

西花蓟马在黄瓜和架豆上的空间分布型及理论抽样数

路虹*, 宫亚军, 石宝才, 宋婧祎

(北京市农林科学院植保环保所, 北京 100097)

摘要: 西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 已在北京部分蔬菜园区成功定居, 对蔬菜生产造成危害。为了解该虫在蔬菜田的种群空间分布型, 指导田间取样, 本文应用几种聚集度指标的计算公式以及 Taylor、Iwao 的回归方程式, 分析和测定了西花蓟马的种群空间分布格局。结果表明: 在黄瓜和架豆上西花蓟马的空间分布型一致, 均为聚集分布型; 该虫的空间分布型不受种群密度的影响, 并且也不随取样时间的变化而变化。种群数量动态研究显示西花蓟马成虫和若虫在黄瓜植株的中部叶片分布较多(从顶部向下数第 4 叶至第 17 叶片上成、若虫的分布数量多于其他叶片上的数量), 未展开的叶片、嫩叶和下部老叶危害较轻。用 Iwao 回归法中 α 、 β 参数计算出在允许误差范围内的理论抽样数。

关键词: 西花蓟马; 空间分布型; 聚集分布型; 理论抽样数

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2007)11-1187-07

Spatial distribution pattern and sampling of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), on cucumber and green bean

LU Hong*, GONG Ya-Jun, SHI Bao-Cai, Song Jing-Yi (Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract: The western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), has successfully settled down in parts of Beijing vegetable production areas and damaged a lot of vegetables. In order to understand the spatial distribution pattern of this pest, its population aggregating indexes on cucumber and green bean were calculated based on the related index formulae, and Taylor and Iwao regression formulations. The results showed that the spatial distribution pattern of the western flower thrips belonged to aggregating distribution on cucumber and green bean. Differences in sampling time and population densities had no effect on the spatial distribution pattern of *F. occidentalis*. Analysis of population dynamics showed that adults and larvae of the thrips mostly were feeding on middle leaves of cucumber (the number of thrips on 4th to 17th leaf was higher than that on other leaves), and that thrips caused lighter damage to unfold leaves, the younger and the older leaves. Theoretical sampling within allowable error by α and β based on Iwao regression formulation was measured.

Key words: *Frankliniella occidentalis*; spatial distribution pattern; aggregating distribution; theoretical sampling

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) 原产于北美西部, 20 世纪 70~80 年代随着花卉、苗木和蔬菜在各国之间的贸易该虫已扩散到许多国家和地区。西花蓟马寄主范围十分广泛, 涉及园林花卉、果树、蔬菜和农作物等 60 多个科 500 多种植物(万方浩等, 2005), 已成为农

林业生产的重要害虫之一。2003 年在北京首次发现西花蓟马(张友军等, 2003), 2004 年在北京海淀、丰台、朝阳和昌平等地的多种蔬菜和花卉上对西花蓟马的检出率仅为 11.1%, 2005 年上升到 51.5% (任洁等, 2006)。对西花蓟马在北京门头沟区碧琨科技园区春、秋两季种植的蔬菜上种群动态研究表

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划 2006BAD08A08-27

作者简介: 路虹, 女, 1956 年 4 月生, 研究员, 研究方向为农业害虫综合治理, E-mail: luhong1688@sohu.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: luhong1688@sohu.com

收稿日期 Received: 2007-03-07; 接受日期 Accepted: 2007-10-09

明,黄瓜、茄子和架豆危害较重,该虫在冬季不加温的大棚内可以越冬危害,并为翌年春季危害大棚蔬菜提供虫源(路虹等,2006)。

国外学者对西花蓟马在大棚、草莓、西红柿和果园等经济作物上的种群动态也进行了大量研究(Jarosik *et al.*, 1997; Steiner *et al.*, 2005; Hoddle *et al.*, 2002)。但国内外尚未见对西花蓟马的种群空间分布格局的研究报道。种群空间格局是种群的重要属性之一,不同的种群、甚至同一种群在不同季节和生境条件下可能会有不同的空间格局。为了了解西花蓟马在蔬菜田的分布状况,为田间调查取样提供有效的样本量,提高田间防治西花蓟马的效果,本文对西花蓟马的空间分布格局进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验分别在北京市农林科学院内试验地(以下简称农科院)和北京门头沟碧琨蔬菜科技园区(以下简称碧琨)进行。

农科院日光温室长 35 m、宽 7 m,占地 0.025 hm²,将其分为 7 块,2006 年 3 月 28 日在第 1、3、5、7 块种植黄瓜,第 2、4、6 块种植绿菜花,分别用 3 顶 2 m × 5 m × 1.5 m 的蚊帐式的纱帐全部罩住种绿菜花区域,与种黄瓜的区域形成隔离屏障。每块种植黄瓜区域种植黄瓜 8 行,每行 14 株,行距和株距均为 40 cm。由于本试验地从未发生过西花蓟马,在定植黄瓜缓苗后,于 4 月 11 日将采自门头沟碧琨科技园区西花蓟马(成虫和若虫混合种群)按照平均每株 20 头、40 头、80 头的数量均匀接在黄瓜苗上。整个生长期不喷任何农药。

