

棉田烟粉虱种群的空间格局*

周福才^{1,2} 任顺祥^{2**} 杜予州¹ 秦洁洋¹ 周桂生¹ 刘宗泉³

(¹扬州大学农学院,扬州 225009; ²华南农业大学,广州 510642; ³江苏省丰县植物护站,丰县 221700)

【摘要】 在转 Bt 基因棉花(国抗 22 号)和对应的常规亲本棉(泗棉 3 号)棉田中对烟粉虱的垂直分布和水平分布格局进行了调查.结果表明,7 月份烟粉虱成虫在棉株垂直方向上分层不明显;8 月份以后,棉株上层虫口密度显著高于中层和下层.在水平分布上,烟粉虱成虫和若虫的空间格局基本相同,种群密度较低时呈均匀分布,较高时呈聚集分布,且种群密度越高,聚集强度越大.从整个发生期间看,烟粉虱成虫和若虫都处于扩散和聚集交替进行的动态过程中.国抗 22 号和泗棉 3 号棉田烟粉虱的空间格局基本一致.

关键词 烟粉虱 空间格局 棉花

文章编号 1001-9332(2006)07-1239-06 **中图分类号** S433.7 **文献标识码** A

Spatial patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) population in cotton fields. ZHOU Fucal^{1,2}, REN Shunxiang², DU Yuzhou¹, QIN Jieyang¹, ZHOU Guisheng¹, LIU Zongquan³ (¹College of Agronomy, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; ²South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; ³Plant Protection Station of Fengxian County, Fengxian 221700, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2006, 17(7): 1239 ~ 1244. Field investigations on the vertical and horizontal distribution patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) population on Bt cotton Guokang No. 22 and non-Bt cotton Simian No. 3 showed that in July, no obvious difference was found in the vertical distribution of *B. tabaci* population on cotton plant, but in August, the population density was significantly higher on the upper part of cotton plant than on its middle and lower parts. The horizontal distribution patterns of *B. tabaci* adult and nymph were similar. *B. tabaci* distributed evenly on cotton leaves when its population density was low, but aggregated when its population density was high. The greater the population density, the higher the aggregation rate was observed. Throughout the incidence stage, *B. tabaci* adult and nymph aggregated and diffused alternatively. No significant difference was observed in the spatial distribution pattern of *B. tabaci* on Bt and non-Bt cotton plants.

Key words *Bemisia tabaci* (Gennadius), Spatial pattern, Cotton.

1 引言

种群空间格局是昆虫种群的重要属性之一,它是揭示种群空间结构特征,确定昆虫种群抽样技术和资料代换的基础,也是为有害生物防治提供准确动态信息的前提^[8,14].烟粉虱(*Bemisia tabaci*)是棉花上的重要害虫之一.在我国,烟粉虱危害棉花的报道始见于 1953 年的台湾省^[7].20 世纪 90 年代以前,云南、海南、湖北、上海等地棉田也先后发现烟粉虱,但大部分地区发生轻微.20 世纪 90 年代中期以来,烟粉虱在我国大范围暴发,新疆、河南、河北、山东、江西、江苏等棉花主产区先后遭到烟粉虱的严重危害,给我国棉花生产造成了严重影响^[9,13,16,19].前人对棉田烟粉虱的生物学、生态学、发生规律等方面进行了大量研究,并在防治措施和技术等方面做了大量工作^[1,2,4,5,10-11,18-19],但在棉田烟粉虱的空间格局及抽样技术方面的研究报道较少.本文对转 Bt 基因棉田及其对应的常规亲本棉棉田上烟粉虱的空间格局进行了对比分析研究,为进一步深入了解棉

田烟粉虱的生物学特性,建立棉田烟粉虱抽样技术和提高烟粉虱的测报质量提供基础.

2 材料与方法

2.1 供试材料

国抗 22(转 Bt 基因棉花, GK22)和泗棉 3 号(国抗 22 的转基因前亲本, S3)棉花由江苏省沿海地区农业科学研究所提供.试验在江苏丰县植保站病虫观测场进行.棉花小区种植密度为 45 000 株·hm⁻².除棉花苗期用氧化乐果防治 1 次蚜虫外,其它时期不施用任何农药.棉田按常规管理.

