

棉蚜与其天敌种群分布格局的关系*

邹运鼎 孟庆雷 耿继光** 季 近 陈高潮 王公明
(安徽农业大学, 合肥 230036)

【摘要】 对棉蚜与其多种天敌在数、时、空方面关系的研究表明, 龟纹瓢虫与棉蚜种群数量极相关, 两者发生数量高峰期和低谷期均是同步的。龟纹瓢虫对棉蚜种群有明显的控制作用。龟纹瓢虫、草间小黑蛛及棉蚜种群的三维空间格局为聚集型, 棉蚜和草间小黑蛛个体间互相吸引, 龟纹瓢虫个体间互相排斥。

关键词 棉蚜 天敌 种群动态

Relationship between distribution patterns of *Aphis gossypii* and its natural enemies. Zou Yunding, Meng Qinglei, Geng Jiguang, Ji Jin, Chen Gaochao and Wang Gongming (Anhui Agricultural University, Hefei 230036). -Chin. J. Appl. Ecol., 1995, 6(2): 172- 175.

Studies on the relationship between *Aphis gossypii* and its natural enemies in amount, time and space show that the amount of *Propylaea japonica* is closely related to that of *Aphis gossypii*, and they are synchronously occurred both at peak time and at lowest point. *Propylaea japonica* can significantly control by the occurrence of *Aphis gossypii*. The three-dimensional spatial distribution patterns of *Propylaea japonica*, *Erigonidium graminicola* and *Aphis gossypii* are of aggregated type. The individuals of *Aphis gossypii* and *Erigonidium graminicola* are attracted each other, while those of *Propylaea japonica* are repelled mutually.

Key words *Aphis gossypii*, Natural enemy, Population dynamics.

1 引 言

害虫与其天敌之间的复杂关系是在长期协同进化过程中逐步形成的。对害虫有明显控制作用的天敌, 其发生时间、种群数量、三维空间上的变化都应和目标害虫在数、时、空上有一定联系。棉蚜 (*Aphis gossypii*) 与其天敌在数、时、空上的关系已有报道^[1- 4], 但在空间格局方面的研究是在二维空间关系上进行的, 并不能完全说明天敌与棉蚜在空间格局上的联系。为了摸清天敌对棉蚜聚集场所在三维空间上是否具有追随关系, 进而研究天敌在发生数量、时间上对棉蚜的追随关系, 为 IPM 中天敌优势种的评定、合理利用和保护天敌提供

科学依据。

2 研究方法

1994 年 5 月 28 日—7 月 16 日在安徽农业大学教学试验农场棉田, 采取平行跳跃法抽样, 调查 5 行, 每行 20 株共 100 株, 每 7 天 1 次系统调查棉花苗期每片叶片上的棉蚜和天敌种类及数量, 并按叶序记载, 最下面第 1 片叶为倒 1 叶, 余类推。棉花 5 月中旬播种, 按常规措施管理, 不施药。

3 结果与分析

3. 1 棉蚜与其天敌种群数量动态

从表 1 可见, 所调查的棉蚜 9 种天敌中, 只有龟纹瓢虫种群的消长趋势和棉蚜

* 安徽省教委基金资助项目。
** 现在安徽省植物保护总站工作。
1994 年 9 月 12 日收到, 1995 年 1 月 18 日改回。

一致, 其它只是部分时间发生. 将棉蚜种群数量分别与龟纹瓢虫、草间小黑蛛、蜘蛛类总和进行相关分析, 求得相关系数依次为 0. 9981、-0. 4828、-0. 3485, 查相关系数表, $df = 6$ 时, $r_{0.05} = 0. 707$, $r_{0.01} = 0. 834$, 龟纹

表 1 棉蚜及其天敌种群动态 (只 · 100 株⁻¹)

Table 1 Dynamics of *Aphis gossypii* and its natural enemy populations (ind. · 100plant⁻¹)

