

文章编号: 1001-411X(2002)04-0023-04

番茄花叶病病株及传毒介体空间分布型研究

张卫民, 王振中

(华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要: 利用 1998 年广东省番茄花叶病春、秋两季的大田调查资料, 采用各种分布型指数分析了病株的田间分布型和秋季植株传毒有翅蚜介体(*Myzus persicae*)的空间分布型。结果表明, 番茄花叶病病株在田间的分布型随时间的延续而变化, 病株在流行初期呈随机分布, 随后呈聚集分布, 到后期则趋于均匀分布; 秋季植株有翅蚜介体在田间的分布型以聚集分布为主, 结合病株在病害流行前期有明显的聚集分布时期, 推断有翅蚜介体是秋季田间病害扩展的有效媒介。

关键词: 番茄; 花叶病; 病害流行; 传毒介体; 空间分布

中图分类号: S432.1

文献标识码: A

空间分布是种群最重要的生态学属性之一^[1]。植物病害流行的空间动态是由病原接种体在空间的扩散而形成的^[2,3]。对蚜传植物病毒病害来说, 传毒介体的活动和数量, 特别是其空间分布和扩散等特征, 以及环境因子对介体生态学行为和种群动态过程的影响, 在很大程度上影响着病害的发生和流行状况^[4~6,7]。因此, 研究病害流行过程中病株和介体的空间分布形式, 将有助于人们了解病害流行规律和介体扩散行为的关系, 确定有效的病害治理方案, 为综合防治提供科学的理论依据。根据病害或介体的空间分布信息, 应用各种分布型指数进行研究的报道较多^[3,8,9]。

由黄瓜花叶病毒(cucumber mosaic virus, CMV)和番茄花叶病毒(tomato mosaic virus, TMV)引起的番茄花叶病, 是严重危害番茄生产的重要病害, 近年来在广东省发生为害日益严重, 造成的经济损失较大。为此, 本研究在田间调查的基础上, 利用空间分布有关参数, 对广东省番茄花叶病病株及有翅蚜介体的空间分布型进行了分析。

1 材料与方法

1.1 病株调查

1998 年 3 月~11 月间, 在广东省三水县范湖镇春、秋两季的番茄栽培区内设置病害观察圃(面积约为 667~1 333 m²), 品种为相应季节主栽品种: 金丰 1 号和粤红玉。病害流行期间, 圃内按棋盘式随机取 20

个样方, 每样方连续调查 10 株番茄, 每日记录每样方的病株数。整个调查期间, 除不施农药外, 栽培管理措施均按常规进行。

1.2 病株田间分布型的参数计算

以样方为单位, 分别按下列公式计算病株空间分布有关参数:

①病样方率(P)= $n'/n \times 100\%$;

②平均样方病株数(m)= $\sum X_i/n$;

③方差(V)= $\sum (X_i - m)^2/(n-1)$;

④扩散系数(C)= V/m ;

⑤平均拥挤度(m^*)= $\sum X_i^2/\sum X_i - 1$;

⑥聚块性指标(m^*/m)= m^*/m ;

⑦扩散指标(I_d)= $n \times \sum [X_i \times (X_i - 1)]/N \times (N - 1)$ 。

式中, n' 为有病样方数; X_i 为第 i 个样方的病株数; n 为总样方数($n=20$); N 为调查总株数。扩散系数(C)随机分布概率为 95% 的置信区间^[10]: $L=1 \pm 2\sqrt{2n/(n-1)}$, 即 $[L_1, L_2] \sim [0.334, 3.1.665]$, 当 C 落入此区间内时, 病株为随机分布, C 小于 L_1 时, 为均匀分布, C 大于 L_2 时, 为聚集分布; 聚块性指标(m^*/m)和扩散指标(I_d)所反映的信息是: 等于 1 为随机分布, 小于 1 为均匀分布, 大于 1 为聚集分布。

1.3 植株蚜量调查

在病圃内, 按棋盘式随机取 20 个样方, 每样方随机选 1 株番茄作为调查对象, 记录整株的蚜量和

收稿日期: 2001-11-09

作者简介: 张卫民(1971-), 女, 博士;

通讯作者: 王振中(1956-), 男, 教授, 博士。

基金项目: 农业部“九五”课题(95 农-04-01-02-01)

蚜虫种类.

