

DOI: 10.5846/stxb201011021565

崔洪莹, 戈峰. 不同作物田烟粉虱发生的时空动态. 生态学报 2012, 32(1): 0176-0182.

Cui H Y, Ge F. Temporal and spatial distribution of *Bemisia tabaci* on different host plants. Acta Ecologica Sinica 2012, 32(2): 0176-0182.

不同作物田烟粉虱发生的时空动态

崔洪莹, 戈峰*

(中国科学院动物研究所 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室 北京 100101)

摘要: 2008—2009 年连续 2a 系统调查了番茄、茄子、棉花、大豆、玉米等寄主植物上烟粉虱种群发生的时间与空间动态。结果表明: 不同寄主植物上的烟粉虱成虫及其伪蛹数量有显著性差异, 其密度大小依次为: 茄子>棉花>番茄>大豆>玉米。其中, 在玉米上除了发现极少量的成虫逗留外, 没有发现烟粉虱的卵及若虫。在发生的时间序列上, 烟粉虱成虫及伪蛹的数量呈现为先逐渐上升后又下降的变化过程, 发生高峰期集中在 8 月 5 日到 8 月 31 日, 9 月初以后烟粉虱数量慢慢减少。在空间分布上, 表现为烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片。统计分析显示, 寄主对烟粉虱成虫和伪蛹的数量影响极显著, 而年份对其数量的影响没有显著差异。由此得出的烟粉虱发生和达到高峰的时间, 可为烟粉虱预测预报和区域性综合治理提供重要理论依据。

关键词: 烟粉虱; 寄主植物; 种群动态; 空间动态

Temporal and spatial distribution of *Bemisia tabaci* on different host plants

CUI Hongying, GE Feng*

State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

Abstract: Insect pests have long been recognized as a significant threat to agriculture. *Bemisia tabaci* was described over 100 years ago and has since become one of the most important pests worldwide in subtropical and tropical agriculture as well as in greenhouse production systems. It adapts easily to new host plants and geographical regions and has now been reported from all continents except Antarctica. In the last decade, international transport of plant materials and people has contributed to geographical spread. *B. tabaci* has been recorded from more than 400 plant species and there may be many additional hosts not yet formally documented. Excessive *B. tabaci*-induced losses worldwide occur in field, vegetable and ornamental crop production. Several studies have examined *B. tabaci* populations in cotton, tomato, eggplant and so on, which appear to increase nearly exponentially during the middle part of the growing season. Historically, heavy infestations in cotton fields often resulted in significant dispersal to other field crops and vegetables following termination of the cotton crop. Whiteflies exhibit a degree of holometabolism. They oviposited preferentially in young leaves which are generally located on the apical parts. Ninety percent of *B. tabaci* adults emerged from their pupal cases between 6:00 am and 9:30 am. Few emerged during hours of darkness. During summer months, copulation takes place within 1—8 h following eclosion of *B. tabaci* from the pupal cases.

Studies of the population dynamics of whiteflies in natural settings are still lacking. Here we investigated the abundance of *B. tabaci* on different host plants, including tomato, eggplant, soy, cotton, corn, between 2008 and 2009. The results indicated that the abundance of the adults and pupae of *B. tabaci* on different hosts was remarkably different. The densities of *B. tabaci* on different hosts were in decreasing order as follows: eggplant, cotton, tomato, soy and corn. Only a few adults but no eggs and nymphs were found on the corn plants. Moreover, the adults of whiteflies preferred the

基金项目: 国家 973 项目(2009CB119200); 国家自然科学基金项目(31030012, 30970510); 公益性行业科研专项经费项目(200803005)

收稿日期: 2010-11-02; 修订日期: 2011-05-08

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gef@ioz.ac.cn

upper leaves of the host plants. The number of whiteflies first increased gradually, followed by decrease on the five host plants. The highest abundance was observed between 5th and 31th of August. However, no significant difference was found in the abundance of the adults and pupae between 2008 and 2009. The results presented in this study may provide important theoretical basis for the prediction and regional comprehensive management of *B. tabaci* and economically efficient control of *B. tabaci*.

