

番木瓜环斑病流行时间动态分析

张德雍* 王振中 范怀忠 林孔勋

(华南农业大学植物保护系, 广州, 510642)

摘要 根据田间和室内试验结果,分析了番木瓜环斑病的季节流行动态、蚜虫田间消长规律以及显症和传染动态。在田间自然状态下,有翅蚜的迁入每年出现3个高峰(6月上旬、8月中旬和10月中旬)。在蚜虫迁入后的10~20d,病害的发展也相应出现高峰,病害的发展与蚜虫的迁入量以及温度、湿度、风速等的变化有关。比较3种数学模型(Logistic、Gompertz和Weibull)对此病流行曲线、显症动态及传染动态的拟合效果,结果前者以Gompertz方程为最佳,后两者以Weibull方程为最优。对流行曲线进行参数分析,推断此病为低毒源量、低速度、长流行期类型,其潜伏期(11d)比潜育期(17d)短6d。

关键词 番木瓜环斑病;病害流行;流行曲线拟合;潜伏期;潜育期

中图分类号 S432.41

番木瓜环斑病(Papaya ringspot virus)是国内外番木瓜产区普遍发生的一种严重病害。40多年来,许多学者对此病的生物学特性、传毒介体种类及蚜虫传毒效率及病害流行等进行了大量的研究(广州河南园艺场,1977;任佩瑜等,1964;王惠亮,1989;Ishii, 1972; Jensen, 1949; Linder et al, 1945; Wolfenbarger, 1966)。但在流行方面,大多数只是对其田间扩散及生态因子作定性的描述,缺乏对此病的流行过程、显症动态及传染动态进行系统分析。

本研究在田间试验和室内试验的基础上,对广州地区番木瓜环斑病的流行动态、介体种群季节动态以及潜育期、潜伏期等进行系统的分析,为进一步进行病害预测和综合防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据收集

1988~1989年在华南农业大学和广州市果树研究所进行田间试验,试验地面积为0.15 hm²,品种为当前主要栽培品种穗中红,栽培措施除不喷药、不拔除病株外,按生产常规管理。

病害调查:每年从4月下旬开始,每2d一次,定点调查200株,至10月底全部发病止。

蚜虫诱集:在试验区内按棋盘式设置10个黄皿(d 35 cm, h 8 cm,颜色为鲜黄色),皿的高度始终与植株高度保持一致。每天上午记录诱捕的桃蚜(*Myzus persicae*)、棉蚜(*Aphis possypii*)及有翅蚜总数。

气象数据:取自广州市气象观测站。

潜伏期和潜育期试验:在防虫温室内盆栽15株番木瓜苗,待其长至5~7片真叶时,用

1994-07-06收稿

*现在广东省佛山市石油化工产品技术开发公司工作

桃蚜传毒接种。然后从第2 d开始,分别用上述已接种的番木瓜苗作毒源,选用健康的西葫芦苗作诊断寄主逐日进行蚜传试验,直至已接种的番木瓜苗全部发病为止。每天记录番木瓜苗及西葫芦的发病情况。以上实验共进行5批。

1.2 数据处理

1.2.1 流行曲线拟合 以病株率为因变量,所对应的植株生长时间(定植后天数)为自变量,选用 Logistic, Gompertz 和 Weibull 方程拟合流行曲线。其中 Logistic 和 Gompertz 方程采用王振中等(1988)提出的两参数方程非线性拟合法,Weibull 方程参照王振中(1988)的改进方法。以各方程的剩余平方和 Q 和非线性决定系数 R^2 作为拟合效果比较(王振中, 1988; 王振中等; 1988)。

1.2.2 潜伏期和潜育期的计算 本文中潜伏期(latent period)是指植株接种后到首次可由蚜虫在其上获毒并能传染的时间(d),潜育期(incubation period)指植株接种后到首次显示症状的时间(d)。

以总植株数为参照,计算每日显症率和可传染率,利用 Logistic, Gompertz 和 Weibull 方程进行显症和传染动态分析,其方程的拟合方法同 1.2.1。根据所得的最佳方程,分别计算显症率与传染率达 50% 的时间,以此来估算潜伏期和潜育期(肖悦岩等, 1985; 周卫川等; 1988)。

2 结果与分析

2.1 病害季节流行动态及蚜虫消长动态

根据 1988 年的调查资料,以时间为横座标,病株旬增长率、旬均诱蚜量、旬平均气温、旬平均相对湿度和旬平均风速等为纵座标,绘制各因子的变化曲线如图 1 所示。

从图 1 可以看到,在广州地区此病有 3 个发病高峰(6 月下旬,9 月上旬,10 月下旬),其中以 9 月上旬出现的高峰最大,有翅蚜虫的数量变化对病害流行有显著作用。大田调查表明,在流行季节中,番木瓜上无蚜虫定殖,传病介体主要是从田外迁飞而来的有翅蚜虫。每年有翅蚜出现 3 个迁入高峰(图 1)。病害发展高峰比蚜虫迁入高峰晚 10~20 d。