日 期 Date (month · date)	棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossypii</i>	龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i>	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>	草 铃 <i>Chrysopa septempunctata</i>	草 间 小黑蛛 <i>Erigonidium graminicola</i>	狼 蛛 <i>Lycosa sinensis</i>	肖蛸蛛 <i>Tetragnatha laty-eille</i>	八斑球 腹蛛 <i>Theridion octomaculatum</i>	三突花蛛 <i>Misumenops tricuspidatus</i>	蜘蛛类 合 计 Total araneae	小花蝽 <i>Orius minutus</i>
5. 28	69	1	2	0	7	0	0	0	0	7	0
6. 4	1	3	0	0	9	0	0	0	0	9	0
6. 11	44	5	2	0	31	0	4	0	2	37	3
6. 18	543	14	3	1	7	2	1	0	1	11	0
6. 25	1546	46	0	72	14	0	0	7	0	21	0
7. 2	3335	104	0	13	0	0	0	2	0	2	0
7. 9	973	19	0	20	8	0	18	2	8	40	7
7. 16	310	8	0	0	10	0	14	2	25	50	2

3. 2 棉蚜与其天敌自然种群在水平空间上的关系

将调查的棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的水平空间格局用 Poisson 扩散系数 C (S^2/\bar{x}) 来判断. 其中 S^2 为方差, \bar{x} 为样方均数, 结果列于表 2, 根据扩散系数 C 判断, $C < 1$ 为均匀分布, $C = 1$ 为随机分布, $C > 1$ 为聚集分布, 可看出棉蚜及其 2 种天敌每次的 C 值均 > 1 , 为了精确判断聚集情况, 查 F 表. $n_1 = n - 1 = 5 - 1 = 4$, $n_2 =$

, $F_{0.05} = 2. 37$, 其中 n 为样方数, 可看出表 2 的 C 值均 $> 2. 37$, 说明棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的水平空间格局都是聚集

表 2 棉蚜及其天敌在水平空间上的扩散系数(C)

Table 2 Spreading coefficient of *Aphis gossypii* and its natural enemy at horizontal space

日 期 Date (month · date)	棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossypii</i>	龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i>	草 间 小黑蛛 <i>Erigonidium graminicola</i>	备 注 Remark
5. 28	104. 41	4. 00	3. 70	7 月 2 日调查
6. 4	4. 00	12. 00	11. 10	的 100 株棉
6. 11	31. 68	12. 00	6. 90	株草间小黑
6. 18	1307. 58	11. 70	8. 00	蛛虫口为 0.
6. 25	227. 22	5. 96	21. 70	
7. 2	813. 17	148. 40		
7. 9	588. 39	19. 15	5. 75	
7. 16	45. 93	13. 25	11. 00	

瓢虫与棉蚜之间的相关系数 $r > r_{0.01}$, 表明两者种群消长规律极相关, 2 种群消长的发生时间同步, 因此时滞为零. 由此可认为, 在被调查的棉蚜天敌中, 龟纹瓢虫对棉蚜种群有重要的控制作用.

格局. 一般而言, 害虫在虫口数量偏低时为了自身的生存和发展以聚集格局来抵御外界压力. 天敌为了有效地捕食害虫也以同样的格局搜索捕食, 以便提高捕食效率^[5-9].

为了分析棉蚜及其 2 种天敌的特性, 采用 Lloyd(1967) 的平均拥挤度方法, 将棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的平均拥挤度及样方均数计算结果列于表 3, 对平均拥挤度 m^* 与样方均数 \bar{x} 的关系, Iwao(1971) 提出了如下模型: $m^* = \alpha + \beta\bar{x}$, 依据该模型求出棉蚜平均拥挤度 m^* 与样方均数 \bar{x} 的关系为 $m^* = 45. 15 + 1. 1881\bar{x}$, 龟纹瓢虫 m^* 与 \bar{x} 的关系为 $m^* = - 2. 55 + 2. 2940\bar{x}$, 草间小黑蛛 m^* 与 \bar{x} 的关系为 $m^* = 0. 4424 + 1. 1332\bar{x}$. 棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的 m^* 与 \bar{x} 之间的相关系数依次为 0. 9545、0. 9627、0. 8780; $df = 6$ 时, $r_{0.01} = 0. 834$, $r > r_{0.01}$, 表明上述 3 个模型是成立的. Iwao(1971) 认为, 当 m^* 与 \bar{x} 呈线性关系时, α 表示基本成分按大小分布的平均拥挤度, 即 $\alpha < 0$ 为个体间互相排斥, $\alpha = 0$ 为个体间分布系单个个体, $\alpha > 0$ 为个体间互相