In China, there are at least four different genetic groups of *B. tabaci* such as B biotype, Q biotype and some other local biotypes. Both B biotype and Q biotype of *B. tabaci* are the most important invasive biotypes. Status change of the two biotypes has important effects on whitefly populations. Whiteflies reproduce rapidly and tend to live on the underside of leaves, making it a difficult pest to manage effectively with chemicals. Heavy use of older insecticides, such as organophosphates, on whitefly populations on crops, including field crops and vegetables, has fostered their resistance to those chemicals. This has increased the need for and value of innovations in chemical control. It has been reported that natural enemies such as *Encarsia formosa* may play important roles in regulating whitefly population dynamics. Cultural and biological control techniques were indispensable against infestations of the whitefly. Therefore, chemical insecticides and biological control are both important to an effective whitefly control program.

Key Words: *Bemisia tabaci*; host plant; population dynamics; spatial dynamics

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 又名棉粉虱、甘薯粉虱、一品红粉虱等,属同翅目 Homoptera 粉虱科 Aleyrodidae 小粉虱属 *Bemisia* 的多食性昆虫^[1]。烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 是热带、亚热带及相邻温带地区主要害虫之一,南美洲、欧洲、非洲、亚洲、大洋洲的很多国家和地区都有分布^[2-4]。我国的烟粉虱记载于 1949 年^[5],该虫 1a 可发生 11—15 代,世代重叠严重。其寄主植物多达 74 科 420 余种,主要危害棉花、大豆和蔬菜等作物^[6-7]。

明确不同寄主植物上烟粉虱的发生程度,是有效地开展该虫区域性治理的关键。已有的研究表明,烟粉虱食性杂,寄主广泛,通过取食植物汁液、传播病毒和引起植物生理异常造成危害,是大田和温室许多作物的重要害虫^[4]。尤其是自 20 世纪 90 年代中后期 B 型烟粉虱侵入我国以来,迅速扩散并在许多地区暴发成灾^[7-8],相继成为我国蔬菜、花卉等作物的主要害虫。目前,有关实验室可控条件下不同寄主植物对烟粉虱体形、生育、存活和繁殖等的影响研究已多见报道^[3,5,7,9-18],如邱宝利等研究了在 26 °C 的条件下, B 型烟粉虱在番茄、茄子、黄瓜和甘蓝上的发育、存活和繁殖情况^[17];林克剑等研究了温度和湿度对 B 型烟粉虱发育、存活和生殖的影响^[18]。而有关区域性农田生态系统中不同寄主植物烟粉虱的发生规律及其种群动态的比较研究报道较少。

番茄、茄子、棉花、大豆、玉米是华北地区常见的作物和蔬菜。为此,在 2008 年和 2009 年连续 2 a 系统调查了番茄、茄子、棉花、大豆、玉米等 5 种寄主植物烟粉虱种群数量消长及时间、空间动态变化,旨在与比较不同寄主、不同季节烟粉虱发生的差异,为烟粉虱预测预报和区域性综合治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验研究设在中国农业科学院廊坊中试基地的实验田。选择常见的烟粉虱寄主植物 5 种,分别为:棉花品种思壮 NC20B、大豆品种中黄 13、玉米品种纪元一号、茄子品种九叶茄、番茄品种上海 908,作为烟粉虱调查的寄主植物。

1.2 试验设计

试验于 2008 年 7 月 6 日—9 月 16 日和 2009 年 6 月 19 日—9 月 20 日连续 2 a 在河北省廊坊市农科院中试基地进行,每种寄主植物重复 3 次,划分为 3 个小区,每个小区大约为 100m²,每种寄主植物之间大约有 2 m 的隔离带,种植期间不使用任何化学杀虫剂防治寄主植物上的病虫害。

1.3 调查方法

分别对上述5种寄主植物中烟粉虱进行系统定点调查。烟粉虱每个定点是以 1 m^2 为单位,同时在每平方米的每株上的上、中、下3个层次上做调查。以一小区的烟粉虱为例,从烟粉虱开始出现到消亡为止,每10 d调查1次,8点取样(每点以 1 m^2 为单位,番茄、茄子调查6株,大豆、棉花调查10株,玉米8株),记录其伪蛹期、成虫期烟粉虱数量和分布情况(空间分布)。其他小区做同样的重复。

1.4 统计分析

数据分析采用单因素方差分析和多重比较(LSD)法。

2 结果与分析

2.1 数量分布

对烟粉虱成虫在不同寄主上的数量调查结果表明,烟粉虱成虫在2008年番茄、茄子、大豆、玉米、棉花上发生的数量分别为 (5902 ± 792.15) 、 (18989 ± 2091.75) 、 (319 ± 116.53) 、 (0.33 ± 0.33) 、 (10040 ± 1538.77) ,2009年分别为 (5666 ± 691.43) 、 (21152 ± 1239.10) 、 (232 ± 53.36) 、 (0.00 ± 0.00) 、 (11172 ± 1051.33) 。其中以茄子上烟粉虱成虫的数量最多,除在大豆和玉米上没有显著性差异外,其他的寄主之间均有显著差异(图1)。