在气象因子中,温度、湿度及风速对病害发展有较大影响。在温度低于 28℃,湿度较低及微风天气条件对病害发展有利,其滞后期约为 10~20 d。这可能是适温、干燥及微风天气有利于蚜虫介体的迁飞所致(Broadbent, 1949)。

1989 年的试验结果与上述情况相似。

2.2 病害流行曲线分析

病害流行曲线拟合结果(表 1)表明,描述此病的流行曲线以 Gompertz 方程为最佳,其次为 Weibull 方程,再次为 Logistic 方程。

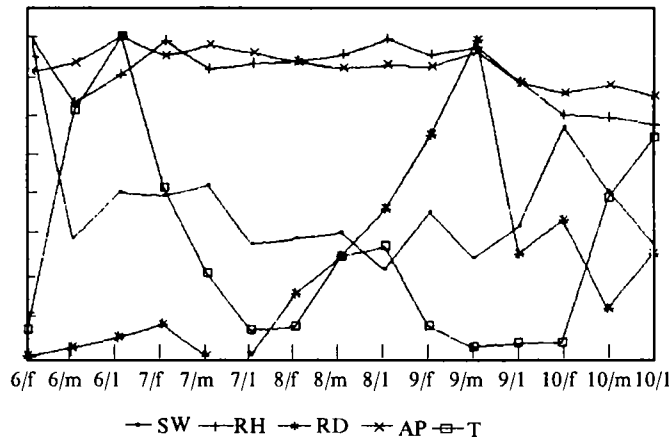


图 1 病害增长、诱蚜量及主要气象因子变化曲线

图中: SW 为风速; RH 为相对湿度; RD 为病害增长率; AP 为诱蚜量; T 为温度

3 种模型拟合结果都很好,表明此病为典型的复利式病害,其流行是以 $r-$ 策略进行的 (Vanderplank, 1963)。

表 1 三种方程对番木瓜环斑病流行曲线的拟合效果

试验地	Logistic				Gomperiz				Weibull				
	a	b	R ²	Q	a	b	R ²	Q	a	b	c	R ²	Q
1988F	-17.5371	0.1094	0.9668	0.2031	-11.4446	0.0739	0.9768	0.1420	9.9999	76.0768	5.0307	0.9538	0.2840
1989M	-8.6296	0.0581	0.9933	0.0455	-5.5983	0.0407	0.9902	0.0664	9.9737	88.5044	3.0331	0.9943	0.0507
1989N	-6.7375	0.0547	0.9864	0.1041	-4.2746	0.0385	0.9942	0.0447	9.9999	73.0983	2.2046	0.9917	0.0638

试验地栏中数字表示年号,字母 F, M, N 表示试验地离旧病田远,较近,近。

进一步分析 Gompertz 方程中的参数可知,反映初始毒源量的 a 值和病害流行速度的 b 值都较小,结合此病流行时间较长(5 月中~10 月中)的特点,可推断此病的流行结构为低毒源量、低流行速度和长流行期的类型。

利用组配的方程计算此病达不同病性时的时间,结果(表 2)表明,在 3 个不同类型的田块中,以病害的始发期相差较大,离旧病田越近,其始病期越早。

表 2 番木瓜环斑病达不同普遍率的时间 d

种植地位置 病 情/%	离旧病田远				离旧病田较近				离旧病田近			
	0.5	50	90	99	0.5	50	90	99	0.5	50	90	99
Logistic	111	160	180	202	57	148	186	227	26	123	163	207
Gompertz	137	159	185	217	96	146	192	250	67	120	169	230
Weibull	116	160	179	193	85	148	186	216	66	121	166	206

2.3 病害潜伏期和潜育期的测定

分别综合 5 批试验所得的显症率和可传染率与时间(d)组配方程,结果以 Weibull 方程为优。其参数如表 3 所示。分析方程的参数 a 可知,番木瓜从接种后的第 5 d 就开始具有传染能力,而其最早显症时间为 11 d 。

计算可传染率及显症率达 50% 的时间,可知此病的潜伏期为 11 d ,潜育期为 17 d 。

表 3 显症率和传染率的 Weibull 方程参数

参 数	a	b	c
传染率	4.9832	11.4366	1.7639
显症率	10.8456	9.4482	1.1180

3 结论与讨论

番木瓜环斑病是典型的复利式病害,其流行结构为低毒源量、低速度和长流行期组合而成。针对此病害特点,防治上建议以缩短流行期为主,如改革耕作制度,实行早春育苗移栽(广州河南园艺场,1977),可在一定程度上缩短作物对病原物的暴露时间,减轻病害的为害。

根据田间调查及动态方程的估算结果,离旧病田越近的番木瓜田,其始病期越早,这证实了作为此病综合防治措施之一,栽种番木瓜应尽可能选择远离旧病区处(广州河南园艺场,1977; Ishii, 1972)。

