

# 苹果树腐烂病田间分布型及其抽样技术调查

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方法研究了武威市凉州区苹果树腐烂病田间分布型及其抽样方法。结果表明, 苹果树腐烂病田间分布型呈聚集分布, 聚集程度受栽培环境影响较大。建立了其理论抽样模型。

**关键词:** 苹果树; 腐烂病; 空间分布型; 理论抽样模型

**中图分类号:** S436.611 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0005-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.002

## Spatial Distribution Pattern and Sampling Technology of Valsa Canker of Apple in Fields

LI Ping

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

**Abstract:** The spatial distribution pattern and sampling method of valsa canker of apple in the Liangzhou district of Wuwei were studied by using spatial distribution pattern test, aggregation intensity index test and linear regression methods. The results showed that the spatial distribution pattern of valsa canker of apple in fields was aggregation distribution. The aggregation was influenced by the growing environment. Its theoretical sampling model was established.

**Key words:** Apple tree; Valsa canker; Spatial distribution pattern; Theoretical sampling model

苹果是甘肃优势农业特色产业之一, 也是脱贫攻坚支柱产业之一。甘肃有 18 个县

收稿日期: 2021-05-04

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推广工作。联系电话: (0)13884093137。Email: 274620558@qq.com。

- 保鲜与加工, 2017, 17(4): 6-9; 14.
- [5] 刘 丹. 1-MCP 对三峡库区丰水梨果实采后生理与品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(1): 27-30.
- [6] 吴小华, 颀敏华, 王学喜, 等. 1-MCP 对不同采收期黄冠梨褐心病及贮藏品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 110-113.
- [7] 刘 媛, 关军锋, 赵宝华. 1-MCP 薄膜包装和乙烯吸收剂对黄金梨冷藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(3): 7-11.
- [8] 程顺昌, 任小林, 饶景萍, 等. NO 对采后青椒某些生理生化特性与品质的影响[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(3): 322-324.
- [9] 张少颖. 番茄果实采后 NO 处理对活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(5): 818-822.
- [10] 吕金慧, 张安妮, 张荣萍, 等. 硝普钠 (SNP) 对红毛丹保鲜效果研究[J]. 园艺与种苗, 2018, 8(10): 38-41.
- [11] WIN T O, SRILAONG V, HEYES J, et al. Effects of different concentrations of 1-MCP on the yellowing of West Indian lime (*Citrus aurantifolia*, Swingle) fruit[J]. Postharvest Biol Technol, 2006, 42: 23-30.
- [12] 王宝春. 1-MCP 处理花牛苹果冷藏后香气成分恢复研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.

(本文责编: 陈 珩)

具有发展苹果产业的自然优势条件,并被农业部列为全国苹果生产优势区域。近年来,随着全省产业结构调整,果树栽培面积不断扩大,部分区域树龄老化,苹果树腐烂病发生危害呈逐渐上升的趋势<sup>[1-5]</sup>。苹果树腐烂病又名烂皮病、串皮病,症状分为溃疡型和枝枯型两类,以溃疡型为主,多发生危害在主干、主枝上。发病初期,病部表面红褐色至暗褐色、水渍状、略隆起,以手压之病部稍下陷。后皮层腐烂,常溢出黄褐色汁液,病组织软化,湿腐状。后期病部失水干缩下陷,呈黑褐色。常造成果实产量和品质下降,严重的还会造成大量死树或毁园。笔者在甘肃省武威市凉州区部分苹果园调查发现,红富士和元帅系苹果树腐烂病枝干发生危害较为常见,春季风雨期是该病害易传播扩散期。苹果树腐烂病大田空间分布型及其预测预报技术研究鲜有报道,专业化统防统治的水平亟待提升。笔者在甘肃省武威市凉州区进行春季苹果树腐烂病大田空间分布型及其抽样技术的调查研究,旨在为苹果树腐烂病的科学防治和预测预报提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查地点和方法

