

大喇叭口期玉米田二斑叶螨成螨空间分布型及其抽样技术

李 平

(武威市农业技术推广中心, 甘肃 武威 733000)

摘要: 采用空间分布型检验、聚集强度指标检验和线性回归等方法对甘肃河西地区大喇叭口期玉米害螨的空间分布型开展了研究。结果表明, 武威市凉州区大喇叭口期玉米田二斑叶螨成螨空间分布型呈聚集分布, 栽培环境或害螨自身习性都可能是影响其聚集分布的因素。并根据 Iwao 回归和 Iwao 理论抽样模型, 得出其最适抽样模型为 $N=3.8416/D^2(1.9915/m+0.0214)$, 序贯抽样模型为 $T_{(1,2)}=20n\pm 13.6343\sqrt{n}$, 为明确害螨在玉米大喇叭口期的发生危害程度提供了科学依据, 对准确田间取样调查数据、虫情预测预报和科学防治具有一定指导意义。

关键词: 二斑叶螨; 玉米田; 大喇叭口期; 空间分布型; 最适抽样模型

中图分类号: S435.132 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)11-0014-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.004)

Spatial Distribution Pattern of Adult *Tetranychus urticae* in Corn Field at Big Trumpet Stage

LI Ping

(Wuwei Agriculture and Technology Extension Center, Wuwei Gansu 733000, China)

Abstract: The spatial distribution pattern and sampling technology of *Tetranychus urticae* in corn fields in Wuwei of Gansu Province were studied by random survey, spatial distribution pattern test and linear regression. The results showed that the spatial distribution pattern of the adults of *Tetranychus erioides* in the corn field of Liangzhou District of Wuwei City was aggregation distribution, and the cultivation environment or the habitats of the mites might be the factors affecting the aggregation distribution. According to Iwao regression and Iwao theoretical sampling model, the optimal sampling number model was $N=3.8416/D^2(1.9915/m+0.0214)$, and its sequential sampling model was $T_{(1,2)}=20n\pm 13.6343\sqrt{n}$, which provided a basic scientific basis for clarifying the occurrence and the damage degree of mites at the big trumpet stage of corn, and provided a scientific guiding significance for the accurate field sampling data, pest prediction and scientific control.

Key words: *Tetranychus urticae*; Corn field; Big trumpet stage; Spatial distribution type; Theoretical sampling model

甘肃河西地区是全国玉米生产基地之一^[1-5]。近年来, 由于频繁引种和栽培模式改变, 害螨逐渐上升成为甘肃河西地区玉米产业的主要有害生物之一, 其中二斑叶螨是

收稿日期: 2021-07-22; 修订日期: 2021-09-12

基金项目: 武威市科技局 2021 年市级科技特派员选派项目。

作者简介: 李 平(1983—), 男, 陕西西安人, 农艺师, 主要从事植物保护研究和农业技术推广工作。联系电话: (0)13884093137。Email: 274620558@qq.com。

玉米害螨重要种群之一。二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)为蛛形纲蜱螨目叶螨科叶螨属,是叶螨科食性最广的物种,也是重要的世界性害螨。该螨以幼螨、若螨和成螨刺吸植物叶片为害,最初仅分布在植株的下部叶片,随着温湿度的有利变化种群数量不断增加,逐渐向上部叶片活动为害,造成叶片失绿发黄或死亡,严重影响植物的光合作用,抑制植株生长,降低了作物的产量和品质。同时,二斑叶螨环境适应力强,繁殖速度快,具有一定的迁徙和自我保护能力,极易产生抗药性,是公认的最难防治的有害生物之一^[6]。防治二斑叶螨的农业措施主要是定期清除田间地埂上的杂草,集中销毁或深埋,阻断二斑叶螨的食料或越冬场所。目前,二斑叶螨防治仍是以化学防治为主。大喇叭口期是玉米穗期的关键阶段,此时玉米植株干物质数量急剧增加,大喇叭口期既是玉米穗粒数形成的关键时期,也是玉米全年重要病虫害发生的关键时期,此时加强田间管理和病虫害防控对玉米高产稳产具有重要意义^[7]。甘肃河西地区玉米大喇叭口期二斑叶螨空间分布型研究鲜有报道,且部分地区仍存在部分农户对二斑叶螨化学防治不合理、专业化统防统治科学依据亟待提高的问题。因此,笔者选择在甘肃省武威市凉州区开展大喇叭口期玉米田二斑叶螨成螨空间分布型研究,旨在为大喇叭口期玉米生产中二斑叶螨的预测预报与科学防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点和方法