吸引, 由上述 3 个模型可见, 棉蚜个体间互相吸引, 龟纹瓢虫个体间互相排斥, 草间小黑蛛个体间互相吸引. 同时 Iwao(1971) 认为, β 表示基本成分的空间格局, $\beta < 1$ 为均匀分布, $\beta = 1$ 为 Poisson 分布, $\beta > 1$ 为聚集分布, 上述 3 个模型中的 β 值均 > 1 , 表明棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的二维空间分布为聚集格局, 与用 Poisson 扩散系数 C 判断的结论一致. 由此可见, 龟纹瓢虫、草间小黑蛛对棉蚜的聚集场所有追随现象.

表 3 棉蚜及其天敌的平均拥挤度和样方均数
Table 3 Average crowded degree and mean of sample plots of *Aphis gossypii* and its natural enemy

日期 Date (month · date)	棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossypii</i>		龟纹瓢虫 <i>Propylaea</i> <i>japonica</i>		草间小黑蛛 <i>Erigonidium</i> <i>graminicola</i>	
	\bar{m}	\bar{x}	\bar{m}	\bar{x}	\bar{m}	\bar{x}
5. 28	33. 68	13. 80	0	0. 20	1. 14	1. 40
6. 4	0	0. 20	0	0. 20	2. 22	1. 80
6. 11	14. 14	8. 80	2. 40	1. 00	6. 58	6. 20
6. 18	369. 10	108. 60	4. 00	2. 80	2. 00	1. 40
6. 25	353. 65	309. 20	8. 82	9. 20	6. 14	2. 80
7. 2	828. 63	667. 00	49. 48	20. 80	0	0
7. 9	304. 08	187. 40	6. 63	3. 80	1. 75	1. 60
7. 16	70. 19	62. 00	3. 25	1. 60	3. 2	2. 00

3. 3 棉蚜与其天敌在垂直格局上的关系

为了分析棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛 5 月 28 日—7 月 16 日在棉株各叶上垂直分布的关系, 将计算结果列于表 4, 表中所列为叶片有虫率大于叶均有虫率的几片相邻叶片有虫率之和, 即棉株上虫子分布的主体部位. 由图 1 可见, 龟纹瓢虫与棉蚜在表 4 棉蚜及其天敌垂直分布动态

Table 4 Vertical distribution of *Aphis gossypii* and its natural enemy

日期 Date (month · date)	叶序区间 Range of leaf order	占全株比率(%) % of number in whole plant			备 注 Remarks
		棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossypii</i>	龟纹瓢虫 <i>Propylaea</i> <i>japonica</i>	草间小黑蛛 <i>Erigonidium</i> <i>graminicola</i>	
5. 28	倒 3 叶—倒 5 叶	88. 41	100. 00	57. 14	苗期, 全株共 5 片叶, 有虫率叶均 20%;
6. 4	倒 6 叶—倒 7 叶	100. 00	100. 00	0	苗期, 全株共 7 片叶, 有虫率叶均 14. 28%;
6. 11	倒 6 叶—倒 8 叶	54. 55	60. 00	50. 00	苗期, 全株共 10 片叶, 有虫率叶均 10%;
6. 18	倒 6 叶—倒 10 叶	50. 82	71. 43	85. 71	苗期, 全株共 13 片叶, 有虫率叶均 7. 69%;
6. 25	倒 5 叶—倒 10 叶	60. 30	56. 52	0	初蕾期, 全株 14 片叶, 有虫率叶均 7. 14%;
7. 2	倒 4 叶—倒 9 叶	65. 73	84. 62	0	蕾期, 全株 18 片叶, 有虫率叶均 5. 56%;
7. 9	倒 6 叶—倒 10 叶	73. 85	88. 89	42. 86	花期, 全株 18 片叶, 少量果枝, 有虫率叶均 5. 56%;
7. 16	倒 8 叶—倒 12 叶	42. 90	37. 50	36. 36	初铃期, 全株 18 片叶, 有果枝, 有虫率叶均 5. 56%.

