

槟榔黄化病病株空间分布型及抽样技术研究

曹学仁 车海彦 杨毅 罗大全*

(中国热带农业科学院环境与植物保护研究所,农业部热带作物有害生物综合治理重点实验室,海南海口 571101)

摘要 应用聚集度指标法、Iwao 法和 Taylor 幂法则,研究了槟榔黄化病病株在槟榔园的空间分布型和抽样技术。结果表明,槟榔黄化病病株空间分布格局随着病株密度的提高逐步从均匀型向聚集型演变发展。 m^*-m 回归分析表明病株空间分布的基本成分是个体群,个体间相互排斥,个体群在田间呈聚集分布趋势。Taylor 幂法则分析表明,槟榔黄化病病株的空间分布随着病株密度的提高而趋向聚集分布。在此基础上提出了理论抽样数: $n=(t/D)^2(0.77/m+0.319)$ 。此研究结果为槟榔黄化病调查和监测提供了科学依据。

关键词 槟榔黄化病;空间分布型;抽样技术

中图分类号 S763.7 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2016)09-0125-02

槟榔(*Areca catechu* L.)种植业已成为海南省热带作物产业中仅次于天然橡胶的第二大支柱产业。据海南省统计年鉴数据显示,截至 2013 年,全省槟榔面积 8.67 万 hm^2 ,收获槟榔果面积 4.8 万 hm^2 ,年产鲜果逾 60 万 t,槟榔产值达 50 亿元。槟榔黄化病是一种严重危害槟榔生产的毁灭性传染病害,该病害于 1981 年首次在我国海南省屯昌县境内原海南药材场的槟榔种植园内发生,现在已逐渐蔓延至琼海、万宁、陵水、三亚、保亭、定安、乐东、五指山、琼中等 10 个市县^[1-4]。对海南主要槟榔产区黄化病危害的调查结果表明,各地区平均发病率为 23.81%^[5]。通过电镜观察、抗菌素注射诊断、PCR 检测和系统发育树构建等一系列研究,已经证实海南槟榔黄化病是由植原体引起^[6-8]。

植物病害空间分布型是植物病害发生流行的一种特性,调查和研究其分布规律,是研究植病生态学中的重要内容^[9]。目前已有包括香蕉束顶病、柑橘黄龙病、香蕉枯萎病、南方水稻黑条矮缩病等多种病害的病株田间空间分布型及抽样技术的研究报道^[10-13],但还未见有关槟榔黄化病空间分布型的研究报道。作为植原体引起的病害,目前尚无有效的药剂防治措施。加强病害监测和调查,及时清除发病的植株是防控槟榔黄化病最及时有效的措施之一。为了明确槟榔黄化病在田间的空间分布信息及其抽样调查方法,提高其监测预警与持续控制水平,笔者于 2015 年对槟榔黄化病的空间分布型和抽样技术进行了初步研究,现将研究结果总结如下。

1 材料与方法

1.1 槟榔植株样品采集

2015 年 7—8 月在海南琼海和万宁选取 6 个发病程度不同的槟榔种植园,其中琼海市阳江镇岭下村属轻病园区,每个园采集了 400 株槟榔样品,琼海市石壁镇石壁村、万宁

市长丰镇马坡村和万宁市南桥镇桥北村属中病园区,每个园采集了 100 株槟榔植株样品。以每 10 株槟榔植株为 1 个样方,每株槟榔采集倒数第 2 片或第 3 片叶片。

1.2 槟榔黄化病植株确定

采集的样品室内提取 DNA 后,采用车海彦等^[14]建立的槟榔黄化病植原体分子检测技术进行检测。分别计算每个样本的槟榔黄化病植株的病株率,病株率(%)=检测到植原体的植株数/采集样品的植株数 $\times 100$ 。

1.3 空间分布型确定

首先计算样方发病株数均值(m)、方差(S^2)及平均拥挤度 m^* ,同时计算槟榔黄化病植株的聚集度指标(扩散系数 C 、丛生指数 I 、 CA 指标和聚集度指数 m^*/m)^[15]。采用 Iwao 的 m^*-m 回归分析法和 Taylor 幂法则等 3 种方法测定槟榔黄化病植株的分布格局和内部结构^[16-17]。