调查地点为甘肃省武威市凉州区高坝镇楼庄村。当地平均海拔 1 649 m, 年均降水 161 mm, 土壤类型为薄层灌漠土, 耕层土壤有机质含量为 1.43 g/kg。指示玉米品种为宏博 66 杂交种, 由甘肃金西北种业科技有

限公司生产并提供。采取全膜覆盖种植方式, 株行距为 0.2 m × 0.5 m。于 2021 年 6 月 11—13 日在玉米穗期的大喇叭口期(11~12 叶 1 心期) 随机调查 5 块玉米田, 每块田面积 900~1 000 m²。每块田即 1 个样本田, 每个样本田均按对角线法 5 点取样, 每点连续调查 20 株, 每株为 1 个样方, 共调查样本田 5 个、样方 500 个。统计每株玉米各个叶片上的二斑叶螨成螨数量, 制作 χ^2 频次表。

1.2 空间分布型检验

1.2.1 分布型理论频次卡方检验 采用卡方(χ^2)检验^[8], 当算得 χ^2 值 < $\chi_{0.05}^2$, 则其 $P > 0.05$, 表示理论分布与实际分布相符合; 反之, 当算得 χ^2 值 > $\chi_{0.05}^2$, 则其 $P < 0.05$, 表示理论分布与实际分布不相符合。

1.2.2 聚集度指标检验 采用扩散系数 C 、Cassie 指标 C_A 、Lloyd 聚集指数 M^*/m 、David & Moore 丛生指数 I 以及聚集均数 λ 检验空间分布型^[9-13]。

1.2.3 线性回归检验 平均拥挤度(M^*)与平均密度(m)进行 Iwao 回归检验, 方程式 $M^* = \alpha + \beta m$ 。方差(S^2)与平均密度(m)进行 Taylor 回归检验, 方程式 $\lg(S^2) = \lg a + b \lg(m)$ 。

1.3 Iwao 理论抽样模型与序贯抽样模型

Iwao 理论抽样数模型 $N = t^2/D^2[(\alpha+1)/m + \beta - 1]$, N 为最适抽样数或理论抽样数, m 即平均密度, D 为相对允许误差限, t 为置信区间分布值(一般取 95% 置信区间即 $t=1.96$), α 、 β 同 Iwao 回归方程参数。

根据 Iwao 序贯抽样模型 $T_{(1,2)} = nm_0 \pm t \sqrt{n[(\alpha+1)m_0 + (\beta-1)m_0^2]}$, 计算抽样的上限值 T_1 和下限值 T_2 。式中, n 即抽样数, m_0 即虫口密度, t 为置信区间分布值(一般取 95% 置信区间即 $t=1.96$); α 、 β 同 Iwao 理论抽样模型参数。

Iwao 最大抽样数模型 $N_{max}=t^2/d^2[(\alpha+1)m_0+(\beta-1)m_0^2]$, d 为绝对误差限($d=Dm_0$), t 、 α 、 β 、 m_0 同 Iwao 序贯抽样模型参数。

1.4 Gerrard 零频率模型

Gerrard 零频率回归模型 $\bar{x}=\alpha(-\ln P_0)^\beta$, \bar{x} 即平均密度, P_0 为零频率, 相对误差($D=|m-\bar{x}|/\bar{x}$); Gerrard 零频率模型种群理论抽样式 $n=\beta^2(1-P_0)/[P_0(-\ln P_0)^2(D)^2]$, β 即模型中 $-\ln P_0$ 的指数, P_0 即零频率, D 为抽样精度(一般取值 $D=0.2$)^[14]。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 和 DPS 17.10 软件对数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 空间分布型检验

由表 1 可知, 1~5 号田的 χ^2 值小于该自由度下或奈曼分布、或 P-E 分布、或负二项分布 $P_{0.05}$ 时的 χ^2 值, 表示上述田间二斑叶