垂直分布上趋势一致, 而草间小黑蛛与棉蚜的趋势不一致. 进行相关分析, 龟纹瓢虫与棉蚜间的相关系数 r 为 0. 9295, 草间小黑蛛与棉蚜间为 -0. 3408, 查相关系数表,

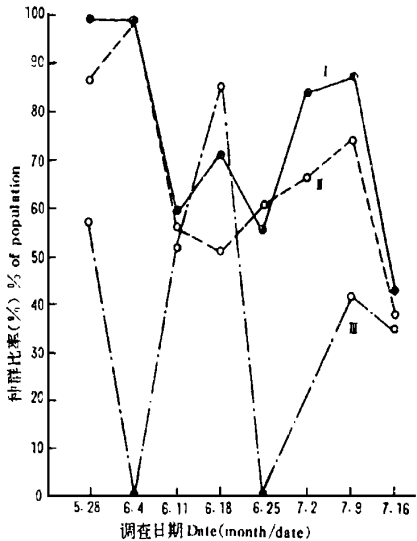


图 1 棉蚜及其天敌占种群的比率
Fig 1 Percentage of *Aphis gossypii* and its natural enemy of their populations at main parts of cotton plant.
· 龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*, — 棉蚜 *Aphis gossypii*, - · - 草间小黑蛛 *Erigonidium graminicola*.

$df = 6$ 时, $r_{0.05} = 0. 707$, $r_{0.01} = 0. 834$, 龟纹瓢虫与棉蚜间极相关, 表明随着棉花的生长发育, 棉蚜的主体部分向上移动, 龟纹瓢虫追随其后向上移动, 这种场所的追随作用和二维空间的追随作用综合考虑, 是龟纹瓢虫对棉蚜具有控制作用的一个重

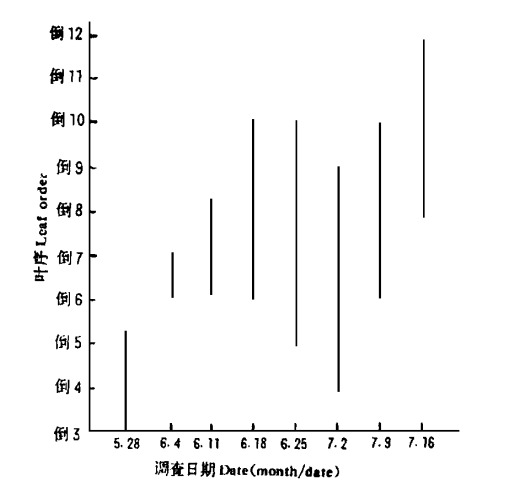


图2 棉蚜及其天敌的迁移状况
Fig. 2 Moving situation of *Aphis gossypii* and natural enemy at main parts of cotton plants.

要特征,而草间小黑蛛在垂直分布上不具有对棉蚜场所的追随作用。从图2可见,随着棉花的生长,新叶不断出现,棉蚜种群主体上移,龟纹瓢虫也上移,7月2日棉蚜种群主体下降,龟纹瓢虫也下降。这种对棉蚜场所的追随关系远较草间小黑蛛密切。

为了比较棉蚜及其天敌垂直格局的分布状况,以同一叶序的叶为一样方,用Poisson扩散系数C来判断,结果列于表5,可见棉蚜及其2种天敌垂直分布均为聚集格局。

表5 棉蚜及其天敌垂直格局的扩散系数(C)
Table 5 Spreading coefficient(C) of *Aphis gossypii* and its natural enemy at vertical distribution