烟粉虱伪蛹在2008年番茄、茄子、大豆、棉花上的数量分别为 (7854 ± 901.86) 、 (15948 ± 2747.59) 、 (2490 ± 871.84) 、 (8435 ± 866.49) ;其中烟粉虱伪蛹在番茄和棉花上没有显著性差异,其他的寄主之间都有显著性差异。在2009年它们的发生数量分别为 (8633 ± 396.02) 、 (15446 ± 1111.18) 、 (0 ± 0.00) 、 (0 ± 0.00) 、 (11569 ± 945.40) ,其中烟粉虱伪蛹在番茄和棉花、大豆和玉米都没有显著性差异,茄子与其他的寄主都有显著性差异(图2)。

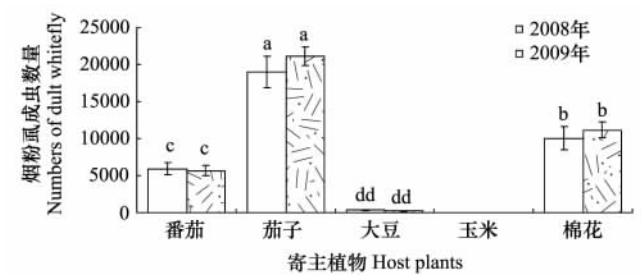


图1 2008—2009年烟粉虱成虫在不同寄主上的数量

Fig. 1 The number of imago of *Bemisia tabaci* on different host plants between 2008 and 2009

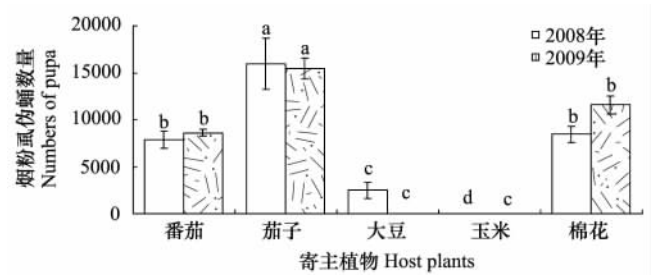


图2 2008—2009年烟粉虱伪蛹在不同寄主上的数量

Fig. 2 The number of pupa of *Bemisia tabaci* on different host plants between 2008 and 2009

由此可见,不论是成虫还是伪蛹,都以茄子上数量最多,不同寄主对烟粉虱的数量有显著性差异;而且,在玉米上除了发现极少量的成虫逗留外,没有发现烟粉虱的卵及若虫;其中,2009年的大豆上也没有发现烟粉虱的卵及若虫。

2.2 空间分布

烟粉虱成虫及其伪蛹2008年在不同寄主上的空间分布(表1)表明,烟粉虱成虫在番茄、茄子、棉花、大豆上的空间分布的数量分别为上>中>下,烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片;烟粉虱伪蛹在番茄、茄子、玉米、棉花、大豆上的空间分布以中部的数量最多。

2009年调查结果(表2)表明,烟粉虱成虫在番茄、棉花、大豆上的空间分布的数量分别为上>中>下,茄子上空间分布的数量为中>上>下,但是上部与中部的分布没有显著性差异,烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片;烟粉虱伪蛹在番茄、茄子、棉花上的空间分布的情况为中部的数量最多。

2a的结果表明,烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片;烟粉虱伪蛹在番茄、茄子、玉米、棉花、大豆上的空间分布的情况为中部的数量最多。

表 1 2008 年烟粉虱成虫及其伪蛹在不同寄主上的空间分布

Table 1 Spatial distributions of imago and pupa of *Bemisia tabaci* on different host plants in 2008