在碧琨选用 2 个加温大棚温室(长 80 m、宽 8 m),分别占地 0.07 hm²,一个棚种植架豆,另一个种迷你黄瓜。每个棚分为 54 畦,每畦种植 2 行,每行种植 16 株,行距和株距分别为 40 cm 和 50 cm,全棚种植 1 700 株。试验期间黄瓜、架豆长势良好。田间管理按照绿色食品的生产标准,在种群数量调查期间不喷任何农药。

1.2 西花蓟马种群数量调查方法

1.2.1 西花蓟马在黄瓜不同叶位上数量分布 于 6 月 12 日在农科院黄瓜地接虫 20 头区、40 头区和 80 头区 3 个区不同接虫区域内分别选取 20 株黄瓜,自上而下记录所有叶片上发生的西花蓟马的成虫和若虫数量。

1.2.2 农科院试验地黄瓜上西花蓟马种群数量及空间分布调查 从 4 月 28 日开始至 6 月 5 日每隔 7 ~ 10 天调查一次西花蓟马种群数量,调查时在 20 头区、40 头区和 80 头区内每行随机选取 6 株,分上、中、下各取 1 片叶调查叶片上发生的西花蓟马成虫和若虫数量,每区查 48 株 144 片叶片。共查 6 次。

1.2.3 碧琨试验地黄瓜和架豆上西花蓟马空间分布调查 从 5 月 10 日开始至 6 月 8 日在碧琨试验地调查架豆和迷你黄瓜上西花蓟马种群数量,调查时在每一行随机取 2 ~ 3 株,隔行取样,每株分上、中、下各取 1 片叶调查叶片上发生的西花蓟马成虫和若虫数量(架豆以 1 个复叶计),共调查株数 80 ~ 100 株、叶片数 240 ~ 300 片。

1.3 数据处理及种群空间分布型测定方法

用 Excel 2000 处理田间调查的数据,以株(叶)为单位计算出每一次调查样本的平均密度($\bar{x}$)和方差(S^2)。徐汝梅(2005)等将种群空间格局的测定方法分为 3 大类 8 种方法,本试验应用其中 6 种方法测定西花蓟马成虫和若虫在黄瓜和架豆田空间分布格局。

1.3.1 用样本的平均数($\bar{x}$)和方差(S^2)描述种群的聚集程度:

1.3.1.1 聚集度指标的计算 按照聚集度指标的计算公式分别求出 Beall 的扩散系数 C 、Water's 的负二项分布 K 值、Morista 的扩散指标 I_δ 、Cassie 的 Ca 指数、David 和 Moore 的聚集指标 I ,依据这些指标值分析西花蓟马种群的空间分布格局。

1.3.1.2 Taylor 的幂法则 用 Taylor 的幂法则中的 b 指标测定空间分布型:在 $S^2 = \ln a + b \ln \bar{x}$ 回归式中,当 $\ln a = 0$, $b = 1$ 种群在一切密度下随机分布;当 $\ln a > 0$, $b = 1$ 种群在一切密度下均是聚集的,但不具聚集度的密度依赖性;当 $\ln a > 0$, $b > 1$ 种群在一切密度下均是聚集的,且具密度依赖性;当 $\ln a < 0$, $b < 1$ 密度越高种群分布越均匀。

1.3.2 以平均拥挤度为指标测定空间分布格局:

1.3.2.1 Lloyd 的平均拥挤度(M^*)和聚块性指标 $M^*/\bar{x}$ 测定空间分布型 $M^*/\bar{x}$ 是估计个体群面积的指数, $M^*/\bar{x}$ 的值 > 1 则为聚集分布。

1.3.2.2 Iwao 回归法 $M^* - \bar{x}$ 回归法 可用于同一物种的多个种群的空间分布测定:在以平均拥挤度 M^* 与平均密度 $\bar{x}$ 的回归方程 $M^* = \alpha + \beta \bar{x}$ 中, α 和 β 指标可测定种群空间分布型。截距 α 显示分布的基本成分,当 $\alpha = 0$ 时,分布的基本成分是单个的个体; $\alpha > 0$ 说明个体间相互吸引,存在个体群; $\alpha < 0$

则个体间相互排斥。 $\beta = 0$ 种群为随机分布 $\beta > 1$ 为聚集分布 $\beta < 1$ 为均匀分布。

1.3.3 聚集因素分析：应用 Blackith (1961) 的种群集数 λ 分析西花蓟马在黄瓜和架豆上的聚集原因。 $\lambda = \bar{x} * r / 2k$, r 为自由度在 $2K$ 时 $x^2_{0.5}$ 的值 ; K 为负二项分布参数 , 当 $\lambda \geq 2$ 时该虫的聚集原因主要由蓟马的习性造成的 , $\lambda < 2$ 聚集原因是因环境因素引起。

