

# 南疆骏枣黑点病空间分布型测定及抽样技术研究

陈小飞<sup>1</sup>, 陈恢彪<sup>2</sup>, 刘慧敏<sup>1</sup>, 范瑛阁<sup>1</sup>

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团 14 师 47 团, 新疆 墨玉 848112)

**摘要:** 黑点病是南疆骏枣上发生的一种新的真菌性病害, 为了明确该病害的空间分布信息, 采用聚集度指标法、线性回归法对其空间分布型进行研究。结果表明, 该病害的空间分布型为聚集分布, 分布的基本成分为个体群, 个体间相互吸引。分析聚集原因, 12 个枣园的聚集均数  $\lambda$  均大于 2, 表明聚集分布与病原菌自身的聚集行为和环境因素有关。另外, 应用 Iwao 统计方法, 得出了最适理论抽样数模型和最佳序贯抽样模型。

**关键词:** 骏枣; 黑点病; 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: 1004-3268(2013)12-0086-04

## Studies on Spatial Distribution and Sampling Technique of Jun-jujube Black Spot Disease in Southern Xinjiang

CHEN Xiao-fei<sup>1</sup>, CHEN Hui-biao<sup>2</sup>, LIU Hui-min<sup>1</sup>, FAN Ying-ge<sup>1</sup>

(1. College of Plant Science, Tarim University, Alaer 843300, China;

2. No. 47 Regiment, the Fourteenth Division, Xinjiang Production and Construction Corps, Karakax 848112, China)

**Abstract:** Black spot disease is a kind of new fungal disease which happened to Jun-jujube in southern Xinjiang. In order to reveal the spatial distribution of the disease, the spatial distribution pattern was studied by using aggregation index method and linear regression method. The results indicated that its spatial distribution pattern was aggregation distribution, and the basic component was individual group, with individuals attracting each other. Aggregation averages of twelve jujube orchards were more than 2, which indicated that aggregation distribution was connected with the combined effects of pathogen own aggregation behavior and environmental factors. Using Iwao's statistical methods, models to determine the optimal theoretical sampling number and the optimal sequential sampling number were presented.

**Key words:** Jun-jujube; black spot disease; spatial distribution pattern; sampling technique

随着南疆红枣大面积推广种植, 其发生新病害的种类越来越多, 其中骏枣黑点病就是一类新病害。在和田地区对枣园病害初步调查发现, 黑点病在 6 月初开始发生, 仅危害果实, 病害发生初期病斑为黑色针头状小点, 随着枣果的膨大, 病斑也逐渐扩大, 大多形成近圆形不凹陷黑色病斑, 少数形成凹陷黑色病斑, 病斑黑色光亮。目前该病主要危害骏枣, 各枣园均有发生, 病果率为 4%~20%, 并且病害有逐年加重趋势。有关红枣黑点病的研究报道始见于

2003 年<sup>[1]</sup>, 宗淑萍等<sup>[2]</sup>于 2006 年报道黑点病在河北省及山东省部分冬枣产区发生危害, 同年靳增军等<sup>[3]</sup>也报道黑疗病(黑点病)在山东部分冬枣园发生危害。截至目前, 有关红枣黑点病的研究报道仍较少, 并且研究内容都偏重于病原学, 而有关病害空间分布型和抽样技术的研究还未见报道。为了弄清骏枣黑点病的空间分布型, 科学地确立病害系统抽样调查方案, 采用随机抽样的调查方法对病害的空间分布型及抽样技术进行了研究, 以期为该病害的预

收稿日期: 2013-06-23

基金项目: 兵团青年科技创新资金专项(2012CB019); 塔里木大学校长基金硕士资助项目(TDZKSSZD201201)

作者简介: 陈小飞(1978-), 男, 湖南桃源人, 讲师, 硕士, 主要从事植物保护专业教学与科研工作。E-mail: cxfzky@163.com

测预报及防治工作打下基础。

### 1 材料和方法

#### 1.1 调查方法

于 2011 年 7 月中旬在新疆生产建设兵团 14 师 47 团选择 12 个枣园,面积均在 0.2 hm<sup>2</sup> 以上,树龄为 4 a。每园随机取 50 个样点,每样点 1 株枣树,每树按东、南、西、北、上 5 个方位取样,每方位调查 20 个果,记录病果数并计算病果率。