寄主 Host plants	位置 Position	烟粉虱成虫 Adult	烟粉虱伪蛹 Pupa
番茄 Tomato	上	(4494±568.13) a	(553±42.81) b
	中	(1143±224.29) b	(5779±791.23) a
	下	(263±84.35) b	(1213±165.98) b
茄子 Eggplant	上	(12291±1543.83) a	(4890±706.65) b
	中	(5133±485.10) b	(11758±651.82) a
	下	(1729±222.81) c	(691±72.06) c
大豆 Soybean	上	(256±80.93) a	(905±261.96) a
	中	(62±22.91) b	(1120±426.56) a
	下	(14±6.43) b	(422±151.16) a
棉花 Cotton	上	(6679±1398.06) a	(3716±765.82) a
	中	(2046±51.87) b	(3536±602.96) a
	下	(354±90.37) c	(533±153.80) b

表中小写字母相同表示在 5% 水平无显著差异

表 2 2009 年烟粉虱及其伪蛹在不同寄主上的空间分布

Table 2 Spatial distributions of imago and pupa of *Bemisia tabaci* on different host plants in 2009

寄主 Host plants	位置 Position	烟粉虱成虫 Adult	烟粉虱伪蛹 Pupa
番茄 Tomato	上	(2863±333.96) a	(221±91.92) c
	中	(2545±327.39) a	(5100±395.64) a
	下	(241±56.96) b	(3304±154.63) b
茄子 Eggplant	上	(8971±617.00) a	(1807±359.42) b
	中	(9089±366.41) a	(7990±558.87) a
	下	(3189±227.41) b	(5548±860.17) a
棉花 Cotton	上	(5851±698.04) a	(2348±288.74) b
	中	(3955±448.80) a	(5875±526.47) a
	下	(508±37.56) b	(3345±431.35) b
大豆 Soybean	上	(134±32.94) a	
	中	(93±25.30) ab	
	下	(4±1.73) b	

表中小写字母相同表示在 5% 水平无显著差异

2.3 季节间数量动态

从 2008 年(图 3)和 2009 年(图 4)每 10 d 一次的调查表明,烟粉虱成虫及伪蛹在番茄、茄子、棉花、大豆

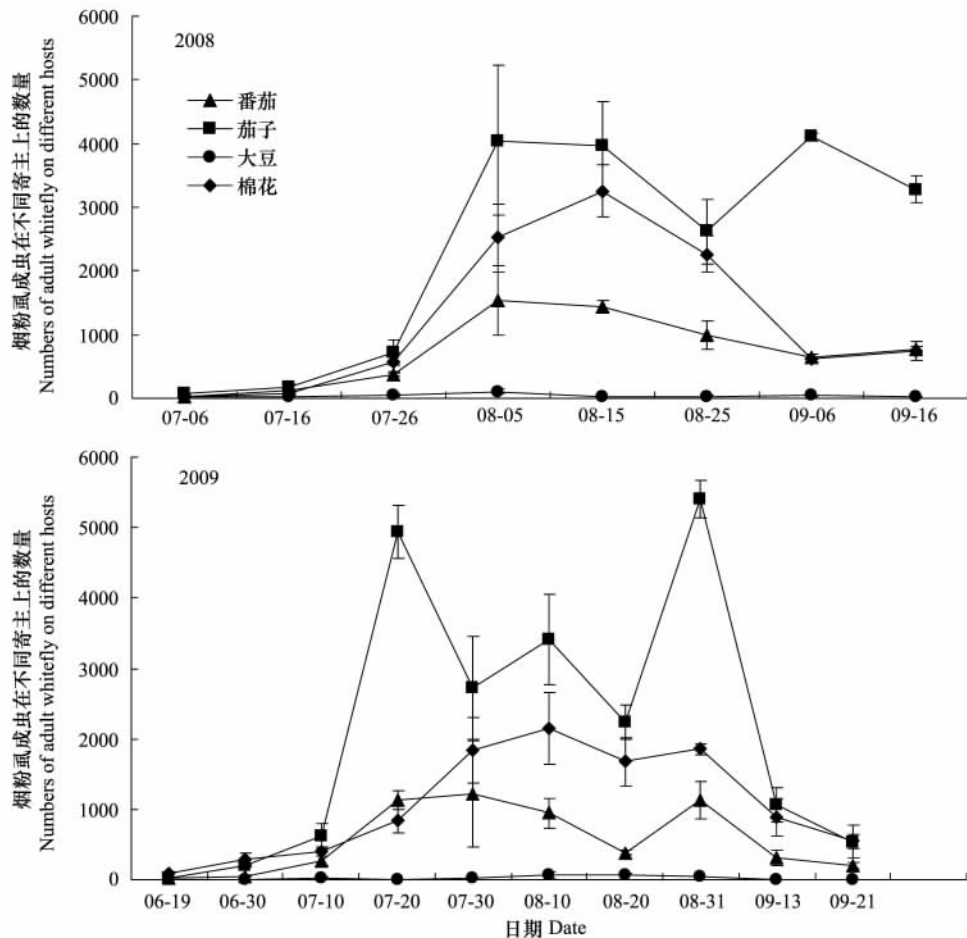


图 3 2008—2009 年烟粉虱成虫在不同寄主不同时间下的种群动态变化

Fig. 3 The abundance of imago of *Bemisia tabaci* on the different host plants and time in 2008—2009