2.2 烟粉虱种群调查

种群调查从棉田发现烟粉虱成虫开始,每 6 d 调查 1 次,当田间种群密度较高时,每 3 d 调查 1 次.田间调查采用平行线取样法,顺着棉花行向每隔 5 株取 1 株,共取 50 株(前期调查取 20 株),每株分别取上、中、下部果枝内围叶各 2 张.成虫调查方法:轻轻翻转被调查叶片,统计每张叶片背

* 国家自然科学基金项目(30270901)、国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B0604)、江苏省教育厅自然科学基金项目(03KJB21056)和扬州大学高层次人才基金资助项目.

** 通讯联系人. E-mail: rensxcn@yahoo.com.cn

2005-08-25 收稿,2006-02-22 接受.

面成虫数。成虫调查结束后,将叶片从叶柄基部切断,带回实验室进行若虫的调查。若虫调查方法:每张叶片上随机取3点,每点1 cm²,在解剖镜下统计若虫的数量(蛹并入若虫计)。

2.3 聚集度的测定

根据系统调查数据,计算出每样点的平均数(\bar{x})和方差(S^2),在此基础上再分别计算出扩散系数($C = S^2/\bar{x}$)、平均拥挤度($M^* = \bar{x} + S^2/\bar{x} - 1$)、聚块性指标(M^*/\bar{x})和负二项分布 K 值($K = \bar{x}^2/(S^2 - \bar{x})$)。应用 Iwao 模型和丛生指标 I 、聚块性指标 M^*/\bar{x} 、聚集度指数 C_A 、扩散系数 C 、扩散指标 I_0 等聚集性指标,综合分析棉田烟粉虱的空间格局,应用聚块性指标,分析种群聚集度的时序变化。

2.4 聚集因素分析

应用种群聚集均数(λ)检验烟粉虱的聚集原因:

$$\lambda = \frac{\bar{x}}{2K}$$

式中, $K = \bar{x}^2/(S^2 - \bar{x})$, S^2 为方差, r 为自由度等于 $2K$ 时的 $\chi^2_{0.5}$ 值。

2.5 扩散和聚集趋势分析

综合 M^* 、 \bar{x} 、 M^*/\bar{x} 和 $(M^* + 1)/\bar{x}$ 的值,应用图解法^[17],判断某一时段烟粉虱的聚集或扩散趋势。

3 结果与分析

3.1 棉田烟粉虱成虫的垂直分布

调查显示,7月上、中旬,烟粉虱成虫在棉株上、中、下部的分布相对较均匀,虫量差异不显著,但进入8份以后,中、下部烟粉虱逐渐上移,使棉株上部虫量明显多于中部和下部,如8月份国抗22和泗棉3号棉花上部烟粉虱成虫的数量分别占全株虫量的80.20%和77.37%(图1)。统计结果显示,8月6日至9月11日期间,在GK22和S3两个品种棉花上,棉株上层烟粉虱的数量与中、下层数量差异极显著($P < 0.01$)。

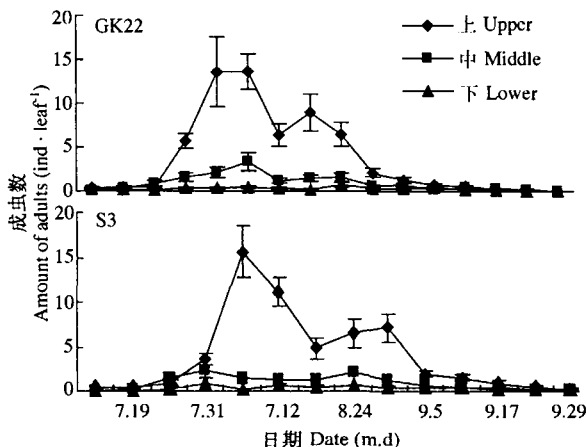


图1 不同叶层上烟粉虱成虫的种群动态
Fig. 1 Population dynamics of *B. tabaci* adults on different leaf layers.

烟粉虱在GK22和S3两个品种上具有相同的垂直分布趋势,但GK22上的虫口密度略高于S3(图1),说明GK22有利于烟粉虱种群的扩增。这一趋势在其它品种的抗虫棉及其对应的常规棉亲本间也有同样的表现。

3.2 棉田烟粉虱的水平分布

3.2.1 成虫的空间格局 利用棉田烟粉虱系统调查资料,分别计算GK22和S3棉田烟粉虱成虫的空间格局参数(表1、表2)。在7月31日以前和9月29日以后,种群密度较低, I 、 C_A 指标均 < 0 , C 、 M^*/\bar{x} 均 < 1 ,种群为均匀分布;而在8月9日至9月23日期间,种群密度相对较高, I 、 C_A 指标均 > 0 , C 、 M^*/\bar{x} 均 > 1 ,种群为聚集分布。可见,烟粉虱成虫的空间格局明显受到种群密度的影响,种群密度较低时为均匀分布,种群密度较高时为聚集分布,这一结果与张慧杰等^[15]在西葫芦上的研究结果(样点虫量均数 > 25)一致。

