

扶桑绵粉蚧雌成虫在大花马齿苋上的空间格局^{*}

黄俊¹ 沈福泉¹ 李明江¹ 郁永明¹ 吕要斌^{2**}

(1. 浙江省农业科学院花卉研究开发中心 杭州 311202;

2. 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所 杭州 310021)

摘 要 本文对外来入侵害虫扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 雌成虫在大花马齿苋 (*Portulaca grandiflora* Hook) 上的空间分布特征进行了研究。结果表明,在水平上的空间分布表现为聚集分布,个体间相互吸引,分布的基本成分为个体群;雌成虫密度 m 和平均拥挤度 m^* 间的回归方程为: $m^* = 12.4595 + 1.2649 m$;雌成虫在大花马齿苋枝条上、中层虫口数量均显著多于下层。确定了不同虫口密度及不同允许误差下的最适抽样数。

关键词 扶桑绵粉蚧, 空间分布, 大花马齿苋

Spatial distribution of female adults of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Portulaca grandiflora*

HUANG Jun¹ SHEN Fu-Quan¹ LI Ming-Jiang¹ YU Yong-Ming¹ LV Yao-Bin^{2**}

(1. Research and Development Centre of Flower, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 311202, China;

2. Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract The spatial distribution of the female adults of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Portulaca grandiflora* Hook was studied. The results show that the spatial distribution of *P. solenopsis* was highly aggregative with reciprocal attraction among individuals. The basic component of distribution was the individual group; the linear regression line had an equation of the form $m^* = 12.4595 + 1.2649 m$, where m^* is the mean crowding and m is the density of female adults. Furthermore, the number of *P. solenopsis* on the upper or middle part of plants was significantly greater than on the lower part. Lastly, the theoretical sampling numbers of female adults of *P. solenopsis* were determined under different population densities allowing for sampling error.

Key words *Phenacoccus solenopsis*, spatial distribution, *Portulaca grandiflora*

扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 隶属于半翅目 Hemiptera, 粉蚧科 Pseudococcidae, 绵粉蚧属 *Phenacoccus*, 最早于 1898 年在美国新墨西哥州发现 (Tinsley, 1898; Fuchs *et al.*, 1991), 随后在智利 (Larrain, 2002)、阿根廷 (Granara de Willink, 2003)、巴西 (Culik and Gullan, 2005)、尼日利亚 (Akintola and Ande, 2008)、巴基斯坦和印度 (Hodgson *et al.*, 2008), 以及我国华南地区 (武三安和张润志, 2009) 相继报道发现。截至目前为止, 该虫已在我国台湾、广东、湖南、海南、福建、浙江、江西、广西、四川和云南等省 (自治区) 均有发生, 对我国大田作物、园林观赏植物、果树和蔬菜

等经济作物造成严重威胁。目前国内外对该害虫的研究十分有限, 主要集中在其寄主植物种类调查 (Jhala *et al.*, 2008; Arif *et al.*, 2009; Abbss *et al.*, 2010; 周湾等, 2010), 生物学特性 (关鑫等, 2009; Vennila *et al.*, 2010; 朱艺勇等, 2011), 传播扩散及风险评估 (Dhawan *et al.*, 2009; Nagraire *et al.*, 2009; 王艳平等, 2009; Wang *et al.*, 2010), 化学药剂防治 (Dhawan *et al.*, 2008; 胡学难等, 2010), 寄主植物-害虫互作 (Zhang *et al.*, 2011) 等。科学合理的监测技术是开展防治工作前必须予以解决的关键问题, 但是关于该害虫在特定寄主上的空间分布格局及其监测技术等还未见有报

* 资助项目: 农业部公益性行业科研专项 (201103026)、浙江省重点科技创新团队项目 (2011R50034-44)。

**通讯作者, E-mail: luyben@163.com

收稿日期: 2011-08-18, 接受日期: 2011-09-22

道。因此,本试验调查研究了大花马齿苋上扶桑绵粉蚧雌成虫在水平及垂直上的分布情况,旨在为扶桑绵粉蚧的防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 调查方法