1.4 在不同虫口密度下的理论抽样数

用 Iwao 的 $M^* - \bar{x}$ 回归式的分布参数 α, β 按下列公式确定不同虫口密度下的最适抽样数。

$$n = \left(\frac{t}{D} \right)^2 \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{x}} + \beta - 1 \right) .$$

公式中 n 表示理论抽样数 , t 表示置信度 , 取 $t = 1$, D 表示允许误差 , 取 $D = 0.1, 0.2$ 。

2 结果与分析

2.1 西花蓟马在黄瓜上的垂直分布

2.1.1 西花蓟马在黄瓜不同叶位上的垂直分布

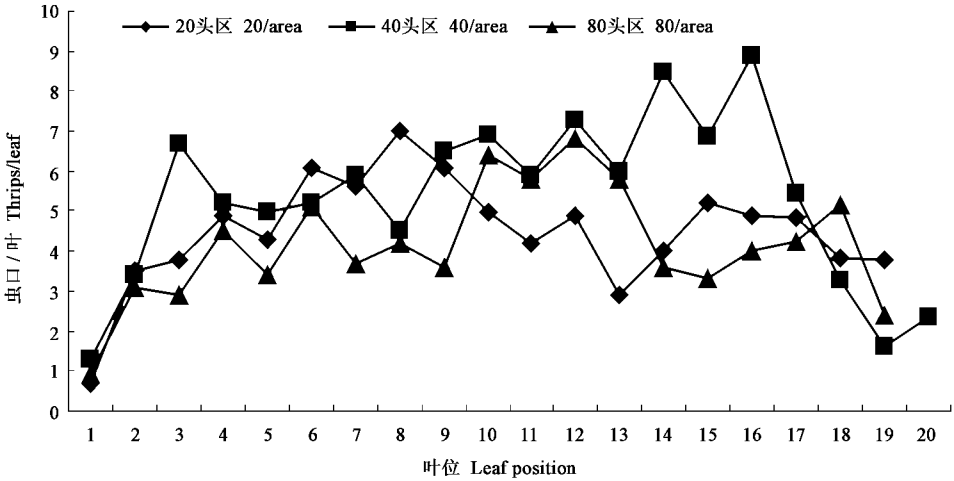


图 1 西花蓟马成虫在黄瓜不同叶位上数量变动

Fig. 1 Dynamics of *F. occidentalis* adults on different leaves of cucumber

2.1.2 在不同取样时间对西花蓟马在黄瓜上的垂直分布的影响：图 3 显示随着时间的变化西花蓟马种群在黄瓜上的垂直分布 , 从 4 月 28 日至 6 月 5 日任何一个时间段取样分析 , 该虫在中部叶片上的分布均多于在上部和下部叶片 , 与图 1 和图 2 的结果一致。4 月 28 日调查数据表明中部叶片虫口数量是上部叶片的 3.2 倍 , 是下部叶片的 1.1 倍 ; 5 月 15 日调查中部叶片虫口数量是上部叶片的 7 倍 , 是下部叶片的 3.8 倍 ; 5 月 29 日调查中部叶片虫口数为上部叶片的 1.8 倍 , 是下部叶片的 9 倍。

月 12 日在农科院试验地调查西花蓟马成虫和若虫在黄瓜上自上而下每一片叶子上的分布 , 此时黄瓜属于生长后期 , 每株黄瓜的叶片有 18 ~ 20 片。结果显示 : 成虫 (图 1) 在 3 个不同接虫区域 (20 头区、40 头区和 80 头区) 种群分布情况基本一致 , 可以看出大多数成虫多分布在从顶部向下数第 4 至第 17 叶上。20 头区从第 4 到第 15 叶平均每叶成虫多于 4 头 , 最高为 7 头/叶 ; 40 头区平均每叶多于 4 头的叶位从第 3 至第 17 叶 , 最高 8.9 头/叶 ; 80 头区则在第 4 叶至第 18 叶 , 但其中有 4 片叶上成虫数量在 3.4 ~ 3.6 头 , 80 头区最高虫口为 6.8 头/叶。若虫 (图 2) 在 20 头区和 40 头区的虫口变动趋势一致 , 在 80 头区变动较大。在 20 头区平均每叶若虫虫口大于 10 头的叶位是第 8 叶至第 17 叶 , 最高头数位 17.6 头/叶 ; 40 头区平均每叶若虫虫口大于 10 头在第 6 叶至第 14 叶 , 最高虫口 16.0 头/叶 ; 80 头区则在第 5 叶至第 15 叶 , 最高为 32.4 头/叶。若虫在黄瓜叶位上的垂直分布与成虫一致 , 都在中部叶位上较多 , 说明老叶 (第 18 ~ 20 叶) 和未展开的叶子和嫩叶 (第 1 ~ 3 叶) 不适合西花蓟马取食。