1.4 抽样技术研究

采用 Iwao 的理论抽样数模型确定不同发病密度时的最适理论抽样数^[18]。

$$n=(t/D)^2[(\alpha+1)/m+\beta-1]$$

其中: n 为最适抽样数, m 为样方发病株数均值(株/样方), t 为一定置信度下的 t 分布值,取 $t=1.96$, D 为允许误差值,取 $D=0.1、0.2、0.3$, $\alpha、\beta$ 为回归模型中的参数。

2 结果与分析

2.1 聚集度指标

田间槟榔黄化病的聚集度指标的检验见表 1,6 个种植园中,有 4 个种植园检测到植原体的病株率 $<10\%$,这 4 个样本的扩散系数 $C<1$, $I<0$, $CA<0$, $m^*/m<1$,表明这 4 个种植园中槟榔黄化病病株在田间为均匀分布,有 2 个种植园检测到植原体的病株率 $>10\%$,这 2 个种植园的扩散系数 $C>1$, $I>0$, $CA>0$, $m^*/m>1$,表明这 2 个种植园中槟榔黄化病病株在田

表 1 槟榔黄化病病株的聚集度指标

取样点	病株率//%	m	S^2	m^*	C	I	CA	m^*/m	分布型
琼海龙江	3.3	0.325 0	0.276 3	0.175 1	0.850 1	-0.149 9	-0.461 2	0.538 8	均匀分布
	3.8	0.375 0	0.342 9	0.289 5	0.914 5	-0.085 5	-0.227 9	0.772 1	均匀分布
万宁南桥	7.0	0.700 0	0.455 6	0.350 8	0.650 8	-0.349 2	-0.498 9	0.501 1	均匀分布
	9.0	0.900 0	0.766 7	0.751 9	0.851 9	-0.148 1	-0.164 6	0.835 4	均匀分布
琼海石壁	13.0	1.300 0	1.566 7	1.505 1	0.205 1	0.157 8	1.205 1	1.157 8	聚集分布
万宁长丰	14.0	1.400 0	1.600 0	1.542 9	1.142 9	0.142 9	0.102 0	1.102 0	聚集分布

基金项目 海南省重大科技计划项目(ZDZX2013019);科技部农业成果转化资金项目(2014GB2E200114)。

* 通讯作者

收稿日期 2016-04-07

间为聚集分布。表明槟榔黄化病在不同发病率条件下呈现不同的分布特征,在发病率较低时呈现均匀分布,然后随病株率上升表现聚集分布。

2.2 回归分析法

2.2.1 Iwao 的 m^*-m 回归分析。将表 1 中平均发病株数和拥挤度应用 Iwao 回归法分别进行线性回归,建立田间槟榔黄化病病株 m^*-m 回归式 $m^*=1.319 m-0.330(r=0.971, P=0.001 2)$ (图 1)式中 $a=-0.330<0$,说明表明大田病株个体间相互排斥,但空间分布的基本成分是个体群; $b=1.319>1$,表明个体群在田间聚集分布趋势。

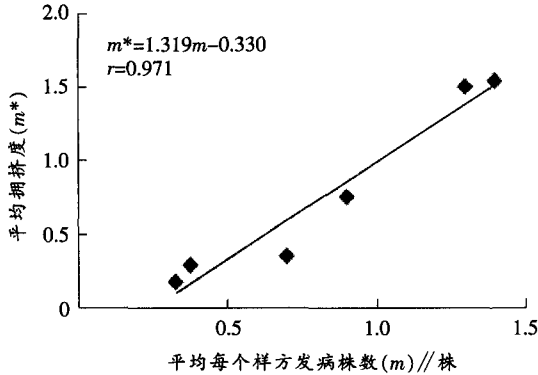


图 1 槟榔黄化病病株的平均拥挤度 m^* 与平均数 m 的回归关系

2.2.2 Taylor 幂法则。将表 1 中样方发病株数均值和方差按 Taylor 幂法则公式转换为对数分别进行线性回归,建立田间槟榔黄化病病株回归式 $\lg S^2=1.191 \lg m-0.010(r=0.968, P=0.001 2)$ (图 2),式中 $\beta=1.191>1$,表明田间槟榔黄化病病株的聚集度具有密度依赖性,随着病株密度的提高,其聚集度也愈高。