螨成螨的实际分布或与奈曼分布、或与 P-E 分布、或与负二项分布相符。奈曼分布、P-E 分布和负二项分布都属于聚集分布, 因此可得出 1~5 号样本田二斑叶螨成螨空间分布呈聚集分布。

2.2 聚集度指标检验

由表 2 可知, 1~5 号田的扩散系数 $C>1$, Lloyd 聚集指数 $M^*/m>1$, Cassie 指数 $C_A>0$, 丛生指数 $I>0$, 表示上述田间二斑叶螨成螨空间分布型呈聚集分布。平均拥挤度 (M^*)和平均密度(m)Iwao 回归极显著, 方程式为 $M^*=0.9915+1.0214m(R^2=0.9597)$, 经检验, $F=71.41>F_{0.01}$ 。式中基本扩散指数 $\alpha=0.9915>0$, 密度扩散系数 $\beta=1.0214\approx 1$, 表示玉米田二斑叶螨成螨个体间相互吸引, 种群分布的基本成分为个体群, 在玉米田中呈聚集分布。方差(S^2)和平均密度(m)Taylor 回归极显著, 方程式为 $\lg(S^2)=0.9878\lg(m)+$

表 1 二斑叶螨成螨理论分布型卡方检验

样本田	调查株数/株	平均密度(m)/(头/株)	S^2	χ^2 值							
				泊松分布	适合度	奈曼分布	适合度	P-E 分布	适合度	负二项分布	适合度
1	100	1.560 0	2.923 3	$17.65>\chi_{0.05}^2$	不适合	$4.08<\chi_{0.05}^2$	适合	$7.98>\chi_{0.05}^2$	不适合	$4.42<\chi_{0.05}^2$	适合
2	100	1.400 0	2.833 3	$21.37>\chi_{0.05}^2$	不适合	$5.64<\chi_{0.05}^2$	适合	$7.02>\chi_{0.05}^2$	不适合	$4.33<\chi_{0.05}^2$	适合
3	100	0.480 0	1.010 0	$32.04>\chi_{0.05}^2$	不适合	$4.83<\chi_{0.05}^2$	适合	$1.14<\chi_{0.05}^2$	适合	$3.77<\chi_{0.05}^2$	适合
4	100	1.800 0	3.416 7	$12.33>\chi_{0.05}^2$	不适合	$1.58<\chi_{0.05}^2$	适合	$7.29>\chi_{0.05}^2$	不适合	$2.25<\chi_{0.05}^2$	适合
5	100	2.360 0	5.240 0	$58.21>\chi_{0.05}^2$	不适合	$24.80<\chi_{0.05}^2$	不适合	$3.77<\chi_{0.05}^2$	适合	$27.95>\chi_{0.05}^2$	适合

表 2 二斑叶螨成螨聚集强度指标检验

样本田	m (头/株)	S^2	M^*	C	C_A	M^*/m	I	λ	空间分布
1	1.560 0	2.923 3	2.433 9	1.873 9	0.560 2	1.560 2	0.873 9	1.466 9	聚集分布
2	1.400 0	2.833 3	2.423 8	2.023 8	0.731 3	1.731 3	1.023 8	0.709 5	聚集分布
3	0.480 0	1.010 0	1.584 2	2.104 2	2.300 3	3.300 3	1.104 2	0.251 2	聚集分布
4	1.800 0	3.416 7	2.698 1	1.898 1	0.499 0	1.499 0	0.898 1	1.507 5	聚集分布
5	2.360 0	5.240 0	3.580 3	2.220 3	0.517 1	1.517 1	1.220 3	2.048 3	聚集分布

0.306 9($R^2=0.986 5$), 经检验, $F=94.55>F_{0.01}$, 式中抽取因素参数 $a=2.027 2>1$, 聚集特征指数 $b=0.987 8\approx 1$ 且 $\lg a=0.306 9>0$, 表示玉米田二斑叶螨成螨空间分布型呈聚集分布。另外, 1~4 号田的聚集均数 $\lambda<2$, 表示上述田间二斑叶螨聚集分布受环境条件决定; 5 号田的聚集均数 $\lambda>2$, 表示 5 号田二斑叶螨聚集分布受环境条件或害螨本身习性的任一个因素决定^[8]。聚集均数(λ)和平均密度(m)方程式为 $\lambda=0.985 9 m-0.301 8$ ($R^2=0.902 5$), 经检验, $F=27.78>F_{0.05}$, 表示二斑叶螨成螨聚集程度与平均密度显著正相关。