2.2 在不同接虫区域内西花蓟马种群数量发生动态

西花蓟马在 3 个不同接虫的区域内种群数量随时间变动呈总体上升趋势 (图 4)。在一个月后于 6 月 5 日调查时 20 头区的虫量增长了 6.8 倍、40 头区和 80 头区分别增长了 4.7 倍 , 结果还表明在不同区域之间的虫口变化倍率与试验起始接虫倍率一致 ; 5 月 8 日调查时 80 头区虫量 (77.1 头/株) 是 40 头区 (38.5 头/株) 的 2 倍 , 40 头区的虫量也是 20 头区 (19.5 头/株) 的 2 倍 ; 从 4 月 28 日至 5 月 29 日单株

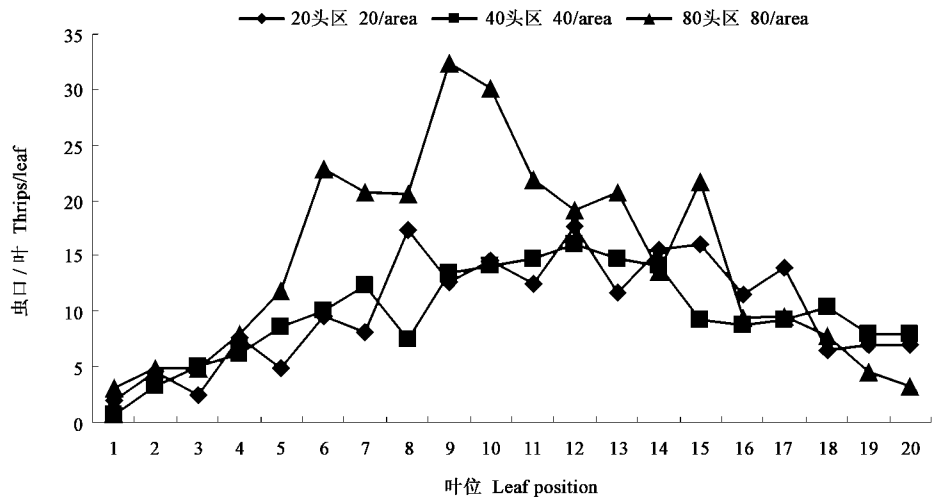


图 2 西花蓟马若虫在黄瓜不同叶位上数量变动

Fig. 2 Dynamics of *F. occidentalis* nymphs on different leaves of cucumber

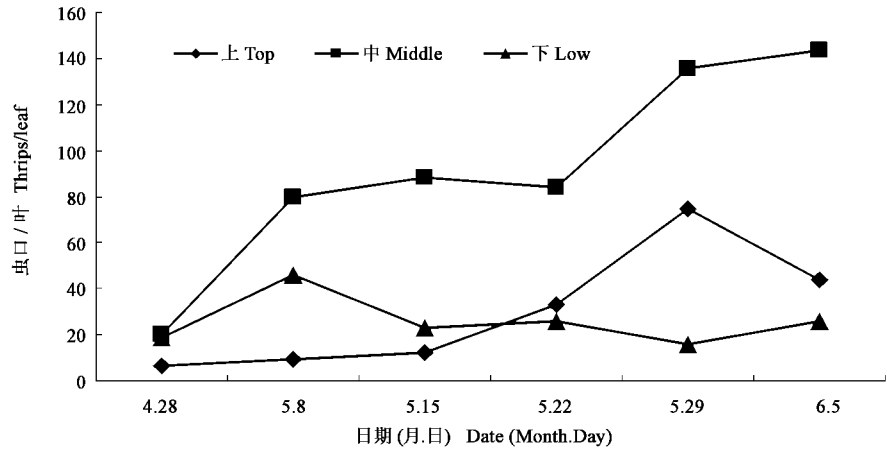


图 3 不同取样时间内西花蓟马在黄瓜上垂直分布

Fig. 3 Vertical distribution of *F. occidentalis* on cucumber at different sampling time