2011 年 8 月 9 日在浙江省杭州萧山锦科花卉园艺场,对大花马齿苋 (*Portulaca grandiflora* Hook) 上发生为害的扶桑绵粉蚧进行调查。大花马齿苋均以露地袋栽的方式管理,每袋约有 20 ~ 25 条分枝,分枝长势基本一致。选取 5 块虫口密度不同的区域,每块区域内随机选取 30 袋,调查每袋内所有枝条上扶桑绵粉蚧雌成虫的数量,并且按每条枝条上(靠近花基部约 5 cm)、中(茎中部 5 cm)和下部(茎中部到茎基部)分别记录虫口数量。

1.2 分析方法

采用空间格局主要参数如平均拥挤度 m^* 、聚块性指数 m^*/m 、丛生指数 I 、久野指数 C_A 、扩散系数 C 及负二项分布的 K 值来判断大花马齿苋上扶桑绵粉蚧雌成虫种群的水平空间格局特征,并通

过 Iwao 回归法 (Iwao, 1971) 进行检验;通过 Iwao 回归方程确定不同虫口密度下的最适抽样数。分别统计每袋大花马齿苋枝条上、中和下部扶桑绵粉蚧雌成虫的数量,每区块以 30 袋作为重复,采用单因素方差分析 (One-Way ANOVA) 比较不同垂直空间上雌成虫的数量,差异显著性比较采用 Duncan 多重比较法。所有调查数据用统计软件 DPS 进行分析,数值采用平均值 $\pm$ SE 表示,差异显著水平 $P = 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 扶桑绵粉蚧雌成虫种群的水平空间分布型

2.1.1 聚集度指标 经平均拥挤度 m^* 、聚块性指数 m^*/m 、丛生指数 I 、久野指数 C_A 、扩散系数 C 及负二项分布的 K 值对扶桑绵粉蚧雌成虫种群进行聚集度检验(表 1)。结果显示,平均拥挤度 m^* 、聚块性指数 m^*/m 和扩散系数 C 均大于 1,丛生指数 I 、久野指数 C_A 和 K 值均大于 0,说明 5 个调查区块内扶桑绵粉蚧雌成虫种群在水平上的空间分布表现为聚集分布。

表 1 扶桑绵粉蚧雌成虫各项聚集度指标

Table 1 Aggregation indices of female adults of *Phenacoccus solenopsis*

调查 区块 Area	调查袋数 (袋) Sack number	平均 密度 (头/袋) Density	方差 S^2	平均拥 挤度 m^*	聚块性 指数 m^*/m	I 指标 I index	C_A 指标 C_A index	扩散系数 C Diffusion coefficient	K 指标 K index
1	30	76.867	3 432.740	126.756	1.713	43.994	0.571	46.083	1.937
2	30	111.467	3 818.257	156.979	1.309	34.426	0.313	34.519	3.662
3	30	32.267	1 079.099	66.774	2.084	35.691	1.090	34.620	1.004
4	30	17.933	254.202	31.348	1.745	14.392	0.758	15.594	1.415
5	30	16.433	136.530	24.577	1.520	7.372	0.448	9.076	2.261

2.1.2 回归方程检验 通过 5 个区块的调查数据建立了扶桑绵粉蚧雌成虫密度 m 和平均拥挤度 m^* 间的回归方程为:

$$m^* = 12.4595 + 1.2649 m \quad (r = 0.981)。$$

对回归方程相关系数 r 进行显著性检验, $r > r_{0.01}$, 说明线性相关极为显著, 线性方程可靠。该方程中 α 大于 0, 表明个体间相互吸引, 分布的基本成分为个体群; 而 β 大于 1, 表明扶桑绵粉蚧雌

成虫在大花马齿苋上的水平空间分布为聚集分布, 聚集度具有密度依赖性。

2.1.3 最适抽样数 根据 Iwao 提出的抽样原理, 最适抽样数计算公式为 $N = t^2/D^2 [(\alpha + 1)/m + (\beta - 1)]$, 其中 t 为保证概率, D 为允许误差, N 为最适(理论)抽样数, m 为均数, α 、 β 为 Iwao $m^* - m$ 回归方程中的常数。在本次调查中, 设置保证概率为 1, 允许误差为 0.1、0.2 和 0.3, α 为

12.4595, β 为 1.2649, 最后得出最适抽样数 (表 2)。

表 2 扶桑绵粉蚧雌成虫在不同虫口密度及不同允许误差下的最适抽样数
Table 2 Theoretical sampling number of female adults of *Phenacoccus solenopsis* under different densities and errors

