据田间实际情况,选择相应的允许误差值,调查枣瘿蚊幼虫的虫口密度,确定相应的最适理论抽样数。

根据 WAO 的序贯抽样方法来确定枣瘿蚊是否需要防治,根据田间的实际调查结果,假设幼虫数量达到 50 头/株为防治指标,在抽样数不同的情况下,累计虫量若小于序贯抽样表中的下限则不需要防治,若大于序贯抽样表中的上限则需要防治,若累计虫量介于上限和下限之间,则需要继续抽样。

参考文献:

[1]王倩茹. 红枣枣瘿蚊的发生规律与防治措施[J]. 西北园艺, 2009(8):28-29.

[2]徐培荣. 如何有效防治枣瘿蚊[J]. 新疆农业科技,2011(2):59.

[3]蔡志平,张栋海,张建萍,等. 新疆小海子垦区枣树主要害虫危害特征及发生规律研究[J]. 北方园艺,2012(16):128-130.

[4]沈佐锐. 昆虫生态学及害虫防治的生态学原理[M]. 北京:中国农业大学出版社,2009:360-389.

[5]赵 飞,李 捷,贺润平,等. 矮化密植枣园枣瘿蚊第一代幼虫空间分布型及抽样技术[J]. 山西农业大学学报,2006,26(4):361-363.

[6]张仁福,于江南,斯迪克·米吉提,等. 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.

[7]丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用[M]. 北京:科学出版社,1980:84-124.

[8]赵志模. 生态学引论:害虫综合防治的理论及应用[M]. 重庆:科学出版社重庆分社,1984:93-155.

[9]徐汝梅,成新跃. 昆虫种群生态学[M]. 北京:北京师范大学出版社,1987:7-34.

[10]马占山. 昆虫种群空间格局研究方法的最近进展[J]. 昆虫知识,1992,29(4):240-243.

[11]夏 伟,王立生,吴学海,等. 截形叶螨在枣树上的空间分布型及抽样技术研究[J]. 环境昆虫学报,2014,36(3):327-334.

[12]武春生,伍一军,孟晓星,等. 昆虫学研究动态[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:32-121.

[13]黄燕丽,朱 元,李 强,等. 花椒瘿蚊幼虫空间分布型及抽样技术的研究[J]. 云南农业大学学报,2005,20(5):647-650.

[14]张永秀,司剑华,郑 娜. 仿生胶对柴达木枸杞瘿螨种群动态及空间分布型的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):167-170.

[15]Waters W E. A quantitative measure of aggregation in insects[J]. Journal of Economic Entomology,1959,52(6):1180-1184.

[16]王翠英,贾明光. 枣瘿蚊猖獗发生原因分析及防治对策[J]. 山西果树,2008(4):38.