8月6日样点: $\bar{x} = 2.53$,扩散指标 I_0 为1.04(表1),这一样点接近于随机分布。以 I_0 值为代表,作随机分布偏离度检验^[3],得 $F_0 = 1.105$, $F_0 < F_{0.05}$ ($F_{0.05} = 1.57$)。结果表明, $I_0 = 1.04$ 时处于 $I_0 \approx 1$ 的置信区间,即GK22棉田中8月6日样点烟粉虱成虫种群属于随机分布。

根据表1和表2中的 M^* 和 \bar{x} 值,对GK22和S3两个品种棉花8月9日至9月23日期间的资料进行 $M^* - \bar{x}$ 回归: $M^*_{GK22} = 0.2578 + 1.9748$ ($r = 0.8434^*$); $M^*_{S3} = 0.3586 + 1.5975$ ($r = 0.7531^*$)。对上述回归模型作 F 检验,得GK22: $F = 27.522$, $F > F_{0.05}$;S3: $F = 19.906$, $F > F_{0.05}$ 。检验证明, $\alpha > 0$, $\beta > 1$,说明在8月9日至9月23日期间,烟粉虱成虫为聚集分布,集群的分布服从具有公共 K 值的负二项分布,并且转Bt基因棉花国抗22及其对应的常规棉亲本泗棉3号上成虫的空间格局一致。

属负二项分布的种群,其聚集度的大小与负二项分布指数的 K 值有关,通常用 L^* 值来估计种群中个体群的平均大小。根据表1、表2中数据建立的GK22和S3两个棉花品种的 L^* 和 \bar{x} 回归式分别为: $L^* = 1.9179\bar{x} + 1.4738$ ($r = 0.8213^*$); $L^* = 1.5086\bar{x} + 1.6366$ ($r = 0.7125^*$)。可见,GK22和S3两个棉花品种上烟粉虱成虫的平均密度(\bar{x})与个体群平均大小指数(L^*)呈显著的正相关,成虫个体群的平均大小依平均密度的增加而增大。当每样方(1张叶片)平均成虫数在1头时,GK22上烟粉虱个体群的大小在3.4头左右,而S3上为3.2头左右。另

表1 GK22 棉花上烟粉虱成虫的聚集强度测定
Table 1 Aggregative intensity index for *B. tabaci* adults on GK22 cotton

日期 Date (m. d)	\bar{x}	S^2	M^*	I	M^*/\bar{x}	L^*	C_A	C	K	λ	空间格局 Spatial pattern
7.19	0.22	0.06	-0.50	-0.72	-2.3	0.50	-3.30	0.28	-0.30		-
7.25	0.32	0.31	0.29	-0.02	0.93	1.29	-0.07	0.98	-14.29		A
7.31	0.45	0.39	0.31	-0.14	0.70	1.31	-0.30	0.86	-3.33		D
8.06	2.53	2.82	2.65	0.11	1.05	3.65	0.05	1.11	22.13	2.37	D
8.09	4.23	11.21	5.88	1.65	1.39	6.88	0.39	2.65	2.57	9.11	A
8.12	5.35	37.46	11.35	6.00	2.12	12.35	1.12	7.00	0.89	16.53	A
8.18	5.80	14.68	7.33	1.53	1.26	8.33	0.26	2.53	3.79	10.77	D
8.21	2.75	23.85	10.43	7.68	3.80	11.43	2.80	8.68	0.36	14.67	A
8.24	2.60	13.21	6.68	4.08	2.57	7.68	1.57	5.08	0.64	8.12	D
8.30	3.53	32.15	11.64	8.12	3.30	12.64	2.30	9.12	0.43	14.53	A
9.02	2.12	10.88	6.25	4.13	2.95	7.25	1.95	5.13	0.51	7.98	D
9.05	2.89	18.57	8.31	5.42	2.87	9.31	1.87	6.42	0.53	10.47	D
9.11	0.99	2.28	2.30	1.31	2.33	3.30	1.33	2.31	0.75	2.53	A
9.17	0.76	1.17	1.31	0.55	1.72	2.31	0.72	1.55	1.39	2.14	D
9.23	0.47	0.69	0.92	0.45	1.95	1.92	0.95	1.45	1.06	1.33	A
9.29	0.37	0.33	0.26	-0.11	0.71	1.26	-0.29	0.89	-3.45	-	D
10.5	0.23	0.18	0.00	-0.24	-0.02	1.00	-1.02	0.76	-0.98	-	A
10.11	0.15	0.07	-0.38	-0.53	-2.62	0.62	-3.62	0.47	-0.28	-	D

A: 聚集 Aggregation; D: 扩散 Dispersion. 下同 The same below.