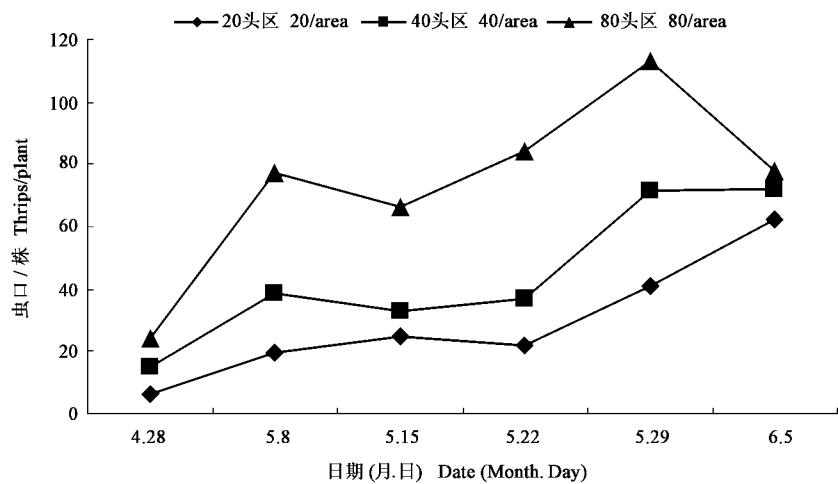


图 4 西花蓟马在不同区域内的数量变动

Fig. 4 Population dynamics of *F. occidentalis* on cucumber in different areas

的累计虫量在不同区域间的比例也接近 2 倍 ,80 头区单株累计总虫数为 364 头/株 ,是 40 头区单株总虫数(192 头/株)的 1.9 倍 ,40 头区单株总虫数是 20 头区单株总虫数(109 头/株)的 1.8 倍。

2.3 西花蓟马空间分布型

2.3.1 西花蓟马成虫的空间分布型 :从表 1 中列出的西花蓟马成虫的各项聚集度指标看 ,在碧琨黄瓜地、架豆地及在农科院不同接虫比例的黄瓜地块内 ,

西花蓟马成虫的各项聚集度指标(除了 40 头区 5 月 29 日和 80 头区 5 月 15 日 2 天的 K 值大于 8 ,接近 Poisson 分布外)均符合种群聚集型空间分布(扩散型指数 $I > 0$ 、扩散系数 $C > 1$ 、扩散指数 $Ca > 0$ 、负二项分布参数 $0 < K < 8$ 、聚块指标 $M^* / \bar{x} > 1$ 、扩散指标 $I_\delta > 1$) ,并且说明西花蓟马成虫在田间不同蔬菜上和 在一定的密度下均为聚集分布。

表 1 西花蓟马成虫聚集度指标

Table 1 Aggregation indexes of adults of <i>F. occidentalis</i>												
地点 Location		日期(月·日) Date(Month , day)	$\bar{x}$	S^2	I	M^*	C	K	$M^* / \bar{x}$	Ca	I_δ	λ
碧琨园区 Bikun	黄瓜 Cucumber	5.10	2.9	9.5421	4.2904	5.1904	3.2904	1.2662	1.7898	1.4794	1.7817	3.3182
		5.17	7.88	24.0096	4.0469	9.9269	3.0469	3.8497	1.2598	0.5136	1.2571	7.2076
		5.26	7.49	25.1368	4.3560	9.8460	3.3560	3.1791	1.3146	0.5816	1.3124	6.7243
	架豆 Green bean	5.10	14.26	51.0943	4.5831	16.8431	3.5831	5.5206	1.1811	0.3214	1.1778	14.6991
		5.17	5.16	15.6711	4.0370	7.1970	3.0370	2.5331	1.3948	0.7824	1.3916	4.4980
		5.26	2.16	4.1358	2.9147	3.0747	1.9147	2.3614	1.4235	1.3494	1.4212	2.0001
		6.8	5.24	23.9527	5.5711	8.8111	4.5711	1.4673	1.6815	1.0632	1.6748	5.8839
农科院 Academy of Agriculture	80 头区 80/area	4.28	4.06	7.9968	2.9697	5.0297	1.9697	4.1871	1.2388	0.7314	1.2346	3.7400
		5.8	3.11	7.0159	3.2559	4.3659	2.2559	2.4763	1.4038	1.0469	1.3958	2.7022
		5.15	7.53	13.5135	2.7946	8.3246	1.7946	9.4762	1.1055	0.3711	1.1031	7.2678
		5.22	8.39	40.9302	5.8785	12.2685	4.8785	2.1632	1.4623	0.7006	1.4511	7.1426
		5.29	7.64	22.923	4.0004	9.6404	3.0004	3.8193	1.2618	0.5236	1.2556	6.9835
		6.5	5.39	8.7016	2.6144	6.0044	1.6144	7.9728	1.1140	0.4850	1.1115	5.1873
	40 头区 40/area	4.28	3.47	21.1706	7.1010	8.5710	6.1010	0.6803	2.4700	2.0464	2.4387	2.0120
		5.8	2.11	3.3587	2.5918	2.7018	1.5918	3.5654	1.2805	1.2283	1.2758	2.0110
		5.15	4.97	9.1135	2.8337	5.8037	1.8337	5.9614	1.1677	0.5702	1.1638	4.6949
		5.22	4.81	33.3611	7.9358	10.7458	6.9358	0.8103	2.2340	1.6499	2.2092	3.0672
		5.29	6.72	11.0063	2.6378	7.3578	1.6378	10.5355	1.0949	0.3925	1.0926	6.5095
		6.5	6	24.2857	5.0476	9.0476	4.0476	1.9688	1.5079	0.8413	1.4961	5.0257
	20 头区 20/area	4.28	1.14	1.7802	2.5616	1.7016	1.5616	2.0300	1.4926	2.2470	1.4927	0.9601
		5.8	1.14	1.9516	2.7119	1.8519	1.7119	1.6013	1.6245	2.3789	1.6244	0.9150
		5.15	3.02	5.2	2.7219	3.7419	1.7219	4.1837	1.2390	0.9013	1.2232	2.7818
		5.22	2.22	6.9778	4.1432	4.3632	3.1432	1.0359	1.9654	1.8663	1.9481	1.5648
		5.29	3.56	6.654	2.8691	4.4291	1.8691	4.0962	1.2441	0.8059	1.2402	3.2732
		6.5	4.42	8.0786	2.8277	5.2477	1.8277	5.3399	1.1873	0.6398	1.1837	4.1468