1.4 植株有翅蚜介体空间分布型的参数计算

- ①有蚜株率(P)= $n'/n\times 100\%$;
- ②平均密度(m)= $\sum m_i/n$;
- ③方差(v)= $\sum (m_i-m)^2/(n-1)$;
- ④ C_A 值^[10] (C_A)= $(v-m)/m^2$;
- ⑤平均拥挤度(m^*)= $\sum m_i^2/\sum m_i-1$;
- ⑥聚块性指标(m^*/m)= m^*/m ;
- ⑦扩散指标(I_d)= $n\times \sum [m_i\times (m_i-1)]/N\times (N-1)$.

式中, n' 为有蚜样方数; m_i 为第 i 个样本中的虫口数; n 为总样方数 ($n=20$); N 为总虫量. 聚块性指标 m^*/m 和扩散指标 I_d 的说明同 1.2; C_A 等于 0 为随机分布, 大于 0 为聚集分布, 小于 0 为均匀分布. 同时, 根据 Iwao 模型^[11]: $m^*=\alpha+\beta m$, 分析个体间的相互作用与空间分布型的关系; 根据 Taylor 幂法则^[12]: $V=a\times m^b$, 分析种群聚集度对密度的依赖关系.

2 结果与分析

2.1 番茄花叶病病株的田间分布类型

春、秋两季番茄花叶病病株空间分布有关参数的计算结果列于表 1、图 1.

表 1 春番茄花叶病病株空间分布参数

Tab. 1 Indices of the spatial distribution of spring tomato mosaic diseased plants

PD days after planting	P percentage of diseased sample/%	m mean density	m^* mean crow- ding	m^*/m index of patchiness	C diffusion coeffr- cient	I_d index of disper- sion
94	10	0.10	0	0	0.95	0
95	15	0.15	0	0	0.89	0
96	30	0.40	0.50	1.25	1.16	1.43
97	45	1.10	2.64	2.40	2.67	2.51
98	55	1.70	3.35	1.97	2.79	2.03
99	65	2.35	3.62	1.54	2.39	1.57
100	65	2.85	4.53	1.59	2.82	1.62
101	65	3.15	4.92	1.56	2.92	1.59
102	85	4.25	5.34	1.26	2.20	1.27
103	90	5.65	6.28	1.11	1.72	1.12
104	95	7.75	7.55	0.97	0.84	0.98
105	95	7.95	7.74	0.97	0.83	0.98
106	95	8.60	8.23	0.96	0.67	0.96
107	95	9.35	8.86	0.95	0.53	0.95
108	100	9.70	8.88	0.92	0.19	0.92
109	100	9.75	8.87	0.91	0.13	0.91
110	100	9.85	8.89	0.90	0.05	0.91
111	100	9.95	8.95	0.90	0.01	0.90

表 1 中聚集强度的各种指数都一致地反映出, 发病初期, 病株呈随机分布, 随后呈聚集分布, 到后期趋于均匀分布. 从这个结果可以看出, 病株在田间有一个明显的聚集分布时期. 分析这种现象的成因, 春番茄植期, 蚜虫数量很少, 且毒原以 TMV 为主, 因此蚜量不是左右病害发展的决定因子. 据观察, 农户曾在定植后第 93~94 d 将全田统一整枝打杈, 且该段时间前后, 农事操作频繁, 而此时正值病害流行前期(病害指数增长期), 流行速率相当大, 一旦病健株交互接触, 病害便能在较短时间内迅速扩展, 并在邻近病株周围呈现聚集分布现象, 当度过病害一个潜伏期左右的时间后, 全田普遍发病, 病株的分布也趋于均匀, 因此农事操作使病健株接触是造成春番茄病株如此分布型的主要原因; 而秋番茄植期, 蚜虫数量很大, 且毒原以 CMV 为主, 而该病毒的传播主要靠介体蚜虫的迁飞和扩散, 因此, 秋番茄病株的这种分布类型, 使人推想: 田间有效传毒介体的分布也应有聚集分布现象.