表2 S3 棉花上烟粉虱成虫的聚集强度
Table 2 Aggregative intensity index for *B. tabaci* adults on S3 cotton

日期 Date (m. d)	\bar{x}	S^2	M^*	I	M^*/\bar{x}	L^*	C_A	C	K	λ	空间格局 Spatial pattern
7.19	0.13	0.04	-0.57	-0.70	-4.26	0.43	-5.26	0.30	-0.19	-	-
7.25	0.18	0.06	-0.47	-0.65	-2.55	0.53	-3.55	0.35	-0.28	-	A
7.31	0.47	0.20	-0.10	-0.56	-0.21	0.90	-1.21	0.44	-0.83	-	D
8.6	1.93	1.05	1.48	-0.46	0.76	2.48	-0.24	0.54	-4.22	-	D
8.9	3.18	4.22	3.51	0.33	1.10	4.51	0.10	1.33	9.78	4.90	A
8.12	4.83	7.63	5.41	0.58	1.12	6.41	0.12	1.58	8.35	7.61	D
8.18	4.37	5.29	4.58	0.21	1.05	5.58	0.05	1.21	20.75	4.61	D
8.21	1.50	8.12	5.91	4.41	3.94	6.91	2.94	5.41	0.34	8.47	A
8.24	2.15	10.73	6.14	3.98	2.85	7.14	1.85	4.98	0.54	7.64	D
8.30	2.74	16.82	7.88	5.14	2.88	8.88	1.88	6.14	0.53	9.99	D
9.2	2.12	10.88	6.25	4.13	2.95	7.25	1.95	5.13	0.51	7.89	A
9.5	3.20	22.86	9.34	6.14	2.92	10.34	1.92	7.14	0.52	11.82	D
9.11	1.09	2.57	2.45	1.35	2.24	3.45	1.24	2.35	0.81	4.03	D
9.17	0.77	1.61	1.86	1.10	2.43	2.86	1.43	2.10	0.70	2.11	A
9.23	0.53	0.70	0.85	0.33	1.62	1.85	0.62	1.33	1.61	1.28	D
9.29	0.39	0.35	0.29	-0.09	0.76	1.29	-0.24	0.91	-4.17	-	D
10.5	0.26	0.17	-0.09	-0.35	-0.34	0.91	-1.34	0.65	-0.74	-	A
10.11	0.20	0.10	-0.28	-0.48	-1.39	0.72	-2.39	0.52	-0.42	-	A

外,GK22 上烟粉虱成虫的个体群较 S3 上的略大,这与 GK22 上烟粉虱种群密度较 S3 高有关。

昆虫的种群聚集度由昆虫自身的聚集行为或昆虫个体对环境异质性的不同反应而形成. 当聚集均数 $\lambda < 2$ 时,其聚集可能是由于某些环境因子作用引起,而非昆虫活动所致;而当 $\lambda \geq 2$ 时,其聚集可能是由于昆虫本身的聚集行为或受环境异质性的影响. GK22 和 S3 两个棉花品种上的烟粉虱成虫在呈聚集分布阶段, λ 均大于 2(表 1、表 2),说明两个棉花品种上烟粉虱成虫的聚集是由烟粉虱本身的聚集行为引起,或由烟粉虱和环境差异共同引起的。

3.2.2 若虫的空间格局 利用棉田烟粉虱系统调查资料,分别计算 GK22 和 S3 上烟粉虱若虫的空间格局参数(表 3、表 4). 8 月 24 日以前,种群密度相对较高时, I, C_A 指标均 $> 0, C, M^*/\bar{x}$ 均 > 1 ,种群为聚集分布;8 月 30 日以后, I, C_A 指标均 $< 0, C, M^*/\bar{x}$ 均 < 1 ,种群为均匀分布. 烟粉虱若虫的空间格局特性与成虫相似。