$\bar{x}$:平均数(虫数/株) ; S^2 :方差 ; I :扩散型指数 ; M^* :平均拥挤度 ; C :扩散系数 ; K :负二项分布值 ; Ca :扩散指数 ; $M^* / \bar{x}$:聚块性指标 ; I_δ :扩散指标 ; λ :种群聚集均数。表 2 同。
 $\bar{x}$: Mean (thrips/plant) ; S^2 : Variance ; I : I index ; M^* : Mean crowded degree ; K : Mosaic distribution value ; Ca : Ca index ; $M^* / \bar{x}$: Aggregating index ; I_δ : I_δ index ; λ : Population aggregating value . The same for Table 2 .

2.3.2 西花蓟马若虫的空间分布型 :在碧琨黄瓜地、架豆地及在农科院不同接虫比例的黄瓜地块内 ,西花蓟马若虫聚集度指标与成虫的各项指标一样均符合种群聚集型空间分布(表 2) ,西花蓟马若虫在田间黄瓜、架豆和一定密度下均为聚集分布。

2.3.3 回归模型分析西花蓟马成虫和若虫的聚集度 :

2.3.3.1 Iwao $M^* - \bar{x}$ 回归法 :将表 1、表 2 中成虫和若虫的平均密度 $\bar{x}$ 和平均拥挤度 M^* 按 Iwao 回归法 (Iwao ,1968 ,1972) 分别进行线形回归 ,得到成虫的回

归式为 : $M^* = 1.133\bar{x} + 1.23$ ($r = 0.92^{**}$) 若虫的回归式为 : $M^* = 1.31\bar{x} + 10.01$ ($r = 0.97^{**}$) ,在成虫和若虫的回归式中 $\alpha > 0$,说明个体间相互吸引 ,分布的基本成份是个体群 $\beta > 1$ 说明西花蓟马成虫和若虫在黄瓜和架豆上及在不同密度下的分布为聚集分布 ,与用聚集度指标法测定的结果一致。

2.3.3.2 Taylor 幂法测 :将表 1、表 2 中成虫和若虫的平均密度 $\bar{x}$ 和方差 S^2 按 Taylor 的幂法则公式 (Taylor ,1961) 转换成对数分别进行线形回归 ,得到成虫的回归式为 : $\log S^2 = 1.29 \log \bar{x} + 0.23$ ($r =$

0.89**) 若虫的回归式为 $\log S^2 = 1.62 \log \bar{x} + 0.37$ ($r = 0.94^{**}$),在成虫和若虫的回归式中 $a > 1$ 、 $b > 1$ 说明西花蓟马成虫和若虫在黄瓜、架豆上和在不同的