允许误差 (D) Errors	虫口密度 (头/袋) Density									
	1	3	5	7	10	15	20	25	30	35
0.1	1 319	422	243	166	108	63	41	27	18	12
0.2	330	106	61	41	27	16	10	7	5	3
0.3	147	47	27	18	12	7	5	3	2	1

2.2 扶桑绵粉蚧雌成虫垂直分布规律

从表 3 可以看出,5 个调查区块内扶桑绵粉蚧雌成虫在大花马齿苋枝条上、中、下层均有分布,

而且上、中层虫口数量均显著多于下层,而上层与中层的虫口数量之间没有明显规律。

表 3 扶桑绵粉蚧雌成虫在大花马齿苋上的垂直分布规律
Table 3 Vertical distribution of female adults of *Phenacoccus solenopsis* on *Portulaca grandiflora*

不同部位 Different site	虫口密度 (头/袋) Density				
	1	2	3	4	5
上层 Upper	25.83 ± 3.23b	42.70 ± 3.81a	16.50 ± 2.87a	10.27 ± 1.30a	9.83 ± 0.95a
中层 Middle	41.23 ± 6.53a	49.30 ± 6.48a	13.67 ± 2.80a	6.27 ± 1.50b	5.40 ± 1.10b
下层 Lower	9.80 ± 2.24c	19.47 ± 3.14b	2.10 ± 0.50b	1.40 ± 0.44c	1.20 ± 0.32c

注:表中同列数字后标有不同字母者表示在 5% 水平上差异显著。
Data followed by different letters in the same column indicate significant difference at the 0.05 level.

3 小结与讨论

扶桑绵粉蚧是我国近年来新发现的一种外来入侵生物,2008 年在我国广东省广州市扶桑树上首次发现该害虫(马骏等,2009),并已列入《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》。该虫繁殖能力强,兼营有性生殖和孤雌生殖,单头雌成虫产卵量大,平均产卵能达 400 ~ 500 粒,而且卵期很短,在寄主棉花上孵化只需约 1 h (Vennila *et al.*, 2010),从母体卵囊脱离后即 1 龄若虫,且行动活泼,短时间内即可取食危害。本试验从扶桑绵粉蚧雌成虫着手,摸清其在特定寄主植物上的水平及垂直分布情况,并在实际应用中结合该虫的涌散时期,为有针对性地进行化学防治提供理论依据。

分析种群空间结构特征对于了解种群的生态特征具有一定意义,可揭示种群在生境空间的扩展情况。本研究表明,扶桑绵粉蚧雌成虫在水平

上的空间分布表现为聚集分布,而且个体间相互吸引,分布的基本成分为个体群,聚集度具有密度依赖性。该虫最适抽样数 N 与虫口密度 m 及相对误差 D 的关系表述为: $N = (13.4595 / m + 0.2649) / D^2$,该公式能为今后预测扶桑绵粉蚧在大花马齿苋上的发生提供合适抽样的理论依据。进一步研究扶桑绵粉蚧雌成虫的垂直分布规律发现,该虫主要分布在大花马齿苋的上层和中层,而分散在下层的虫口数量很少,这或许是由于扶桑绵粉蚧对植株肉质程度以及待产卵前对环境的选择有关。不同种群,甚至是同一种群在不同季节、不同环境条件下,其空间格局都可能不相同(徐汝梅和成新跃,2005)。因此,今后还将要在充分了解该虫生物学特性的基础上,深入了解其种群结构、动态和调节机制等,为有效防治扶桑绵粉蚧提供科学依据。

致谢: 浙江省萧山棉麻研究所张飞博士对本试验

提出了宝贵建议,在此致以衷心感谢!