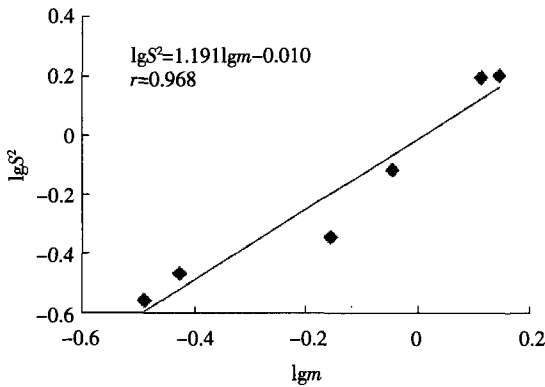


图 2 槟榔黄化病病株的 $\lg S^2$ 与 $\lg m$ 的回归关系

2.3 理论抽样数模型

应用 Iwao 的理论抽样公式来确定理论抽样数 n ,建立最适理论抽样模型为:

$$n=(t/D)^2(0.77/m+0.319)$$

根据最适理论抽样数模型得出槟榔黄化病在不同发病密度、不同允许误差水平时的理论抽样数(表 2)。同一允许误差值下,随着发病密度的增高,抽样数逐渐减少。

3 结论与讨论

植物病害的空间分布信息是抽样设计的基础,它不仅有助于确定或改进抽样设计方案,而且可对研究资料提出适当的统计处理方法,对病害防治具有重要指导意义。本研究通过聚集度指标法、Iwao 回归法和 Taylor 幂法则测定检验结果,结果表明:槟榔黄化病在田间发病程度较低(病株

表 2 槟榔黄化病的理论抽样数

病株率 %	m^*	不同允许误差的样方数//个		
		$D=0.1$	$D=0.2$	$D=0.3$
3	0.30	1 109	277	123
5	0.50	714	179	79
10	1.00	418	105	46
15	1.50	320	80	36
20	2.00	270	68	30
30	3.00	221	55	25
40	4.00	93	49	22

率<10%)时,呈均匀分布格局,但是随着病株密度的提高,向聚集分布格局转变,而且 Taylor 幂法则分析表明,随着病株密度的提高,聚集度愈高。

理论上,种苗带病的结果可能导致新槟榔园中病株的空间分布型呈均匀分布,因此本研究可在一定程度上证明种苗是槟榔黄化病传播的方式之一,这和香蕉束顶病的研究结果一样,该病也是由种苗传入的^[9]。而介体的传毒可能导致均匀分布或有一定的发病中心(即聚集分布),这取决于介体的迁移和传毒特性以及影响介体迁移和传毒的栽培和其他各种环境条件。在印度,已经证实了槟榔黄化病主要靠棕榈长翅蜡蝉(*Proutistia moesta*)传播^[9],这也可以证明我国也可能存在槟榔黄化病的传播介体。

采用无病种苗、铲除病株并结合防治介体等措施是目前防控槟榔黄化病的有效措施^[3,20]。本研究结果中,发病程度低时病株在槟榔园中呈均匀分布,当发病程度提高后转为聚集分布,存在发病中心,这正好从理论上证明了通过及时铲除槟榔黄化病病株可以控制病害的进一步发生,说明病害早期监测在病害防治中的作用。

田间理论抽样数随精确度的提高、病株密度的下降而增多。因此,在实际调查中应选择适当的允许误差,既能保证调查结果的准确性,又能避免过大的工作量。

4 参考文献

[1] 赵健生,杨生雨.槟榔黄化病的调查报告[J].热带作物科技,1985(1):64-69.
[2] 俞浩,冯淑芬,郑建华.海南岛槟榔“黄化病”问题调查报告[J].热带作物研究,1986(3):45-49.
[3] 罗大全.海南槟榔黄化病研究现状[J].世界热带农业信息,2007(6):24-26.
[4] 罗大全.重视海南槟榔黄化病的发生及防控[J].中国热带农业,2009(3):11-13.
[5] 周亚奎,战晴晴,杨新全,等.海南槟榔黄化病发生及对产量的影响调查[J].中国森林病虫,2014,33(2):24-25.
[6] 罗大全,陈慕容,叶沙冰,等.海南槟榔黄化病的病原鉴定研究[J].热带作物学报,2001,22(3):43-46.
[7] 罗大全,陈慕容,叶沙冰,等.多聚酶链式反应检测海南槟榔黄化病[J].热带农业科学,2002,22(6):13-16.
[8] 周亚奎,甘炳春,张争,等.利用巢式 PCR 对海南槟榔(*Areca catechu* L.)黄化病的初步检测[J].中国农学通报,2010,26(22):381-384.
[9] 马占鸿.植物流行病学[M].北京:科学出版社,2010:163-167.
[10] 周仲驹,黄志宏,郑国璋,等.香蕉束顶病的研究 V.病株的空间分布型及其抽样[J].福建农业大学学报,1997,26(2):177-181.
[11] 余继华,汪恩国,林云彪,等.早熟柑橘黄龙病空间格局参数特征及其应用[J].中国农学通报,2011,27(5):351-355.
[12] 刘磊,梁昌聪,曾迪,等.香蕉枯萎病田间分布型及病原菌在植株上的分布[J].生态学报,2015,35(14):4742-4753.
[13] 陈观浩,梁盛铭,任惠,等.南方水稻黑条矮缩病空间分布型及抽样技术[J].植物保护,2014,40(1):131-133.
[14] 车海彦.海南省植原体病害多样性调查及槟榔黄化病病原体的分子