日期 Date (month · date)	棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossy-</i> <i>p ii</i>	龟纹瓢虫 <i>Propyla-</i> <i>ea jap o-</i> <i>nica</i>	草 间 小黑蛛 <i>Erigoni-</i> <i>dium gra-</i> <i>m inicola</i>	F_0
5. 28	187. 01	4. 00	2. 29	2. 37
6. 4	6. 12	8. 63	36. 16	2. 10
6. 11	66. 00	5. 00	13. 33	1. 88
6. 18	535. 89	28. 63	22. 65	1. 75
6. 25	831. 58	27. 62	8. 6	1. 70
7. 2	3335. 31	257. 63	0	1. 60
7. 9	2113. 73	102. 78	16. 10	1. 60
7. 16	359. 94	23. 74	21. 77	1. 60

为了深入分析棉蚜及其天敌垂直格局的分布机制,采用Iwao的方法,对平均拥

挤度 m^* 与样方均数 \bar{x} 的关系进行分析,结果见表6,建立了棉蚜、龟纹瓢虫、草间小黑蛛的 m^* 与 \bar{x} 的关系式依次为 $m^* = 8.3770 + 1.8659\bar{x}$, $m^* = -0.75 + 2.9928\bar{x}$ 和 $m^* = 0.9878 + 1.2387\bar{x}$, m^* 与 \bar{x} 的相关

表6 棉蚜及其天敌垂直格局的 m^* 与 \bar{x}
Table 6 m^* and \bar{x} of *Aphis gossypii* and its natural enemy at vertical distribution

日期 Date (month · date)	棉 蚜 <i>Aphis</i> <i>gossyp ii</i>		龟纹瓢虫 <i>Propylaea</i> <i>japonica</i>		草间小黑蛛 <i>Erigonidium</i> <i>graminicola</i>	
	m^*	\bar{x}	m^*	\bar{x}	m^*	\bar{x}
5. 28	50. 20	13. 80	0	0. 20	0. 86	1. 40
6. 4	0	0. 14	0. 67	0. 43	5. 60	1. 43
6. 11	10. 00	4. 40	0	0. 50	3. 33	3. 00
6. 18	56. 89	41. 77	2. 29	1. 08	1. 14	0. 54
6. 25	168. 82	110. 43	3. 61	3. 28	6. 14	1. 00
7. 2	369. 57	185. 28	19. 10	5. 78	0	0
7. 9	168. 50	52. 06	5. 79	1. 06	0. 29	0. 39
7. 16	36. 23	17. 22	0. 75	0. 44	0. 91	0. 61

系数依次为0.9645、0.9123和0.4742;可见,3个模型中 β 值均 >1 ,表明3个种群的垂直分布均是聚集格局,与用Poisson扩散系数C值判断的结论一致。3个模型中的 α 值表明,棉蚜个体间互相吸引,龟纹瓢虫个体间相互排斥,草间小黑蛛个体间互相吸引与平面分布上的特性一致。

参考文献

- 1 中国科学院动物研究所等. 1980. 天敌昆虫图册. 科学出版社, 北京.
- 2 胡金林. 1983. 中国农林蜘蛛. 天津科学技术出版社, 天津.
- 3 邹运鼎等. 1986. 龟纹瓢虫成虫对棉蚜的捕食作用. 生物数学学报, 1(1): 64- 69.
- 4 邹运鼎等. 1986. 龟纹瓢虫幼虫对棉蚜的捕食作用. 昆虫知识, 23(5): 219-221.
- 5 邹运鼎等. 1988. 龟纹瓢虫成虫的食饵搜索行为. 生态学报, 8(4): 336-341.
- 6 邹运鼎等. 1985. 大草蛉成虫的食饵搜索行为. 安徽农学院学报, 15(1): 59-66.
- 7 邹运鼎等. 1989. 农林昆虫生态学. 安徽科学技术出版社, 合肥.
- 8 邹运鼎等. 1991. 龟纹瓢虫幼虫的食物搜索行为. 昆虫学报, 34(4): 391-399.
- 9 邹运鼎等. 1991. 龟纹瓢虫对棉蚜的捕食行为及棉蚜的应激反应. 安徽农学院学报, 18(1): 8-14.