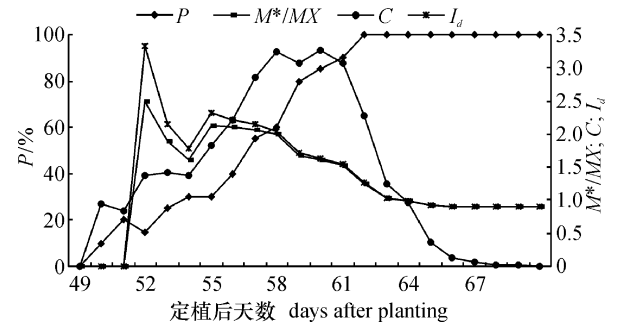


图 1 秋番茄花叶病病株空间分布参数图

Fig. 1 Indices of spatial distributions of autumn tomato mosaic diseased plants

2.2 植株有翅蚜介体的空间分布型分析

秋番茄植株有翅蚜介体种群以桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer) 为主, 约占每日调查植株总蚜量的 97% 以上, 其次还有棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 和萝卜蚜 (*Lipaphis erysimi* Kalténbach), 但不足每日调查植株总蚜量的 3%.

秋番茄植株有翅蚜介体空间分布有关参数计算结果列于表 2. 表 2 列出了至定植后 69 d 的数据, 聚集强度的各种指数都一致反映出, 植株有翅蚜数量是以聚集分布为主的. 应用 Iwao 模型, 利用在整个调查期间的参数 m^* 和 m 进行拟合, 得到: $m^*=-0.2526+1.2429m$ ($r=0.9667$); 式中, $\alpha<0$, $\beta>1$, 表明蚜虫个体间相互排斥, 种群为聚集分布. 应用 Taylor 幂法则, 对参数和进行拟合的结果为: $V=1.0575+m^{1.3464}$ ($r=0.9073$); 式中, a, b 均大于 1, 说明蚜虫种群是聚集分布的, 且密度越高, 聚集程度越高.

表 2 秋番茄植株有翅蚜介体空间分布参数

Tab. 2 Indices of the spatial pattern of its aphid vectors in autumn tomato plants

<i>PD</i>	<i>P</i>	<i>m</i>	<i>m</i> [*]	<i>m</i> [*] / <i>m</i>	<i>I_d</i>	<i>C_d</i>
days after planting	percentage of aphid plants/ %	mean density	mean crowding	index of patchiness	index of dispersion	
32	50	1.00	1.70	1.70	0.79	0.79
33	55	0.80	0.88	1.09	1.17	0.16
34	60	0.85	0.59	0.69	0.74	−0.26
35	75	1.20	0.92	0.76	0.80	−0.20
36	85	2.80	2.46	0.88	0.90	−0.11
37	75	2.20	2.36	1.07	1.10	0.10
38	70	1.70	2.06	1.21	1.25	0.25
39	25	0.25	0	0	0	−0.84
40	60	1.05	1.24	1.18	1.24	0.24
41	60	0.85	0.71	0.83	0.88	−0.12
42	80	1.70	1.41	0.83	0.86	−0.15
43	95	3.25	3.42	1.05	1.07	0.07
44	65	1.20	1.33	1.11	1.16	0.16
45	55	0.90	1.11	1.23	1.31	0.31
46	55	0.95	1.58	1.66	1.75	0.75
47	45	0.50	0.20	0.40	0.44	−0.53
48	60	1.25	1.68	1.34	1.40	0.40
49	90	6.35	9.83	1.55	1.56	0.58
50	85	2.65	3.02	1.14	1.16	0.17
51	90	3.90	4.62	1.18	1.20	0.21
52	70	2.50	3.44	1.38	1.40	0.42
53	45	0.55	0.36	0.66	0.73	−0.26
54	35	0.55	0.91	1.65	1.82	0.78
55	70	1.05	0.86	0.82	0.86	−0.14
56	85	1.75	1.60	0.91	0.94	−0.06
57	100	3.10	2.48	0.80	0.81	−0.19
58	90	3.35	3.64	1.09	1.10	0.11
59	100	4.05	3.56	0.88	0.89	−0.12
60	100	4.85	5.15	1.06	1.07	0.08
61	90	3.05	2.98	0.98	0.99	−0.01
62	85	2.25	2.67	1.19	1.21	0.22
63	70	1.70	2.76	1.63	1.68	0.69
64	30	0.35	0.29	0.82	0.95	−0.04
65	45	0.80	1.00	1.25	1.33	0.33
66	60	1.55	2.00	1.29	1.33	0.34
67	65	1.80	2.22	1.23	1.27	0.28
68	75	2.85	4.18	1.47	1.49	0.51
69	90	3.15	3.62	1.15	1.17	0.17

以上结果说明, 有翅成蚜种群在田间是以聚集分布为主的, 而秋番茄花叶病病株在病害流行前期也曾呈聚集分布型, 两者分布型的吻合, 表明有翅成蚜是 CMV 为主要毒原的番茄花叶病扩展的有效媒介, 这与前人^[6]的观点相同。