有翅蚜的活动对此病的发生发展起着重要的作用。每次在有翅蚜迁入高峰后 10~20 d ,病害的发展也相应出现高峰。在流行期间内,蚜虫并未在番木瓜上定殖,显然

此病的传播介体来自田外。此病是一种非持久性病害,会因传播介体的不断试食而加速扩展(Swenson, 1968)。因此,相应地采取一些有效的措施如网室栽培,田外或田内种植高秆作物以及在蚜虫迁入高峰期间用药剂杀蚜等来阻挡蚜虫传病,是很重要的防治措施。

此病的潜伏期比潜育期短,感染了 PRV 的植株最早在第 5 d 就具有传病能力。由此可知,在此病的流行过程中,起到再侵染作用的不仅仅是已显症的植株,而且还有一部分虽未显症但已经过潜伏期的植株。因此单纯强调拔除田间病株来减慢病害的流行为害并不全面。如何提高这一措施的效果,尚有许多问题值得进一步研究,譬如提高病害的田间检测水平等。

参 考 文 献

- 广州河南园艺场. 1977. 番木瓜环斑病的研究及其进展. 果树通讯, (3): 1~8
- 王振中, 林孔勋. 1986. 花生锈病流行曲线分析. 植物病理学报, 16(1): 11~16
- 王振中. 1988. 对 Weibull 曲线拟合方法的改进. 生物数学学报, 3(2): 86~89
- 王振中, 林孔勋, 范怀忠. 1988. 小白菜花叶病流行曲线分析及两参数植病流行方程的非线性拟合. 华南农业大学学报, 9(2): 11~21
- 王惠亮. 1989. 木瓜病害(上). 兴农(台湾), 6: 142~147
- 任佩瑜, 范怀忠. 1964. 番木瓜花叶病初步调查研究. 植物保护学报, 3(4): 23
- 肖悦岩, 曾士迈. 1985. 小麦条锈病显症率三种预测式的比较. 中国科学(B辑), (2): 151~157
- 肖悦岩, 曾士迈, 张万义, 等. 1983. SIMYR—小麦条锈病流行的简要模拟模型. 植物病理学报, 13(1): 1~13
- 周卫川, 林孔勋. 1989. 长豇豆锈病显症动态. 华南农业大学学报, 10(2): 54~59
- Berger R D. 1981. Comparison of the Gompertz and Logistic equation to describe plant disease progress. Phytopathology, 71: 716~719
- Broadbent L. 1949. Factors affecting the activity of alate of aphids: *Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae*. Ann Appl Biol, 36: 40~62
- Ishii M. 1972. Observation on the spread of papaya ringspot virus in Hawaii. Plant Disease Reporter, 56 (4): 395~400
- Jensen D D. 1949. Papaya visus disease with special reference to papaya ringspot. Phytopathology, 39(3): 191~211
- Linder R C, Jensen D D, Ikeda W. 1945. Ringspot: new papaya plunderer. Hawaii Farm and Home, 8(10): 10~14
- Swenson K G. 1968. Role of aphids in the ecology of plant viruses. Ann Rev Phytopathol, 6: 351~374
- Vanderplank J E. 1963. Plant Disease: Epidemics and Control. New York: Academic Press, 439
- Wolfenbarger D D. 1966. Incidence—distance and incidence—time relationship of papaya virus infection. Pl Dis Repr. 50: 908~909

TEMPORAL DYNAMICS OF PAPAYA RINGSPOT DISEASE

Zhang Deyong Wang Zhenzhong Fan Huaizhong* Lin Kongxun**

(Dept. of Plant Protection, South China Agr. Univ. Guangzhou, 510642)

Abstract

Epidemics of papaya ringspot disease (PRV) were monitored in fields in Guangzhou in 1988 and 1989. It was shown by analyzing the data of seasonal dynamics of disease development that the greatest rate of disease incidence increase appeared in early September. During the epidemic season, alate populations occurred in three peaks: early June, mid-August and mid-October. Ten to twenty days after each peak, there was a peak of disease incidence development. The seasonal dynamics of disease development and the growth and decline of the aphid populations were correlated to wind velocity, temperature and humidity. By comparing the fitness of three epidemic models (Logistic, Gompertz and Weibull) to the data of disease incidence, it was found that the disease development was best described by Gompertz model. With the equations of disease progress, analyzing every parameter and calculating the number of days for disease to reach the incidence of 5%, 50%, 90%, and 99%, it was found that the disease epidemic pattern of papaya ringspot belonged to the type of low virus source, low rate of infection and long epidemic period. By artificial inoculation with aphids (*Myzus persicae*), two models for infectious and apparition dynamics of the disease were developed; both of them showed that Weibull equation best described the dynamic of latent and incubation period, which were demonstrated to be about eleven and seventeen days respectively.

Key words Papaya ringspot virus; epidemiology; latent period; incubation period

*Faan Hwei-Chung

** Lin Kung-hsun