2.3 理论抽样模型与序贯抽样模型

根据 Iwao 回归和 Iwao 理论抽样模型, 一般取 95%置信度 (即 $t=1.96$), 可得出该阶段玉米田二斑叶螨成螨最适抽样模型 $N=3.841 6/D^2(1.991 5/m+0.021 4)$ 。

根据 Iwao 序贯抽样模型, 参考玉米红蜘蛛测报调查规范中, 6 月份百株螨量 $>2 000$ 头时^[15], 应当组织和指导群众开展防治的虫口密度可用本例换算, 即 $m_0>20$; 当取 $m_0=20$, 95%置信区间即 $t=1.96$ 时, 可得出相应序贯抽样模型 $T_{(1,2)}=20n \pm 13.634 3\sqrt{n}$ 。根据最大抽样模型应用本例, 一般取 95%置信值即 $t=1.96$, 可得出最大抽样方程 $N_{\max}=0.464 7/D^2$ 。若相对允许误差限取 0.1, 可得出本例当成螨密度达到 18~22 头/株时开展早期防治的最大抽样数为 46 株。

2.4 零频率估计模型

根据 Gerrard 等^[14]的零频率回归模型, 得出二斑叶螨成螨平均密度(\bar{x})与零频率(P_0)回归方程为 $\bar{x}=1.632 1(-\ln P_0)^{1.040 8}$ ($R^2=0.811 1$)。本例总样本的平均零样本频率 $P_0=0.424 0$, 求解理论平均密度 $\bar{x}=1.391 7$, 而实测得出的平均密度 $m=1.520 0$, 计算得出相对误差 $D=0.092 2$, 小于一般允许误差 $D=0.2\sim 0.3$, 表示可使用该模型估计大喇叭口期玉米田二

斑叶螨成螨平均密度。根据 Gerrard 模型种群理论抽样方程, 已知 $P_0=0.424 0$, $D=0.2$ 时, 理论抽样数(n)为 49.98 株, 即需要调查 50 株玉米叶片是否有虫, 求得 P_0 值后代入 $\bar{x}=1.632 1(-\ln P_0)^{1.040 8}$, 即可得出虫口密度。将 1~5 号样本田间调查取得的 P_0 值代入 Gerrard 零频率模型进行验证, 得出理论值(\bar{x})与实测值(m)的比较结果(表 3)。

由表 3 可见, 该模型的抽样相对误差除样田 5 大于一般允许 D 值 0.2, 其余的相对误差均在一般允许 D 值 0.2~0.3。这表示利用 Gerrard 模型 $=1.632 1(-\ln P_0)^{1.040 8}$, 根据 0~1 抽样所得 P_0 值, 可以有效估计大喇叭口期玉米田二斑叶螨成螨种群密度。

表 3 Gerrard 模型理论值与实测值的比较

样本田	零频率(P_0)	实测平均密度(m) /(头/株)	理论平均密度(\bar{x}) /(头/株)	相对误差(D)
1	0.320 0	1.560 0	1.869 6	0.165 6
2	0.360 0	1.400 0	1.668 9	0.161 1
3	0.720 0	0.480 0	0.512 3	0.063 0
4	0.320 0	1.800 0	1.869 6	0.037 2
5	0.400 0	2.360 0	1.490 2	0.583 7

3 结论与讨论

二斑叶螨目前已成为甘肃省玉米生产中的重要有害生物之一, 特别是在河西地区的局部地带呈逐渐上升的趋势^[16]。通过田间调查、聚集强度指标检验等方法, 得出甘肃省武威市凉州区玉米大喇叭口期二斑叶螨成螨空间分布型呈聚集分布, 栽培环境或害螨自身习性都可能是影响其聚集分布的因素, 这与对石竹上二斑叶螨空间分布型研究结论一致^[17]。根据 Iwao 回归和 Iwao 理论抽样模型, 得出其最适抽样模型为 $N=3.841 6/D^2(1.991 5/m+0.021 4)$, 序贯抽样模型为 $T_{(1,2)}=20n \pm 13.634 3\sqrt{n}$ 。实际应用中, 可