根据表 3、表 4 中的 M^* 和 \bar{x} 值,分别对 7 月 19 日至 8 月 24 日期间若虫的资料进行回归,结果 GK22 的回归方程为 $M^*_{GK22} = -1.1168 + 1.4744\bar{x}$ ($r = 0.9995^{**}$),而 S3 为 $M^*_{S3} = -1.6951 + 1.5613\bar{x}$ ($r = 0.9995^{**}$),

表3 GK22 棉花上烟粉虱若虫的聚集强度测定
Table 3 Aggregative intensity index for *B. tabaci* nymphs on GK22 cotton

日期 Date (m. d)	\bar{x}	S^2	M^*	I	M^*/\bar{x}	L^*	C_A	C	K	空间格局 Spatial pattern
7.19	1.58	2.03	1.87	0.28	1.18	2.87	0.18	1.28	5.57	
7.25	5.57	15.92	7.43	1.86	1.33	8.43	0.33	2.86	2.99	D
7.31	5.05	9.78	5.99	0.94	1.19	6.99	0.19	1.94	5.39	D
8.06	9.93	46.16	13.58	3.65	1.37	14.58	0.37	4.65	2.72	A
8.09	17.87	141.03	24.76	6.89	1.39	25.76	0.39	7.89	2.59	D
8.12	28.67	322.60	38.92	10.25	1.36	39.92	0.36	11.25	2.80	D
8.18	70.65	2427.23	104.01	33.36	1.47	105.01	0.47	34.36	2.12	A
8.21	2.55	4.84	3.45	0.89	1.35	4.45	0.35	1.89	2.85	A
8.24	2.37	2.91	2.60	0.23	1.10	3.60	0.10	1.23	10.26	D
8.30	1.98	1.12	1.55	-0.43	0.78	2.55	-0.22	0.57	-4.57	D
9.02	1.47	1.14	1.25	-0.22	0.85	2.25	-0.15	0.78	-6.64	A
9.05	1.36	0.95	1.06	-0.30	0.78	2.06	-0.22	0.70	-4.48	D
9.11	1.69	1.16	1.38	-0.31	0.81	2.38	-0.19	0.69	-5.38	D
9.17	1.25	0.84	0.92	-0.33	0.73	1.92	-0.26	0.67	-3.81	A
9.23	1.21	0.42	0.56	-0.65	0.46	1.56	-0.54	0.35	-1.85	D
9.29	1.21	0.39	0.53	-0.68	0.44	1.53	-0.56	0.32	-1.78	D
10.05	0.77	0.20	0.03	-0.74	0.04	1.03	-0.96	0.26	-1.04	A
10.11	0.56	0.17	-0.14	-0.70	-0.24	0.86	-1.24	0.30	-0.80	A

表4 S3 棉花上烟粉虱若虫的聚集强度测定
Table 4 Aggregative intensity index for *B. tabaci* nymphs on S3 cotton

日期 Date (m. d)	\bar{x}	S^2	M^*	I	M^*/\bar{x}	L^*	C_A	C	K	空间格局 Spatial pattern
7.19	2.08	4.33	3.16	1.08	1.52	4.16	0.52	2.08	1.94	
7.25	7.97	44.22	12.52	4.55	1.57	13.52	0.57	5.55	1.75	D
7.31	9.50	44.43	13.18	3.68	1.39	14.18	0.39	4.68	2.58	D
8.06	10.38	62.83	15.43	5.05	1.49	16.43	0.49	6.05	2.06	A
8.09	10.70	27.75	12.29	1.59	1.15	13.29	0.15	2.59	6.71	D
8.12	16.65	86.34	20.84	4.19	1.25	21.84	0.25	5.19	3.98	A
8.18	65.55	2423.20	101.52	35.97	1.55	102.52	0.55	36.97	1.82	A
8.21	2.40	2.75	2.55	0.15	1.06	3.55	0.06	1.15	16.32	D
8.24	2.37	2.63	2.48	0.11	1.05	3.48	0.05	1.11	21.67	D
8.30	1.78	0.93	1.30	-0.48	0.73	2.30	-0.27	0.52	-3.74	A
9.02	1.42	0.47	0.75	-0.67	0.53	1.75	-0.47	0.33	-2.11	D
9.05	1.14	0.31	0.41	-0.73	0.36	1.41	-0.64	0.27	-1.57	A
9.11	1.83	0.93	1.34	-0.49	0.73	2.34	-0.27	0.51	-3.72	A
9.17	1.18	0.44	0.55	-0.63	0.47	1.55	-0.53	0.37	-1.87	A
9.23	2.50	1.31	2.02	-0.48	0.81	3.02	-0.19	0.52	-5.24	D
9.29	1.00	0.19	0.19	-0.81	0.19	1.19	-0.81	0.19	-1.23	D
10.5	1.03	0.24	0.26	-0.77	0.25	1.26	-0.75	0.23	-1.34	A
10.11	0.75	0.17	-0.02	-0.77	-0.03	0.98	-1.03	0.23	-0.98	A