#### 1.2 研究方法

##### 1.2.1 分布型测定

1.2.1.1 聚集度指标法 参照文献[4-5]。

扩散系数  $C; C = S^2/m$ , 式中  $S^2$  表示方差,  $m$  是均数。当  $C=1$  时, 空间分布型为随机分布; 当  $C>1$  时为聚集分布;  $C<1$  时为均匀分布。

丛生指标  $I; I = S^2/m - 1$ , 当  $I<0$  时为均匀分布, 当  $I=0$  时为随机分布, 当  $I>0$  时为聚集分布。

平均拥挤度  $m^*; m^* = m + v/m - 1$ ,  $m$  为样本平均值,  $v$  表示方差。

聚块性指标  $m^*/m$ ; 当  $m^*/m<1$  时为均匀分布, 当  $m^*/m=1$  时为随机分布, 当  $m^*/m>1$  时为聚集分布。

$k$  值指标计算公式为:  $k = m/(v/m - 1)$ , 当  $k<0$  时为均匀分布, 当  $k \rightarrow \infty$  时为随机分布, 当  $k>0$  时为聚集分布(但  $k>8$  时为随机分布)。

$Ca$  指标计算公式:  $Ca = 1/k$ , 当  $Ca=0$  为随机分布, 当  $Ca<0$  为均匀分布, 当  $Ca>0$  为聚集分布。

1.2.1.2 线性回归模型分析法 参照文献[6-9]。

Iwao  $m^* - m$  回归分析法方程为:  $m^* = \alpha + \beta m$ , 式中  $\alpha$  为分布的基本成分按大小分布的平均拥挤度,  $\beta$  为基本成分的空间分布图式。  $\alpha=0$  时, 分布的基本成分为单个个体;  $\alpha>0$  时, 个体间相互吸引, 分布的基本成分为个体群;  $\alpha<0$  时, 个体间相互排斥。  $\beta>1$  为聚集分布,  $\beta<1$  为均匀分布,  $\beta=1$  为随机分布。

Taylor 幂法则式为:  $\lg S^2 = \lg a + \lg m$ , 式中,  $a$  为取样统计因素;  $b$  为聚集度指标, 反映物种的特定属性。

当  $a>1, b>1$  为聚集分布, 聚集强度随种群密度升高而增加;  $a>1, b=1$  时亦为聚集分布, 但聚集强度不因种群密度的改变而变化;  $a=1, b=1$  时为随机分布;  $a<1, b<1$  时为均匀分布, 种群密度越大, 分布越均匀。

1.2.1.3 聚集原因分析 采用 Blackit 提出的聚集均数 ( $\lambda$ ) 来判断聚集的原因, 计算公式为:  $\lambda = mr/2k$ , 式中  $m$  表示样本平均值,  $r$  表示具有自由度等于  $2k$  的卡方分布的函数值,  $k$  为负二项分布参数。当  $\lambda<2$  时, 表明聚集分布由环境因素引起; 当  $\lambda>2$  时, 表明聚集分布是由病原菌自身聚集行为与环境因素共同影响所致<sup>[10]</sup>。

##### 1.2.2 抽样技术

1.2.2.1 理论抽样数 根据 Iwao 统计方法, 在已知骏枣黑点病  $m^*$  与  $m$  回归关系的情况下, 应用 Iwao 理论抽样数公式来确定理论抽样数  $n; n = t^2[(\alpha+1)/m + \beta - 1]/D^2$ , 式中,  $t$  为概率保证值,  $D$  为允许误差,  $m$  表示平均发病程度,  $\alpha, \beta$  为  $m^* - m$  回归式中的常数项和  $m$  的系数<sup>[11]</sup>。