根据该螨的空间分布特点, 利用 Iwao 理论模型及 Gerrard 模型采取对角线法五点调查或棋盘式调查等方法开展田间害螨调查。

实际应用中, 应先根据预备调查时的二斑叶螨成螨平均密度、允许误差范围, 通过理论抽样方程求出最适抽样数, 再根据序贯抽样方程求出上下限 T_1 和 T_2 值。当抽样调查的虫口数量大于上限值 T_1 时, 即害螨为害程度达到防治指标, 需要开展防治; 当抽样调查的虫口数量小于下限值 T_2 时, 即害螨为害程度暂未达到防治指标, 需要继续监测调查; 当抽样调查的虫口数量在 $T_1 \sim T_2$, 仍需进行取样调查。在序贯分析过程中, 有时会遇到调查数据一直在 T_1 和 T_2 之间, 导致抽样一直进行, 得不出是否需要防治的结论。此时, 可根据生产实际需要, 将需要开展防治的害螨数量代入最大抽样式求出最大抽样数, 然后根据序贯抽样方程求出最大抽样数相应的上下限值 T_1 和 T_2 。当调查到最大抽样数时, 若调查的虫口数量仍在 $T_1 \sim T_2$, 则根据该数值最靠近的边界限值决定是否开展防治。

参考文献:

- [1] 周玉乾, 寇思荣, 何海军, 等. 甘肃省玉米产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2017(9): 72-74.
- [2] 郭成, 周天旺, 王春明, 等. 2017年甘肃9市(州)玉米主要病虫害调查[J]. 甘肃农业科技, 2018(2): 18-21.
- [3] 曹素芳, 王玮, 赵明新, 等. 二斑叶螨在甘肃景泰梨园的发生及防治[J]. 甘肃农业科技, 2019(12): 86-88.
- [4] 李平. 棉铃虫成虫发生动态及其与气温和降水的相关性[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(6): 11-14.
- [5] 张云会, 王章训, 常春燕, 等. 宁夏灌区玉米二斑叶螨种群动态初报[J]. 农业科学研究, 2015, 36(3): 86-89; 93.
- [6] 张云会, 王章训, 王新谱. 二斑叶螨在5个玉米品种上的种群参数特征与分析[J]. 玉米科学, 2016, 24(2): 155-159.
- [7] 赵建亚, 赵扬, 王小波. 夏玉米穗期管理关键技术[J]. 基层农技推广, 2021, 9(6): 98.
- [8] 王厚振, 华尧楠, 牟吉元. 棉铃虫预测预报与综合治理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [9] 李平, 戴伟. 藜科杂草在洋葱育苗田的空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(4): 49-52.
- [10] 李平. 洋葱根腐病在育苗初期的空间分布型及抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(5): 26-29.
- [11] 李平, 戴伟. 潜叶蝇幼虫在二月兰的田间空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(5): 53-57.
- [12] 李平. 冬小麦返青期地下害虫危害空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 9-13.
- [13] 李平. 设施油白菜地藜科杂草的空间分布型及其抽样技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(7): 63-66.
- [14] GERRARD D J, H C CHIANG. Density estimation of corn rootworm egg population based upon frequency of occurrence[J]. Ecology, 1970, 51(2): 237-245.
- [15] 郝丽萍, 王莉, 王向荣, 等. 山西省地方标准: 玉米红蜘蛛测报调查规范: DB14/T 907-2014[S]. 太原: 山西省质量技术监督局, 2014.
- [16] 杨顺义, 周兴隆, 陈露露, 等. 甘肃省二斑叶螨地理种群的遗传分析[J]. 植物保护学报, 2018, 45(6): 1328-1334.
- [17] 刘佳妮, 胡轶, 胡靖祥, 等. 温室香石竹上朱砂叶螨与二斑叶螨种群动态与空间分布[J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 371-375.

(本文责编: 郑立龙)