= 0.9982**). 对上述回归模型进行 F 检验, 得 GK22: $F > F_{0.05}$; S3: $F > F_{0.05}$. 检验证明, $\alpha < 0, \beta > 1$, 说明在 7 月 19 日至 8 月 24 日期间, 两个棉花品种上若虫的分布形式一致, 均为聚集分布, 分布的基本成分为个体间相互排斥.

3.2.3 聚集度的时序动态分析 烟粉虱种群的聚集度随时间的变化而出现振荡. 烟粉虱成虫的聚集度振荡幅度相对较大, 8 月中旬以前, 聚集度相对较低, 随着时间的推移, 8 月中下旬以后, 聚集度迅速上升, 并在此后的一段时间里一直在较高的水平上维持振荡, 9 月下旬以后聚集度迅速下降. 烟粉虱若虫聚集度的振荡幅度相对较小, 在整个发生期间, 随着时间的推移, 呈缓慢下降趋势. 与成虫相比, 8 月

中旬以前, 烟粉虱若虫的聚集度较成虫略高, 但 8 月中旬以后, 成虫聚集度迅速上升并超过若虫. 在 GK22 和 S3 两个棉花品种上, 烟粉虱聚集度时序动态的总体趋势基本一致(图 2).

3.2.4 烟粉虱的扩散和聚集趋势分析 为了更直观地观察各时段烟粉虱成虫和若虫的聚集和扩散趋势, 本文应用图解法对各观测时段内烟粉虱成虫和若虫的扩散趋势进行了分析(表 1~表 4). 从整个发生期间看, 烟粉虱成虫和若虫都处于扩散-聚集-再扩散-再聚集的动态过程, 而且在某一时间段, 扩散和聚集并不是绝对的. 从表 1~表 4 还可以看出, 烟粉虱种群扩散和聚集趋势在 GK22 和 S3 棉田表现一致.

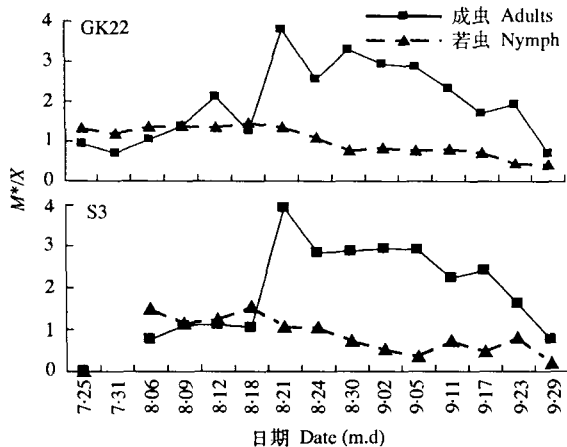


图2 烟粉虱聚集度的时序动态
Fig. 2 Timing of aggregation intensity of *B. tabaci*

4 讨 论

烟粉虱成虫具有明显的喜光性和较强的趋嫩性^[2,9]。结果表明,烟粉虱成虫在棉田垂直方向上的分布动态与棉花封行程度有一定的相关性。棉田中、下部完全封行后,下部烟粉虱逐渐向棉株中、上部移动,而棉花完全封行后,烟粉虱主要集中在棉株上部。棉田完全封行后,中、下部光照较弱,郁闭加剧,叶片老化;而棉株上部光照强度大,叶片光合作用强烈,合成的同化产物丰富,对烟粉虱的取食和产卵可能有一定的吸引作用。这也可能是导致烟粉虱随棉花生育进程的推进而上移的重要原因之一。

昆虫种群密度和耕作方式的改变通常可以引起种群空间格局的变化^[3,12]。研究发现,棉田烟粉虱成虫和若虫的空间格局受其本身种群密度的影响,种群密度较低时,呈均匀分布,而种群密度较高时,则呈聚集分布。随机分布是这两种分布的过渡区域,这个区域中烟粉虱成虫的种群密度在2.5头左右。因此,在田间调查取样时,要根据种群密度的变化而采取相应的取样方式。