(下转第 130 页)

表 2 不同处理施药后 35 d 防除单季稻高龄禾本科草效果

处理	稗草				千金子			
	株数//株	防效//%	鲜重//g	防效//%	株数//株	防效//%	鲜重//g	防效//%
A	4	93.0	48	94.2	2	33.3	10.8	0
B	3	94.7	32	96.1	2	33.3	9.2	11.5
CK	57	-	822	-	3	-	10.4	-

长,最终防除效果良好的特点,可以作为防除高龄稗草的除草剂,在生产上作进一步的示范和推广。

20%氟酮磺草胺悬浮剂防除高龄稗草时间以掌握在稗草 4~5 叶为宜,施药时间推迟影响总体防除效果。药剂用量宜推广 360 mL/hm² 对水 450 kg/hm² 喷雾。20%氟酮磺草胺悬浮剂在秧苗叶龄以前施用效果如何有待今后继续探索^[5-6]。

4 参考文献

[1] 赵秀梅.氟酮磺草胺 200 g/L 悬浮剂防除水稻移栽田杂草田间药效(上接第 123 页)

表 1 不同药剂对水稻稻瘟病的防效

处理	病情指数	防治效果//%
A	1.16	84.5
B	2.06	72.6
C	0.88	88.3
D	1.18	84.3
E	0.73	90.3
F	1.01	86.5
CK	7.50	-

异稻瘟净乳油 2 250 mL/hm² 防效最好,效果达 90.3%,40%稻瘟净乳油 2 250 mL/hm²,效果为 88.3%,50%多菌灵可湿性粉剂 3 000 g/hm² 的防效最差,效果为 72.6%。

这几种药剂不可长时间持续使用,应该更换使用,防止由于长期使用一种药剂引起小种变异而产生抗药性,或者 2(上接第 124 页)

2.3 不同处理对马铃薯安全性分析

各处理在施药期间,马铃薯未见药害及生长异常表现,也未发现其他不良天气及环境条件影响的异常表现,表明试验各处理及方法安全可靠。

3 结论

试验结果表明,马铃薯播种前用 72%农用链霉素药剂拌种,并在幼苗期和现蕾期分别用 33.5%啶啉酮 600 g/hm²,对水 750 kg/hm² 叶面均匀喷雾,防治疮痂病效果最佳,增产效果明显,建议在马铃薯生产上大面积推广应用。

(上接第 126 页)

检测技术研究[D].杨陵:西北农林科技大学,2010.
[15] 丁岩钦.昆虫数学生态学[M].北京:科学出版社,1994:29~58.
[16] IWAO S.A new regression method for analysis the aggregation pattern of animal population[J].Researches on Population Ecology,1968,10(1):1~20.
[17] TAYLOR L R.Aggregation variance and mean[J].Nature,1961,189:732~735.
[18] IWAO S,KUNO E.An approach to the analysis of aggregation pattern in影响。(上接第 128 页)

4 参考文献

[1] 刘福海.生物农药防治水稻病虫害应用技术研究[D].南京:南京农业大学,2006.
[2] 黄林茂,黄寿山.黑肩绿盲蝽捕食褐飞虱卵的功能与数值反应[J].生态学报,2010,30(15):418~419.