接虫密度下种群的分布为聚集的,而且聚集强度随种群的密度上升而升高,与聚集度指标测定和 Iwao 测定的种群空间分布型的结果一致。

表 2 西花蓟马若虫聚集度指标

Table 2 Aggregation indexes of larvae of <i>F. occidentalis</i>												
地点 Location	日期(月.日) Date(Month . day)	$\bar{x}$	S^2	I	M^*	C	K	$M^* / \bar{x}$	Ca	I_δ	λ	
碧琨园区 Bikun	黄瓜 Cucumber	5.10	33.81	1683.0066	48.7784	82.5884	49.7784	0.6931	2.4427	1.44272	2.4133	43.13408
		5.17	28.52	426.3512	13.9492	42.4692	14.9492	2.0446	1.4891	0.489102	1.4832	24.04988
		5.26	117.12	5166.9766	43.1169	160.2369	44.1169	2.7163	1.3681	0.368143	1.3639	103.1077
	架豆 Green bean	5.10	92.78	3223.6037	33.7446	126.5246	34.7446	2.7495	1.3637	0.363706	1.3565	81.81378
		5.17	28.59	497.3555	16.3961	44.9861	17.3961	1.7437	1.5735	0.573492	1.568	23.3852
		5.26	50.4	2114.7475	40.9593	91.3593	41.9593	1.2305	1.8127	0.812684	1.8047	37.71899
		6.8	42.17	1518.5617	35.0105	77.1805	36.0105	1.2045	1.8302	0.830222	1.8125	31.42033
农科院 Academy of Agriculture	80 头区 80/area	4.28	20.08	459.3929	21.8781	41.9581	22.8781	0.9178	2.0895	1.089548	2.0604	13.51482
		5.8	74.03	2294.3135	29.9917	104.0217	30.9917	2.4684	1.4051	0.405129	1.394	64.29214
		5.15	58.89	1643.9873	26.9162	85.8062	27.9162	2.1879	1.4571	0.45706	1.4446	50.22627
		5.22	75.78	3266.3492	42.1031	117.8831	43.1031	1.7999	1.5556	0.555596	1.5404	62.39047
		5.29	105.39	4160.8159	38.4802	143.8702	39.4802	2.7388	1.3651	0.365122	1.3551	92.88345
		6.5	72.69	2840.9611	38.0832	110.7732	39.0832	1.9087	1.5239	0.523913	1.5095	60.53762
	40 头区 40/area	4.28	11.78	115.2635	8.7847	20.5647	9.7847	1.3410	1.7457	0.745728	1.727	9.040584
		5.8	36.67	828.6857	21.5985	58.2685	22.5985	1.6978	1.5890	0.588995	1.5732	29.82364
		5.15	27.44	347.854	11.6769	39.1169	12.6769	2.3499	1.4255	0.425543	1.414	23.66265
		5.22	39.19	461.704	13.8029	44.9929	14.8029	2.2597	1.4425	0.442544	1.4305	26.73705
		5.29	64.75	2705.7357	40.7874	105.5374	41.7874	1.5875	1.6299	0.629922	1.6127	51.86631
		6.5	66.25	1801.85	26.1977	92.4477	27.1977	2.5288	1.3954	0.395438	1.3846	57.73588
	20 头区 20/area	4.28	5.03	46.5421	8.2529	13.2829	9.2529	0.6095	2.6407	1.640736	2.6055	2.706374
		5.8	18.36	110.9802	5.0447	23.4047	6.0447	3.6395	1.2748	0.274764	1.2375	16.72057
		5.15	19.00	670.9929	29.6110	51.5310	30.6110	0.7403	2.3509	1.350866	2.3154	13.34967
		5.22	19.67	151.8286	6.7188	26.3888	7.7188	2.9276	1.3416	0.341575	1.3327	17.48632
		5.29	37.56	358.8825	8.5549	46.1149	9.5549	4.3905	1.2278	0.227767	1.2217	34.73679
		6.5	57.86	911.9516	14.7613	72.6213	15.7613	3.9197	1.2551	0.255122	1.2481	53.06262

2.4 影响西花蓟马聚集的原因分析

在 Blackith (1961) 公式 $\lambda = \bar{x} * r / 2k$ 中, r 为具有自由度等于 $2K$ 的 X^2 分布的函数,因 $2K$ 的值为小数, r 用比例内插估值计算, λ 计算结果见表 1、表 2 中最后一列。若虫种群集数 λ 值(表 2)均大于 2,说明西花蓟马若虫在黄瓜和架豆上的聚集原因是其本身的聚集行为所致,成虫种群集数 λ 值(表 1)除在接虫 20 头区域有 3 个 λ 数值小于 2 外,其余均大于 2,说明成虫种群在大多数(88%)情况下的聚集原因由其本身的行为造成的,可能在极个别情况下成虫的聚集原因由于环境因素所致。

表 3 西花蓟马在田间不同发生密度的理论抽样数

Table 3 The theoretical sampling of <i>F. occidentalis</i> in vegetable field							
允许误差 Allowable error		虫口密度(头/株)及抽样数(株)Density (thrips/plant) and sampling (plants)					
		5	10	20	50	100	150
成虫 Adult	D = 0.1	57.6	35.3	24.2	17.5	15.2	14.5
	t = 1	14.4	8.8	6.0	4.4	3.8	3.6
若虫 Nymph	D = 0.1	251.2	141.1	86.1	53.0	42.0	38.3
	t = 1	62.8	35.3	21.5	13.3	10.5	9.5

2.5 西花蓟马种群抽样数

将 Iwao 的线性回归方程式(成虫) $M^* = 1.13\bar{x} + 1.23$ 中 $\alpha = 1.23$ 、 $\beta = 1.13$ 代入 Iwao 的理论抽样公式 $n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{x}} + \beta - 1\right)$,计算出在田间调查西花蓟马成虫时的理论抽样数(表 3)。同样的方法计算出田间调查西花蓟马若虫时的理论抽样数(表 3)。从表 3 看出在相同的允许误差下,当虫口密度较大时,抽样数将减少,以成虫为例当田间虫口密度为 5 头/株时所取的样本量为 58 株,当田间虫口密度为 150 头/株时所取的样本量应减少到为 15 株。