虽然空间格局的变化与数量动态有一定的相关性,但烟粉虱成虫空间格局的变化则表现为扩散-聚集-再扩散-再聚集的动态变化趋势,这可能是烟粉虱生境适应性变化和密度因子共同作用的结果。江苏北部地区烟粉虱不能露地越冬,棉田烟粉虱主要来自于附近日光温室中的蔬菜,每年春末夏初,日光温室揭膜后,大量的烟粉虱由近及远不断地向大田作物扩散。初期进入棉田的烟粉虱成虫,虫口密度较低,由于繁衍生殖的需要,成虫不断聚集,开始建立自己的种群,种群密度上升较快,聚集度逐渐上升。但随着外部迁入棉田虫量的增加,特别是靠近虫源

方向的田边,虫口密度不断上升,田边的成虫便开始向周边扩散,使得聚集度出现下降。8月份以后,棉田烟粉虱以本田虫源为主,由于烟粉虱有聚集产卵的特性,在一张叶片上可以产卵数十粒,乃至更多,这些卵孵化后造成了若虫聚集度的上升。虽然若虫不能跨越叶片扩散,但蛹的羽化使得若虫(本文中若虫合并成若虫中计,故此“若虫”中包含蛹)的聚集度下降,造成了若虫“扩散”现象。也正是由于这些蛹的羽化,使得田间成虫的聚集度上升。烟粉虱较大的繁殖量和较短的发育历期,是形成棉田烟粉虱聚集和扩散动态变化的重要原因之一。比较表1和表3,以及表2和表4可以更清楚地发现,成虫和若虫的聚集和扩散动态在时间上存在关联,这正是由烟粉虱不断繁殖和种群扩散所造成的。

致谢 扬州大学农学院殷宪勇同学参与了部分调查工作。

参考文献

- Bellows TSJr, Arakawa K. 1988. Dynamics of preimaginal populations of *Bemisia tabaci* and *Eretmocerus* sp. in southern California cotton. *Environ Entomol*, **17**: 483 ~ 487
- Byrne DN, Bellows TSJr. 1991. Whitefly biology. *Annu Rev Entomol*, **36**: 431 ~ 457
- Dai Z-Y (戴志一), Yang Y-Z (杨益众), Huang D-L (黄冬林), et al. 1993. Spatial patterns of *Echinocermus squameus* and tillage impact. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **4** (1): 47 ~ 52 (in Chinese)
- Gerling D, Motro U, Mittler TE. 1980. Dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) attacking cotton in the coastal plain of Israel. *Bull Entomol Res*, **70**: 213 ~ 219
- Grethsed AH. 1986. Host plant. In: Cock MJW, ed. *Bemisia tabaci - A Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography*. Ascot, UK: Commonwealth Institute of Biological Control. 17 ~ 26
- Henneberry TJ, Hendrix DL, Perkins HH, et al. 1995. *Bemisia argentifolii* populations and relationships to sticky cotton yields. *Southwest Entomol*, **20**: 255 ~ 271
- Li F-S (李凤荪). 1953. Economic entomology of China. *J Hunan Agric Coll (湖南农学院丛刊)*, (1): 666 (in Chinese)
- Liu C-Z (刘长仲), Wang G (王刚), Wang W-X (王万雄), et al. 2002. Spatial patterns of *Tetranychus urticae* population in apple tree garden. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **13** (8): 993 ~ 996 (in Chinese)
- Luo H-W (罗宏伟), Huang J (黄建), Wang Z-H (王竹红). 2003. The biological characteristics of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), on the sweetpotato host in greenhouse. *Entomol J East China (华东昆虫学报)*, **12** (2): 21 ~ 26 (in Chinese)
- Luo Z-Y (罗志义), Zhang W-N (章伟年), Gan G-P (干国培). 1989. Population dynamics of tobacco whitefly in cotton field and the influence if insecticide application. *Acta Entomol Sin (昆虫学报)*, **32** (3): 293 ~ 299 (in Chinese)
- Qiu B-L (邱宝利), Ren S-X (任顺祥), Xiao Y (肖燕), et al. 2003. Effectiveness of *Eretmocerus* sp. and *Aschersonia aleyrodis* in controlling *Bemisia tabaci* populations. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **14** (12): 2251 ~ 2254 (in Chinese)
- Southwood TRE. 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations* (2nd edition). New York: John Wiley & Sons.
- Wu K-M (吴孔明), Xu G (徐广), Guo Y-Y (郭予元). 2001. The seasonal population dynamics of sweetpotato whitefly adult in