和玉米上的季节种群动态变化显示,整个过程基本为先逐渐上升后又下降,发生高峰期集中8月5日到8月31日左右,9月初以后烟粉虱数量减少,但是茄子和棉花上还是具有一定数量的烟粉虱。

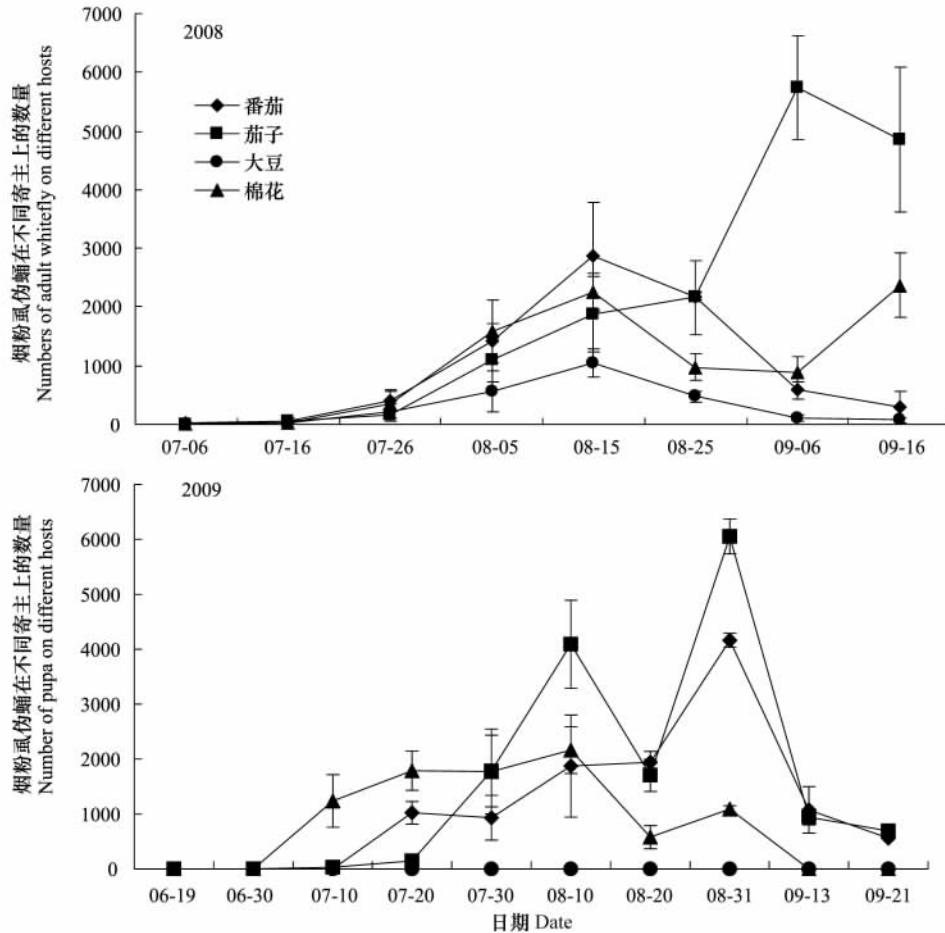


图4 2008—2009年烟粉虱伪蛹在不同寄主不同时间下的种群动态变化

Fig. 4 The abundance of pupa of *Bemisia tabaci* on the different host plants and time in 2008—2009

F-检验表明(表3),寄主和年份的交互作用分析显示,不同寄主对烟粉虱和烟粉虱伪蛹的数量有极显著性差异 ($P < 0.01$),年份对烟粉虱及其伪蛹的数量没有影响,2008年与2009年的调查数据没有显著性差异 ($P > 0.05$)。

表3 5种寄主作物上烟粉虱及其伪蛹数量的*F*-检验

Table 3 Effect of host and year on the number of imago and pupa of *Bemisia tabaci*