参考文献(References)

- Abbss G, Arif MJ, Ashfaq M, Saeed S, 2010. Host plants distribution and overwintering of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis*; Hemiptera:Pseudococcidae). *Int. J. Agric. Biol.*, 12(3):421—425.
- Akintola AJ, Ande AT, 2008. First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera:Pseudococcidae) on *Hibiscus rosasinensis* in Nigeria. *Agriculture Journals*, 3(1):1—3.
- Arif MI, Rafiq M, Ghaffar A, 2009. Host plants of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis*): a new menace to cotton agroecosystem of Punjab, Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.*, 11(2):163—167.
- Culik MP, Gullan PJ, 2005. A new pest of tomato and other records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espirito Santo, Brazil. *Zootaxa*, 964:1—8.
- Dhawan AK, Kamaldeep SA, Sarika S, 2009. Distribution of mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cotton with relation to weather factors in South-Western districts of Punjab. *J. Entomol. Res.*, 33(1):59—63.
- Dhawan AK, Saini S, Singh K, Mohindru B, 2008. Toxicity of some new insecticides against *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) [Hemiptera: Pseudococcidae] on cotton. *J. Insect Sci.*, 21(1):103—105.
- Fuchs TW, Stewart JW, Minzenmayer R, Rose M, 1991. First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States. *Southw. Entomol.*, 16(3):215—221.
- Granara de Willink MC, 2003. New records and host plants of *Phenacoccus* from Argentina (Hemiptera:Pseudococcidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 62(3/4):80—82.
- Hodgson CJ, Abbas G, Arif MJ, Saeed S, Karar H, 2008. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha:Coccoidea: Pseudococcidae), a new invasive species attacking cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa*, 1913:1—33.
- Iwao S, 1971. An approach to the analysis of aggregation pattern in biological population. *Statist. Ecol.*, 1:461—513.
- Jhala RC, Bharpoda TM, Patel MG, 2008. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera:Pseudococcidae), the mealy bug species recorded first time on cotton and its alternate host plants in Gujarat, India. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 28(3):403—406.
- Larrain SP, 2002. Insect and mite pest incidence on sweet pepinos *Solanum muricatum* (Ait.) cultivated in the IV Region, Chile. *Agricultura-Tecnica*, 62(1):15—26.
- Nagrare VS, Kranthi S, Biradar VK, Zade NN, Sangode V, Kakde G, Shukla RM, Shivare D, Khadi BM, Kranthi KR, 2009. Widespread infestation of the exotic mealybug species, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae), on cotton in India. *B. Entomol. Res.*, 99:537—541.
- Tinsley JD, 1989. An ants' nest coccid from New Mexico. *Can. Entomol.*, 30:47—48.
- Vennila S, Deshmukh AJ, Pinjarkar D, Agarwal M, Ramamurthy VV, Joshi S, Kranthi KR, Bambawale OM, 2010. Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. *J. Insect Sci.*, 10:1—9.
- Wang YP, Watson GW, Zhang RZ, 2010. The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agr. Forest Entomol.*, 12(4):403—416.
- Zhang PJ, Zhu XY, Huang F, Liu Y, Zhang JM, Lu YB, Ruan YM, 2011. Suppression of jasmonic acid-dependent defense in cotton plant by the mealybug *Phenacoccus solenopsis*. *PLoS ONE*, 6(7):e22378. doi: 10.1371/journal.pone.0022378.
- 关鑫, 陆永跃, 曾玲, 王琳, 2009. 扶桑绵粉蚧的过冷却点和体液结冰点的测定. 环境昆虫学报, 31(4):381—384.
- 胡学难, 马骏, 周健勇, 荣晓东, 刘海军, 陆永跃, 王跃进, 2010. 6 种化学农药及其复配对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定. 植物检疫, 24(3):26—28.
- 马骏, 胡学难, 刘海军, 梁帆, 赵菊鹏, 冯黎霞, 陈乃中, 2009. 广州扶桑上发现扶桑绵粉蚧. 植物检疫, 23(2):35—36.
- 王艳平, 武三安, 张润志, 2009. 入侵害虫扶桑绵粉蚧在中国的风险分析. 昆虫知识, 46:101—106.
- 武三安, 张润志, 2009. 威胁棉花生产的外来入侵新害虫——扶桑绵粉蚧. 昆虫知识, 46(1):159—162.
- 徐汝梅, 成新跃, 2005. 昆虫种群生态学—基础与前沿. 北京: 科学出版社. 3.
- 周湾, 林云彪, 许凤仙, 严铁, 王秀华, 梁仙和, 施祖华, 2010. 浙江省扶桑绵粉蚧分布为害调查. 昆虫知识, 47(6):1231—1235.
- 朱艺勇, 黄芳, 吕要斌, 2011. 扶桑绵粉蚧生物学特性研究. 昆虫学报, 54(2):246—252.