3 结论和讨论

本研究应用各种分布型指数对番茄花叶病病株的空间分布型和秋季植株有翅蚜介体的空间分布型进行了量化分析, 前者表明病害流行初期, 病株先呈

随机分布, 随后转为聚集分布, 到后期又趋于均匀分布; 后者表明无论用何种方法进行分析, 秋季植株有翅蚜介体的空间分布型均属聚集分布, 且随着虫口密度的增加, 聚集程度越大. 秋季田间病株的空间分布型与植株有翅蚜介体的空间分布型密切相关, 发病初期, 随机分布的病株成为发病中心, 病株呈聚集分布, 随着带毒蚜虫在田间的迁飞和扩散传毒, 发病中心逐渐扩大, 分布型由聚集型逐渐变为均匀型。

分析造成春、秋番茄分布型的原因, 春番茄(主要毒原为 TMV)主要是因为病害流行前期频繁的

农事操作使病健株接触造成;而秋番茄花叶病的主要毒原为 CMV, 病害的传播主要靠田间有翅蚜介体的迁飞扩散而扩展. 结合两季系统调查中从未发现植株上有若蚜定居的情况, 说明田间传 CMV 病毒的介体基本上来自田外, 因此, 在秋植番茄成株期前, 及时采取各种驱赶或忌避“过路”蚜虫的措施, 会在很大程度上减轻以 CMV 为主要毒原的番茄花叶病的流行程度.

致谢: 承蒙广东省三水市范湖镇政府的大力协助, 广东省三水市气象局无偿提供气象资料, 谨表致谢!

参考文献:

[1] TAYLOR L R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations[J]. Ann Rev Entomol 1984 29: 321— 357.

[2] VANDERPLANK J E. Plant Disease: Epidemics and control [M]. New York: Academic Press 1963. 349.

[3] 王振中, 林孔勋, 范怀忠. 小白菜花叶病病株空间分布类型分析[J]. 华南农业大学学报, 1989 10(2): 48— 53.

[4] SWENSON K G. Role of aphid in the ecology of plant viruses [J]. Ann Rev Phytopath, 1968 6: 351—374.

[5] FRAZER B D. Plant virus epidemiology and computer simulation of aphid population[A]. HARRIS K F, MARAMORSCH M. Aphid As Virus Vectors[C]. New York: Academic Press, 1977. 413—431.

[6] 王振中, 林孔勋, 范怀忠. 小白菜花叶病传毒介体的空间分布[J]. 华南农业大学学报, 1992 13(1): 30— 35.

[7] ZITTER T A. Epidemiology of aphid— borne viruses[A]. HARRIS K F, MARAMORSCH M. Aphid As Virus Vectors [C]. New York: Academic Press 1977. 385— 412.

[8] MADDEN L V, PIRONE T P, RACCAH B. Analysis of spatial patterns of virus diseased tobacco plants[J]. Phytopath, 1987, 77(10): 1 409— 1 417.

[9] 张德雍, 王振中, 范怀忠. 番木瓜环斑病的空间分布及流行动态模糊聚类分析[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(4): 27— 31.

[10] 南京农学院. 昆虫生态及预测预报[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 146— 148.

[11] IWAO S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations[J]. Res Popul Ecol, 1968, 10: 1—20.

[12] TAYLOR L R. Aggregation, variance and the mean[J]. Nature, 1961, 189: 732—735.

Study on the Spatial Distribution Patterns of Tomato Mosaic Disease and Its Aphid Vectors

ZHANG Wei-min, WANG Zhen-zhong

(College of Resources and Environment, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Based on the results of field investigation in spring and autumn tomato-planted fields in Guangdong province in 1998, a detail analysis was conducted for spatial distributions of the diseased plants and its aphid vectors (*Myzus persicae*) in autumn with several indices of spatial pattern. Spatial distribution analysis of the disease showed that the distribution patterns of diseased plants in the field were changed with the time passing. At the beginning of the disease developing, a random pattern was observed, then a clustering type of distribution, and an even pattern at the last stage of the plant. Further analysis of the aphid vectors in autumn crop showed that the alatae always had a clustering type of distribution. It was showed in the present study that the distribution of alatae was similar to that of the diseased plants, and suggested that the alatae were the main effective vectors of the disease.

Key words: tomato; mosaic disease; epidemiology; virus vector; spatial distribution

【责任编辑 周志红】