因素 Factor	烟粉虱成虫 Adult			烟粉虱伪蛹 Pupa		
	df	<i>F</i>	<i>P</i>	df	<i>F</i>	<i>P</i>
年份 Year	1	0.840	0.370	1	0.069	0.795
寄主 Host	4	132.756	0.000	4	69.210	0.000
年份×寄主 Year×Host	4	0.506	0.732	4	1.718	0.185

年份和位置的交互作用分析显示(表4),不同位置对烟粉虱及其烟粉虱伪蛹的数量有极显著性差异 ($P < 0.01$),年份对烟粉虱及其伪蛹的数量没有影响,2008年与2009年的调查数据没有显著性差异 ($P > 0.05$)。

4 讨论

通过对5种寄主植物上烟粉虱数量调查进行分析,结果表明,烟粉虱成虫及伪蛹在茄子上的数量最多,在玉米上除了发现极少量的成虫逗留外,没有发现烟粉虱的卵及若虫。烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片,而伪

蛹主要集中于寄主植物的中部叶片。在整个调查过程中,烟粉虱成虫及伪蛹的数量变化过程基本为先逐渐上升后逐渐下降,发生高峰期集中在8月5日到8月31日左右,9月初以后烟粉虱数量慢慢减少。在廊坊地区,吴孔明等和林克剑等调查发现2000年左右烟粉虱发生严重,但近年来发生轻。原因可能是由于在进行农业防治和生物防治的同时,适当结合了化学防治,对烟粉虱种群的发展控制收到了很好的成效^[9,19]。尤其值得注意的是,烟粉虱有很多生物型的变化,而且Q型和B型是烟粉虱不同生物型中入侵性很强的两种生物型,Q型和B型烟粉虱的地位变化对其种群将会产生重大的影响。研究表明烟粉虱B型主要在耕作密集的地区,而烟粉虱Q型则更经常出现在自然环境或空闲农事操作的地区,Q型烟粉虱对杀虫剂有更高的抗性,化学杀虫剂的施用可能是影响这两种生物型种群动态的重要环境因子^[20]。

表4 5种寄主作物上烟粉虱及其伪蛹空间分布的F-检验

Table 4 Effect of position and year on the number of imago and pupa of *Bemisia tabaci*

因素 Factor	烟粉虱成虫 Adult			烟粉虱伪蛹 Pupa		
	df	F	P	df	F	P
年份 Year	1	1.276	0.281	1	0.027	0.873
位置 Position	2	133.471	0.000	2	103.211	0.000
年份×位置 Year×Position	2	18.838	0.000	2	28.824	0.000

不同作物上的烟粉虱数量不同,Mohd Rasdi发现烟粉虱成虫喜好茄子的中部,而且寄主植物的长势好坏是吸引烟粉虱的重要因素,如果第2年在同一地区种植相同植物,烟粉虱危害将会更加严重^[21]。结果与其它结果相同的地方为寄主植物的长势好坏是吸引烟粉虱的重要因素;但是调查结果表明烟粉虱喜食植物的上部。

Baumgartner等和Heyer等在印度地区,番茄上的烟粉虱每年可发生11代,有3个高峰期(8、10、11月),其种群消长动态呈规律性,种群数量与温度呈正相关^[22-23]。这与本研究结果有一定差异。研究发现整个种群动态的变化为逐渐上升后又逐渐下降,烟粉虱的种群数量在寄主的生育期内持续增长,种群高峰期集中在8月初到8月底,之后随寄主进入成熟期,叶子逐渐变黄,成虫开始迁飞转移,9月份以后数量慢慢变少。这可能是由于寄主植物、地理分布区及所处生态小环境的差异不同所造成。

研究结果还表明:不同寄主植物上的烟粉虱种群数量达到高峰的时间基本一致,这与林克剑等的调查结果有一定差异,其为不同寄主植物上的烟粉虱种群数量达到高峰的时间有所差异^[9]。这可能与种植的方式、寄主的种类及长势有很大的关系。和他们研究结果相同的地方为烟粉虱在每种寄主上的发生量并不一致,在不同寄主上波动的幅度也不一致,玉米上没有发现烟粉虱的卵及若虫,只有极少数成虫在植株上逗留。