调查地点位于甘肃省武威市凉州区黄羊镇西河村,平均海拔 1 650 m。土壤类型薄层灌漠土,年均降水量 161 mm,耕层土壤有机质含量 6.7 g/kg。苹果树龄 30 a,红富士、红元帅、金冠、新红星等混栽,以红富士为主,株行距 3 m×4 m。2021 年 4 月 27—28 日正值降水后 2~3 d,苹果树花期随机调查 5 块地,每块地面积 1 080 m<sup>2</sup>,即 1 个样本田,每个样本田均按棋盘式横向均匀选择 5 个点,纵向均匀选择 10 个点,每点即 1 个样方,每个样方 4 株树,面积 12 m<sup>2</sup>,每样田调查 50 个样方,分别统计各样方苹果树腐烂病株密度,制作  $\chi^2$  频次表(表1)。

### 1.2 空间分布型检验

1.2.1 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  $\lambda$  检验空间分布型。

1.2.2 线性回归检验 以平均拥挤度  $M^*$  与平均密度值做 Iwao 回归  $M^*=\alpha+\beta$ 。 $\alpha$  为基本扩散指数, $\beta$  为密度扩散系数。当  $\alpha>0$ ,个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群;当  $\alpha=0$ ,分布的基本成分是单个个体;当  $\alpha<0$ ,个体间相互排斥。当  $\beta=1$  时,随机分布;当  $\beta<1$  时,均匀分布;当  $\beta>1$  时,聚集分布。以方差  $S^2$  与平均密度取对数值后做 Taylor 回归  $\lg(S^2)=\lg a+\lg(\bar{x})$ 。当  $b=1$  时,空间分布为随机分布;当  $b>1$  时,空间分布为聚集分布;当  $b$  趋近于 0 时,空间分布为均匀分布。

### 1.3 理论抽样模型和序贯抽样模型

Iwao 理论抽样模型  $n=t^2/D^2 [(\alpha+1)/\bar{x}+\beta-1]$ ,  $n$  为最适抽样数或理论抽样数,为平均密度,  $D$  为允许误差,  $t$  为置信度分布值,  $\alpha$ 、 $\beta$  同 Iwao 回归模型参数。

Iwao 序贯抽样模型  $T_{(1,2)}=nm_0 \pm t\sqrt{n[(\alpha+1)m_0+(\beta-1)m_0^2]}$ , 加号计算可得到病株密度的上限值  $T_1$ , 减号计算可得到病株密度的下限值  $T_2$ 。 $n$  即抽样数,  $m_0$  为防治指标,  $t$  为置信度分布值,一般取 95% 置信区间,即  $t=1.96$ ;  $\alpha$ 、 $\beta$  同 Iwao 理论抽样模型参数。田间调查时,若累计查得病株数量大于上限值  $T_1$ ,表明发病程度高于防治指标,需要防治;若累计查得病株数量低于下限值  $T_2$ ,表明发病程度低于防治指标,不需要防治;若累计查得病株数量处于上下限值之间,应继续取样调查。

最大抽样数模型  $N_{\max}=t^2/d^2 [(\alpha+1)m_0+(\beta-1)m_0^2]$ ,  $d$  即允许误差  $D$ ,  $m_0$ 、 $t$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  同 Iwao 序贯抽样模型参数<sup>[6-8]</sup>。当田间调查到最大抽样数时,若累计查得病株数量仍

在上下限之间,则根据该点最靠近的边界限值判断是否需要防治。

采用 Excel 2003 和 DPS17.10 软件处理数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 空间分布型检验

从表 1 可知,1 号田的  $\chi^2$  值小于 P-E 分布的  $\chi_{0.05}^2$  值,表示 1 号田病株实际分布与 P-E 分布相符。2 号田的  $\chi^2$  值小于泊松分布和 P-E 分布的  $\chi_{0.05}^2$  值,表示 2 号田病株的实际分布与泊松分布和 P-E 分布相符。3 号田的  $\chi^2$  值小于 P-E 分布的  $\chi_{0.05}^2$  值,表示 3 号田病株的实际分布与 P-E 分布相符。4 号田的  $\chi^2$  值小于 P-E 分布的  $\chi_{0.05}^2$  值,表示 4 号田病株的实际分布与 P-E 分布相符。5 号田的  $\chi^2$  值小于负二项分布的  $\chi_{0.05}^2$  值,表示 5 号田病株的实际分布与负二项分布相符。P-E 分布和负二项分布都是聚集分布,因此可得出 1~5 号田病株的实际分布型均呈聚集分布。