- cotton field in the north area of North China. *Plant Prot* (植物保护), **27** (2): 14 ~ 15 (in Chinese)
- 14 Xu L-M (徐汝梅), Li Z-H (李兆华), Li Z-Y (李祖荫), et al. 1980. Spatial patterns of adults of greenhouse whiteflies *Trialeurodes vaporariorum* Westw in greenhouse. *Acta Entomol Sin* (昆虫学报), **23** (3): 265 ~ 175 (in Chinese)
- 15 Zhang H-J (张慧杰), Du G-Q (段国琪), Zhang Z-B (张战备), et al. 2003. Temporal and spatial niche dynamics in diurnal cycle of *Bemisia tabaci* adult and its spatial pattern. *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), **11** (1): 55 ~ 58 (in Chinese)
- 16 Zhao L (赵莉), Zhang R (张荣). 2000. The emergence of *Bemisia tabaci* in Xinjiang. *Xinjiang Agric Sci* (新疆农业科学), (1): 27 ~ 28 (in Chinese)
- 17 Zhao Z-M (赵志模), Zhou X-Y (周新远). 1984. Introduction to Ecology. Chongqing: Chongqing Science and Technology Press. (in Chinese)
- 18 Zhou F-C (周福才), Du Y-Z (杜予州), Sun W (孙伟), et al. 2003. Investigation of host plant of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and its occurrence in Jiangsu Province. *J Yangzhou Univ (Agric Life Sci)* (扬州大学学报·农业与生命科学版), **24** (1): 71 ~ 74 (in Chinese)
- 19 Zhou F-C (周福才), Du Y-Z (杜予州), Ren S-X (任顺祥), et al. 2005. Population dynamic and its control of *Bemisia tabaci* in cotton fields in Jiangsu Province. *J Yangzhou Univ (Agric Life Sci)* (扬州大学学报·农业与生命科学版), **26** (1): 89 ~ 92 (in Chinese)

作者简介 周福才,男,1964年生,博士,副研究员.主要从事昆虫生态及农业害虫综合治理研究,发表研究论文30余篇. E-mail:fczhou@yzu.edu.cn

责任编辑 刘丽娟

欢迎订阅 2006 年《应用生态学报》

《应用生态学报》(1990年创刊)是经国家科委批准、科学出版社出版的国内外发行的综合性学术刊物。本刊宗旨是坚持理论联系实际的办刊方向,结合科研、教学、生产实际,报道生态科学诸领域在应用基础研究方面具有创新的研究成果,交流基础研究和应用研究的最新信息,促进生态学研究为国民经济建设服务。

本刊专门登载有关应用生态学(主要包括森林生态学、农业生态学、草地生态学、渔业生态学、自然资源生态学、景观生态学、全球变化生态学、城市生态学、产业生态学、生态规划与生态设计、污染生态学、化学生态学、生态工程学、恢复生态学、生物入侵与生物多样性保护生态学、流行病生态学、旅游生态学和生态系统管理等)的综合性论文、创造性研究报告和研究简报等。

本刊读者对象主要是从事生态学、地学、林学、农学和环境科学研究、教学、生产的科技工作者,有关专业的研究生及经济管理和决策部门的工作人员。

本刊与数十家相关学报级期刊建立了长期交换关系,《中国科学引文索引》、《中国生物学文摘》、美国《生物学文摘》(BA)、美国《化学文摘》(CA)、英国《生态学文摘》(EA)、日本《科学技术文献速报》(CBST)和俄罗斯《文摘杂志》(PJK)等十几种权威检索刊物均收录本刊的论文摘要(中英文),并被认定为《中国核心期刊(遴选)数据库》和《中国科学引文数据库》来源期刊。本刊的整体质量与水平已达到新的高度,1992年荣获全国优秀科技期刊三等奖和中国科学院优秀期刊二等奖,1996年荣获中国科学院优秀期刊三等奖,2000年荣获中国科学院优秀期刊二等奖,2001年入选中国期刊方阵双效期刊,2004年荣获百种中国杰出学术期刊。

本刊为月刊,A4开本,192页,每月18日出版,期定价45.00元,全国各地邮政局(所)均可订阅,邮发代号8-98。错过订期也可直接向本刊编辑部邮购,个人订阅优惠30%。地址:110016辽宁省沈阳市文化路72号《应用生态学报》编辑部。电话:(024)83970393,E-mail:cjae@iae.ac.cn