3 讨论

西花蓟马喜欢在黄瓜植株的中部取食和活动，一般从顶部向下数的第 4 片叶开始数量增多，有时在中部的一片叶子上可观察到有 200 多头成虫和若虫取食危害。因此西花蓟马的综合治理的主要防治部位应选择中部，即在释放天敌或喷洒生物农药时注重中部叶片。

本试验除了研究西花蓟马种群的空间分布型外，还在在时间尺度上分析了其种群数量的变动趋势。结果发现，按 80 头/株、40 头/株和 20 头/株 3 个不同的接虫数量将西花蓟马接入黄瓜田，种群经过一个月的发生和发展，在不同接虫区域间西花蓟马增长的倍率基本没有变化，可能显示西花蓟马种群数量增长不受密度制约。

不同时间取样和蔬菜品种对西花蓟马成虫和若虫的空间分布格局无影响。本试验测定了在不同接虫数量下从 4 月 28 日开始每隔 7~10 天取样一次，记录西花蓟马在黄瓜上的种群数量，通过几种聚集度指标、Taylor 的幂法则、Iwao 回归法测定出在任何一次取样情况下西花蓟马成虫和若虫种群均为聚集分布（表 1 和表 2）。同样地，在碧琨试验地的黄瓜和架豆上不同时间取样的数据也说明不同时间取样和蔬菜种类对西花蓟马成虫和若虫的空间分布格局无影响。

Iwao 回归式中的 α 指标大于零，说明成虫及若虫的分布的基本成分均是个体群，个体间相互吸引。西花蓟马在田间的现象也充分说明这一点，成虫常常聚集在花内取食花粉，成虫和若虫聚集在同一叶片上危害。

以参数 α 、 β 计算出在允许误差范围内的理论抽样数，作为西花蓟马田间调查取样时的参考依据，以减少调查盲目性，有效地制定田间防治方案，提高种群控制效果。

致谢 福建农林大学林学院梁光红博士在数据处理方面提供了帮助，特致衷心感谢！

参 考 文 献 (References)

(Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard. *Crop Protection*, 21: 383–388

Iwao S, 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, 10: 1–20

Iwao S, 1972. Application of the M^*-M method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Res. Popul. Ecol.*, 14: 97–128

Jarosik V, Kolias M, Lapchin L, Rochat J, Dixon AFG, 1997. Seasonal trends in the rate of population increase of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. *Bull. Entomol. Res.*, 87: 487–495.

Lloyd M, 1967. Mean crowding. *J. Anim. Ecol.*, 36: 1–30

Lu H, Shi BC, Gong YJ, You ZH, Song JY, 2006. Molecular identification and occurrence of invaded pest-western flower thrips. *Proceeding of Biodiversity and Invaded Insect Pests*. Beijing: Chinese Agriculture Science and Technology Press. 211–218. [路虹, 石宝才, 宫亚军, 游中华, 宋婧祎, 2006. 入侵害虫西花蓟马的分子鉴定与发生规律研究. 全国生物多样性保护与外来物种入侵学术研讨会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社. 211–218]

Morisita M, 1962. I_g -index, a measurement of dispersal of individuals. *Researches in Population Ecology*, 4: 1–7.

Ren J, Lei ZR, Zhang LJ, Li HL, Hua L, 2006. The occurrences and damages of *Frankliniella occidentalis* in Beijing municipality. *China Plant Protection*, 26(5): 5–7. [任洁, 雷仲仁, 张令军, 李红岭, 花蕾, 2006. 北京地区西花蓟马发生危害调查研究. 中国植保导刊, 26(5): 5–7]

Steiner MY, Goodwin S, 2005. Management of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in hydroponic strawberry crops: using yellow sticky traps to determine action thresholds. *Aust. J. Entomol.*, 44: 288–292.

Taylor LR, 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature*, 189: 732–735

Xu RM, Cheng XY, 2005. *Insect Population Ecology. Foundation and Forward*. Beijing: Science Press. 3–13. [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. 3–13]

Zhang YJ, Wu QJ, Xu BY, Zhu GR, 2003. Dangerous alien invasive species – occurrence and damages of *Frankliniella occidentalis* in Beijing. *Plant Protection*, 29(4): 58 [张友军, 吴青君, 徐宝云, 朱国仁, 2003. 危险性外来入侵生物——西花蓟马在北京的发生危害. 植物保护, 29(4): 58]

Wan FH, Zheng XP, Guo JY, 2005. *Biology and Management of Invasive Alien Species in Agriculture and Forestry*. Beijing: Sciences Press. 231–245. [万方浩, 郑小波, 郭建英, 2005. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制. 北京: 科学出版社. 231–245]

(责任编辑: 袁德成)