试验[J].黑龙江农业科学,2012(4):74~77.
[2] 季万红,马秀凤,张雅东.19%氟酮磺草胺 SC 防除机插秧稻田杂草的效果[J].杂草科学,2012,30(2):53~54.
[3] 王义生,刘煜财,李卫东,等.300 g/L 呋喃磺草胺·氟酮磺草胺 SC 防除移栽稻田杂草药效和安全性[J].农药,2016(1):76~78.
[4] 黄谊.噁唑酰草胺 10%EC 防除直播稻田禾本科杂草研究[J].农业灾害研究,2015(1):11~13.
[5] 王福州,曹方元,殷明,等.防除直播稻田禾本科杂草试验[J].大麦与谷类科学,2010(1):48~49.
[6] 蔡宏芹,徐优良,包志军,等.10%噁唑酰草胺 EC 等防除旱直播稻田禾本科杂草效果[J].杂草科学,2012(1):59~60.

种或几种混合使用以达到较好地防治效果。另外,实际生产中,为便于操作,提高效率,防治稻瘟病的药剂可以与防治纹枯病、稻曲病及杀虫剂配合施用。

4 参考文献

[1] 洪剑鸣,童贤明.中国水稻病害及其防治[M].上海:上海科学技术出版社,2006:39~61.
[2] 刘振林,杨军,金桂秀,等.山东水稻稻瘟病发病规律,特点及防治措施[J].安徽农业科学,2015,43(14):105~106.
[3] 农业部农药检定所生测室.农药田间药效试验准则(一)[S].北京:中国标准出版社,1993:71~74.
[4] 徐建第,张全芳,姜明松,等.2013 年山东省部分稻区稻瘟病菌生理小种的鉴定及分析[J].山东农业科学,2015,47(4):110~111.
[5] 郭晓刚,王晓梅,侯志广,等.15 种杀菌剂及其相关配比对水稻稻瘟病菌的室内毒力及田间防效[J].农药,2015(3):223~226.
[6] 徐沛东,常冬冬,兰波,等.烯丙苯噻唑对水稻主要防御酶活性的影响及其对稻瘟病的防治效果[J].华中农业大学学报,2014(4):60~65.

4 参考文献

[1] 曾宏宽.西乡县马铃薯疮痂病发生原因及防治技术[J].现代农业科技,2015(13):169.
[2] 李拴曹,李存玲.马铃薯疮痂病的发生与防治[J].陕西农业科学,2016(1):76~77.
[3] 王宏弘,缪福俊,李彪,等.马铃薯疮痂病最适诱抗剂筛选试验[J].南方农业学报,2013(7):1125~1129.
[4] 张海颖,郭凤柳,许华民,等.河北省张北地区马铃薯疮痂病的病菌鉴定[J].江苏农业科学,2014(10):131~134.
[5] 张建平,尹玉和,闫任沛,等.内蒙古马铃薯疮痂病发生与防治途径[J].中国马铃薯,2013(1):56~59.
[6] 赵伟金,杨文香,刘大群,等.中国马铃薯疮痂病研究初报[J].河北农业大学学报,2004(6):74~77.
biological populations[M]//PATIL G P,PIELOU E C,WATERS W E. Statistical Ecology,vol. 1,Pennsylvania State University Press,Philadelphia,1971:461~513.
[19] PONNAMMA K N,SOLOMON J J,RAJEEV G,et al.Evidences for transmission of yellow leaf disease of areca palm,*Areca catechu* L. by *Proutista moesta* (Westwood) (Homoptera: Derbidae)[J].Journal of Plantation Crops,1997,25(2):197~200.
[20] 范海阔,刘立云,余凤玉,等.槟榔黄化病的发生及综合防控[J].中国南方果树,2008,37(2):42~43.
[3] 肖志强,韦赵海,曾宜杰,等.水稻主要病虫害对晚稻产量的影响试验研究[J].现代农业科技,2009(5):110~111.
[4] 赵敏,张国忠,洪美萍,等.单季晚稻主要病虫害全程防控效果试验[J].浙江农业科学,2010(6):1332~1334.
[5] 桂良杰,颜秋梅,曾敬富,等.吉州区晚稻病虫害防治效益试验评估初报[J].农技服务,2014(7):86~87.
[6] 马池芳,李克才,应俊杰,等.不同用药方法对单季晚稻主要病虫害控制效果及经济效益分析[J].农业科技通讯,2011(5):58~61.