从表 2 可知,1~5 号样田的扩散系数

$C>1$ , Lloyd 聚集指数  $M^*/m>1$ , Cassie 指数  $C_A>0$ , 丛生指数  $I>0$ , 表示所有样田病株空间分布型呈聚集分布。上述田块的聚集均数  $\lambda<2$ , 表示病株田间聚集分布是受环境因素决定。聚集均数  $\lambda$  和平均密度模型方程式为  $\lambda=1.058 6 \bar{x}-0.131 0$ ,  $R^2=0.944 6$ ,  $F=51.1 > F_{0.01}$ , 表示上述样田苹果树腐烂病聚集程度与平均密度之间极显著正相关。

### 2.2 理论抽样模型与序贯抽样模型

平均拥挤度  $M^*$  和平均密度之间的 Iwao 回归模型显著,方程式为  $M^*=0.597 4 \bar{x}+0.549 7$ ,  $R^2=0.832 4$ ,  $F=14.9 > F_{0.05}$ ; 方差  $S^2$  和平均密度取对数值之间的 Taylor 回归模型极显著,方程式为  $\lg(S^2)=0.091 7+0.896 8 \lg(\bar{x})$ ,  $R^2=0.987 0$ ,  $F=192.6 > F_{0.01}$ 。根据 Iwao 回归式和 Iwao 理论抽样模型,一般取 95% 置信度(即  $t=1.96$ ),可得出苹果树腐烂病最适抽样模型为  $n=3.841 6/D^2 (1.549 7/\bar{x}-0.402 6)$ 。例如允许误差( $D$ )取 0.2,可得该允许误差条件下苹果树腐烂病田间最适抽样数  $n=96.04 \times$

表 1 苹果树腐烂病株理论分布型检验<sup>①</sup>

样本田号	调查样方/个	$\bar{x}$	$S^2$	$\chi^2$ 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	50	0.400 0	0.583 3	$4.4 > \chi_{0.05}^2$	不适合	(-)	(-)	$0.7 < \chi_{0.05}^2$	适合	(-)	(-)
2	50	0.160 0	0.223 3	$2.6 < \chi_{0.05}^2$	适合	(-)	(-)	$0.1 < \chi_{0.05}^2$	适合	(-)	(-)
3	50	0.720 0	0.876 7	$6.6 > \chi_{0.05}^2$	不适合	(-)	(-)	$3.3 < \chi_{0.05}^2$	适合	(-)	(-)
4	50	0.320 0	0.476 7	$9.3 > \chi_{0.05}^2$	不适合	(-)	(-)	$0.9 < \chi_{0.05}^2$	适合	(-)	(-)
5	50	0.760 0	0.940 0	$5.3 > \chi_{0.05}^2$	不适合	$4.2 > \chi_{0.05}^2$	不适合	$4.5 > \chi_{0.05}^2$	不适合	$2.9 < \chi_{0.05}^2$	适合

①采用卡方( $\chi^2$ )检验,当  $\chi^2$  值小于  $\chi_{0.05}^2$  的  $P>0.05$  时,表示理论分布与实际分布相符合;反之,当  $\chi^2$  值大于  $\chi_{0.05}^2$  的  $P<0.05$  时,表示理论分布与实际分布不相符合。表中(-)表示数据不支持,不能用此方法分析。

表 2 苹果树腐烂病株空间聚集度指标检验

样本田号	$\bar{x}$	$S^2$	$M^*$	$C$	$C_A$	$M^*/m$	$I$	$\lambda$	空间分布
1	0.400 0	0.583 3	0.858 3	1.458 3	1.145 8	2.145 8	0.458 3	0.317 6	聚集分布
2	0.160 0	0.223 3	0.555 8	1.395 8	2.474 0	3.474 0	0.395 8	0.090 1	聚集分布
3	0.720 0	0.876 7	0.937 6	1.217 6	0.302 2	1.302 2	0.217 6	0.690 9	聚集分布
4	0.320 0	0.476 7	0.809 6	1.489 6	1.529 9	2.529 9	0.489 6	0.111 4	聚集分布
5	0.760 0	0.940 0	0.996 8	1.236 8	0.311 6	1.311 6	0.236 8	0.633 6	聚集分布