1.2.2.2 序贯抽样 为快速准确地判别骏枣黑点病的发生数量是否达到经济阈值(防治指标), 采用 Iwao<sup>[12]</sup> 提出的序贯抽样方程对骏枣黑点病进行序贯抽样研究。序贯抽样方程为:  $d_0 = nx_0 - t\sqrt{n[\alpha+1]x_0 + (\beta-1)x_0^2}$ ,  $d_1 = nx_0 + t\sqrt{n[\alpha+1]x_0 + (\beta-1)x_0^2}$ , 式中  $t$  表示一定概率下的置信水平,  $n$  为抽样数,  $d_0$  为累计病果数的下限值,  $d_1$  为上限值,  $x_0$  为种群临界密度即防治指标。

### 1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据整理与汇总, 采用 SPSS 18.0 统计软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 骏枣黑点病空间分布型测定结果

2.1.1 聚集度指标法 2 个枣园的扩散系数  $C$  及聚块性指标  $m^*/m$  均大于 1,  $Ca$  指标及丛生指标  $I$  均大于 0, 且  $0<k<8$ (表 1), 聚集度指标法测定结果表明骏枣黑点病在田间呈聚集分布。

表 1 新疆骏枣黑点病聚集指标

枣园编号	$m$	$S^2$	$C$	$I$	$m^*$	$m^*/m$	$Ca$	$k$	$\lambda$
1	7.32	35.3	4.82	3.82	11.13	1.52	0.52	1.92	17.47
2	4.46	11.0	2.47	1.47	5.93	1.33	0.33	3.04	9.35
3	10.28	54.6	5.32	4.32	14.59	1.42	0.42	2.38	23.20
4	6.12	16.6	2.71	1.71	7.83	1.28	0.28	3.58	12.15
5	8.76	24.0	2.74	1.74	10.49	1.20	0.20	5.04	16.03
6	8.06	40.7	5.04	4.04	12.10	1.50	0.50	1.99	19.19
7	7.60	26.9	3.54	2.54	10.13	1.33	0.33	3.00	15.97
8	14.84	91.5	6.17	5.17	20.00	1.35	0.35	2.87	31.34
9	13.58	64.0	4.71	3.71	17.29	1.27	0.27	3.66	27.99
10	12.02	51.8	4.31	3.31	15.33	1.28	0.28	3.63	24.96
11	16.88	86.6	5.13	4.13	21.01	1.24	0.24	4.09	32.33
12	11.94	79.7	6.67	5.67	17.61	1.48	0.48	2.10	27.82

2.1.2 线性回归模型分析法

2.1.2.1 Iwao  $m^* - m$  回归关系 骏枣黑点病  $m^*$  与  $m$  的直线回归方程为:  $m^* = 0.977 + 1.245m$  ( $r = 0.9780$ ),  $F = 217.829$ ,  $P = 0.000 < 0.01$ , 说明回归关系极显著(图 1)。式中  $\beta = 1.245 > 1$ , 表明骏枣黑点病呈聚集分布;  $\alpha = 0.977 > 0$ , 说明发病个体之间相互吸引, 分布的基本成分为个体群。

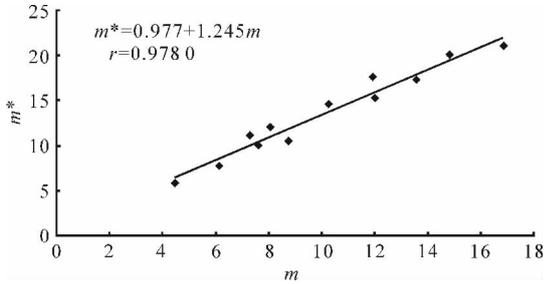


图 1 骏枣黑点病  $m^*$  与  $m$  的回归关系

2.1.2.2 Taylor 指数法 根据  $m$  与  $S^2$  做对数回归方程得:  $\lg S^2 = 0.0154 + 1.628 \lg m$  ( $r = 0.9440$ ),  $F = 82.469$ ,  $P = 0.000 < 0.01$ , 说明回归关系达到极显著水平(图 2)。式中  $\lg a = 0.054 > 0$ , 则  $a > 1$ , 且  $b = 1.628 > 1$ , 说明骏枣黑点病呈聚集分布, 并且聚集强度随种群密度的升高而增加。