(1.549  $7/\bar{x}$ -0.402 6)。

根据 Iwao 序贯抽样模型, 若选择苹果树腐烂病防治指标 1 株 /12 m<sup>2</sup>, 即  $m_0=1.0$ , 取 95% 置信区间即  $t=1.96$ , 可得出相应序贯抽样方程为  $T_{(1,2)}=n \pm 2.099\sqrt{n}$ 。田间调查时, 若累计查得的病株数量大于序贯方程上限值  $T_1$ , 即病株密度高于防治指标, 需要开展防治; 若累计查得病株数量小于序贯方程下限值  $T_2$ , 即病株密度低于防治指标, 不需防治; 若查得的病株数量在  $T_1 \sim T_2$ , 需继续取样调查。

根据最大抽样模型, 一般取 95% 置信范围即  $t=1.96$ 。当允许误差  $d=0.1$  时, 可得出  $N_{\max} \approx 441$ , 即在防治指标  $(1.0 \pm 0.1)$  株 /12 m<sup>2</sup> 时, 田间调查的最大抽样数是 441 个。当允许误差  $d=0.2$  时, 可得出  $N_{\max} \approx 111$ , 即在防治指标  $(1.0 \pm 0.2)$  株 /12 m<sup>2</sup> 时田间调查的最大抽样数是 111 个。当允许误差  $d=0.3$  时, 可得出  $N_{\max} \approx 49$ , 即在防治指标  $(1.0 \pm 0.3)$  株 /12 m<sup>2</sup> 时田间调查的最大抽样数是 49 个。实际应用中, 在一定允许误差内调查到最大抽样数时, 若累计查得的病株数量仍在  $T_1 \sim T_2$ , 则根据该数值最靠近的边界限值决定是否防治。

### 3 结论与讨论

苹果树腐烂病是威胁甘肃苹果、梨产业重要病害之一, 该病害大田空间分布型及其预测预报技术研究报道较少。取样调查、空间分布型检验和聚集强度指标检验表明, 甘肃武威苹果树腐烂病大田空间分布型呈聚集分布, 且病害聚集程度受栽培环境影响较大, 与叶部病害例如苹果锈病、梨锈病空间分布型一致<sup>[9-13]</sup>。建立的苹果树腐烂病最适抽样模型为  $n=3.841 6/D^2(1.549 7/\bar{x}-0.402 6)$ , 序贯抽样模型为  $T_{(1,2)}=n \pm 2.099\sqrt{n}$ , 可为甘肃河西地区苹果树腐烂病的科学防治和预测预报提供参考。在实际应用中, 可根据上述方法适时开展田间调查和序贯分析, 以指

导科学防治。

### 参考文献:

- [1] 曹素芳, 毕淑海, 赵明新, 等. 甘肃省主要产区梨树腐烂病发生和防治调查[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(1): 60-64.
- [2] 刘兴禄, 尹晓宁, 孙文泰, 等. 陇东地区苹果腐烂病发生原因及防控措施[J]. 甘肃农业科技, 2020(1): 75-78.
- [3] 牛济军, 王延基, 曹素芳, 等. 梨树腐烂病研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2015(2): 60-62.
- [4] 韩健, 陈臻, 徐秉良, 等. 甘肃省苹果病虫害发生情况初探[J]. 植物保护, 2012, 38(6): 134-139.
- [5] 惠娜娜, 李继平, 张大为, 等. 天水地区苹果腐烂病菌对 3 种杀菌剂的敏感性测定[J]. 甘肃农业科技, 2018(12): 64-66.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 唐晓琴, 卢杰, 臧建成. 苹果树叶片上锈病斑的空间分布特征[J]. 北方园艺, 2017(8): 119-123.
- [10] 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.
- [11] 郑义, 段显德, 崔欣, 等. 梨树锈病病斑在叶片上的空间分布型及抽样技术[J]. 东北林业大学学报, 2013(12): 80-83.
- [12] 牛军强, 马明, 刘兴禄, 等. 甘肃陇东苹果树腐烂病的发生规律与防治技术[J]. 中国果树, 2011(2): 53-55.
- [13] 邢全姐. 北方苹果树腐烂病的发生与防治[J]. 农业技术与装备, 2014(6): 11-12.

(本文责编: 杨杰)