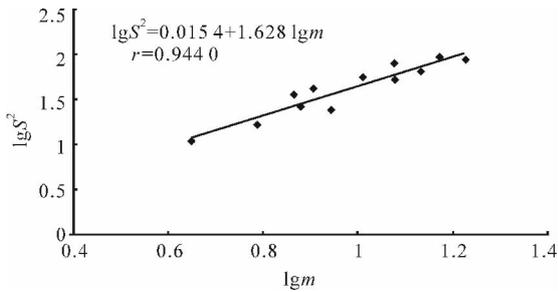


图 2 骏枣黑点病  $\lg S^2$  与  $\lg m$  的回归关系

2.1.3 聚集原因分析 病害的空间聚集状态, 有可能是由于环境因素的影响, 也有可能是由病原物自身行为的聚集习性所致。为了检验病果聚集原因, 建立  $\lambda$  与  $m$  的回归方程:  $\lambda = 1.588 + 1.959m$  ( $r = 0.9740$ )(图 3),  $F = 183.365$ ,  $P = 0.000 < 0.01$ , 说明回归关系达到极显著水平。由图 3 看出, 骏枣黑点病的聚集均数随着病果数量的增加而逐渐增大。

应用公式  $\lambda = mr/2k$ , 计算各个枣园的  $\lambda$  值, 其中  $r$  为自由度等于  $2k$  时卡方分布的函数值, 计算时应用  $\alpha = 0.05$  的概率值。从表 1 可以看出, 12 个枣园的  $\lambda$  值均大于 2, 说明枣黑点病聚集原因是病原菌自身聚集行为与环境因素的共同影响。

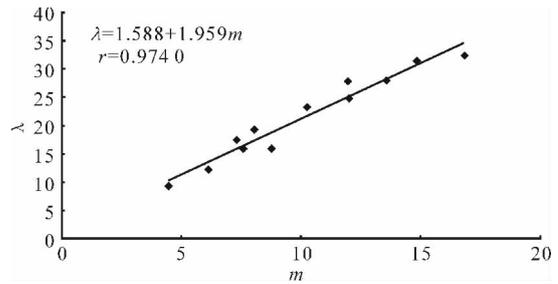


图 3 骏枣黑点病  $\lambda$  与  $m$  的回归关系

2.2 骏枣黑点病的抽样技术

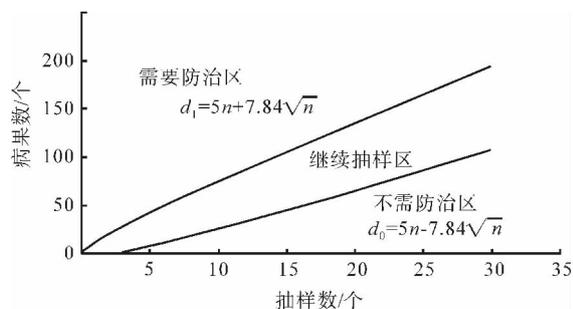
2.2.1 理论抽样数 根据 Iwao 统计方法建立理论抽样数模型:  $n = (7.5948/m + 0.9412)/D^2$ , 在一定的允许误差下 ( $D = 0.1, 0.2, 0.3$ ), 应用此模型即可算出不同病果率和不同精度条件下的理论抽样数(表 2)。从表 2 可以看出, 在允许误差一定的情况下, 随着骏枣病果率的增加, 抽样数会减少; 在病果率一定的条件下, 允许误差越大, 抽样数也会越小。

表 2 不同病果率条件下田间骏枣黑点病病果理论抽样数

Table with 13 columns: 允许误差 (D), 病果率/% (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25). The table shows the theoretical number of samples required for different error rates and fruit infection rates.

2.2.2 序贯抽样 对于骏枣黑点病目前尚无统一的防治指标, 根据实际生产经验, 一般病果率达 5% 时开始进行防治。本序贯抽样中,  $x_0 = 5$ ,  $\alpha = 0.977$ ,  $\beta = 1.245$ , 分别代入序贯抽样方程可得:  $d_0 = 5n - 7.84\sqrt{n}$ ,  $d_1 = 5n + 7.84\sqrt{n}$ 。根据  $d_0, d_1$  曲线方程作图(图 4)。当  $d \leq d_0$  时,  $H_0$  为真, 表示在此区域

内累积调查的病果数小于调查抽样数所对应的下限, 不需防治;  $d \geq d_1$ ,  $H_1$  为真, 表示在此区域内累积调查的病果数大于调查抽样数所对应的上限, 需要进行防治; 当  $d_0 < d < d_1$  时, 累积病果数处于  $d_0$  与  $d_1$  之间, 这时防治指标需要通过计算平均抽样数才能确定<sup>[13]</sup>。

图 4  $m^* - m$  模型序贯分析模式图

### 3 结论与讨论

本研究采用聚集度指标法、线性回归法对新疆骏枣黑点病空间分布型进行了测定,结果表明,该地区骏枣黑点病空间分布型属于聚集分布类型,分布的基本成分为个体群,个体间相互吸引。分析聚集原因,主要与环境因子(植株的生长状况、树龄、土壤肥力等)有关,同时与病原菌本身的生物学特性也存在关系,这些还需要进一步研究。

在对骏枣黑点病进行系统调查时,最适抽样数与病果率及允许误差有关。在不同允许误差条件下,抽样数有很大的差距,因此,在病害的系统调查中应根据人力、物力和时间的实际条件,选择适当的允许误差进行抽样调查。本研究应用 Iwao 统计方法,建立了在不同病果率及不同允许误差下的理论抽样表,为今后病害的调查测报提供了理论参考。另外,本试验对骏枣黑点病进行了序贯抽样研究,得出了序贯抽样方程,并做了序贯分析模式图,明确了抽样数、病果数及病害防治指标三者之间的关系,为新疆骏枣黑点病的预测测报及其防治策略的提前制定提供了可靠的理论依据。

#### 参考文献:

- [1] 辛玉成,王贵禧,崔卫东,等. 沾化冬枣果实病害的发生与生态相关性研究[J]. 莱阳农学院学报,2003,20(4): 255-257.
- [2] 宗淑萍,杨文香,刘大群,等. 冬枣黑点病病原鉴定[J]. 华北农学报,2006,21(5):105-107.
- [3] 靳增军,刘春琴,甄文超,等. 冬枣黑疗病病原菌鉴定[J]. 华北农学报,2006,21(增刊):162-165.
- [4] 刘波,朱育菁,肖荣凤,等. 西瓜枯萎病病株空间分布格局及抽样技术[J]. 生态学报,2004,24(9):2043-2049.
- [5] 徐汝梅,成新跃. 昆虫种群生态学[M]. 北京:科学出版社,2005:3-18.
- [6] Iwao S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations[J]. Population Ecology,1968,10(1):1-20.
- [7] Iwao S. Application of the  $m^* - m$  method to the analysis of spatial patterns by changing the quadratic size [J]. Population Ecology,1972,14(1):97-128.
- [8] Taylor L R. Aggregation, variance and the mean[J]. Nature,1961,189:732-735.
- [9] Taylor L R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations[J]. Annual Review of Entomology,1984,29:321-357.
- [10] 张锋,李英梅,李瑞婷,等. 枣树缩果病空间分布格局和抽样技术研究[J]. 植物保护,2010,36(4):123-126.
- [11] Zahner P. Sampling statistics for *Panonychus nemi* and *Tetranychus urticae* feeding on apple tree[J]. Res Popul Ecol,1984,26:97-112.
- [12] Iwao S. A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density[J]. Researches on Population Ecology,1975,16:281-288.
- [13] 兰星平. 关于绘制 Iwao 序贯分析图的讨论[J]. 林业科学,1988,24(2):249-251.