5 结论

不同年份之间的变化差异较小。连续2a的结果显示烟粉虱成虫在茄子上的数量最多,在玉米上除了发现极少量的成虫逗留外,没有发现烟粉虱的卵及若虫。烟粉虱成虫喜食寄主的上部叶片。不同寄主植物上的烟粉虱种群数量达到高峰的时间基本一致,但不同的是2009年的大豆上没有发现烟粉虱的卵及若虫,2008年的大豆上调查到烟粉虱的若虫。根据烟粉虱发生和达到高峰的时间,为烟粉虱预测预报和区域性综合治理提供重要理论依据,从而达到经济有效地控制烟粉虱的目的。

References:

- [1] Gennadius P. Disease of tobacco plantations in Trikonion: the aleurodid of tobacco. *Ellenike Georgia*, 1889, 5: 1-3.
- [2] Mound L A, Halsey S H. *Whitefly of the World: Systematic Catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with Host Plant and Natural Enemy Data*. London, New York: British Museum of Natural History and John Wiley and Sons, 1978: 340-340.
- [3] Brown J K, Frohlich D R, Rosell R C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology*, 1995, 40: 511-534.
- [4] Oliveira M R V, Henneberry T J, Anderson P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*,

2001, 20(9): 709-723.

- [5] Zhou Y. A list of *Aleyrodidae* from China. *Chinese Journal of Entomology*, 1949, 3(4): 1-18.
- [6] Zhang Z L. Some thoughts to the outbreaks of tobacco whitefly. *Beijing Agricultural Sciences*, 2000, 18(S1): 1-31.
- [7] Luo C, Zhang Z L. Study Progress on *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Beijing Agricultural Sciences*, 2000, (S1): 4-13.
- [8] Chen L G. The damage and morphological variations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on ornamental plants. *Journal of Shanghai Agricultural College*, 1997, 15(3): 186-189, 208-208.
- [9] Lin K J, Wu K M, Wei H Y, Guo Y Y. Population dynamics of *Bemisia tabaci* on different host plants and its chemical control. *Entomological Knowledge*, 2002, 39(4): 284-288.
- [10] Xu W H, Zhu G R, Zhang Y J, Wu Q J, Xu B Y, Li G L. An analysis of the life table parameters of *Bemisia tabaci* feeding on seven species of host plants. *Entomological Knowledge*, 2003, 40(5): 453-455.
- [11] Coudriet D L, Prabhker N, Kishaba A N. Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 1985, 14: 516-519.
- [12] Frohlich D R, Torres-Jerez I, Bedford I D, Markham P G, Brown J K. A phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers. *Molecular Ecology*, 1999, 8(10): 1683-1691.
- [13] Mohanty A K, Basu A N. Effect of host plants and seasonal factors on intraspecific variations in pupal morphology of the whitefly vector, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Entomological Research*, 1986, 10(1): 19-26.
- [14] Mound L A. Host-correlated variation in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomology*, 1963, 38(10/12): 171-180.
- [15] Ren S X, Wang Z Z, Qiu B L, Xiao Y. The pest status of *Bemisia tabaci* in China and non-chemical control strategies. *Insect Science*, 2001, 8(3): 279-288.
- [16] Tsai J H, Wang K H. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. *Environmental Entomology*, 1996, 25(4): 810-816.
- [17] Qiu B L, Ren S X, Lin L, Musa P D. Effect of host plants on the development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(6): 1206-1211.
- [18] Lin K J, Wu K M, Zhang Y J, Guo Y Y. The feeding and oviposition behaviors of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B on five host plants. *Acta Phytophylacica Sinica*, 2008, 35(3): 199-204.
- [19] Wu K M, Xu G, Guo Y Y. Seasonal population dynamics of tobacco whitefly adults on cotton in northern China. *Plant Protection*, 2001, 27(2): 14-15.
- [20] Chu D, Liu G X, Tao Y L, Wan F H, Zhang Y J. Population dynamics of biotypes Q and B of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and the influential factors. *Acta Phytophylacica Sinica*, 2007, 34(3): 326-330.
- [21] Mohd Rasdi Z, Fauziah I, Fairuz K, Mohd Saiful M S, Md Jamaludin B, Che Salmah M R, Kamaruzaman Jusoff. Population Ecology of Whitefly, *Bemisia tabaci*, (Homoptera: Aleyrodidae) on Brinjal. *Journal of Agricultural Science*, 2009, 1(1): 27-31.
- [22] Meyerdirk D E, Coudriet D L, Prabhaker N. Population and dynamics and control strategy for *Bemisia tabaci* in the imperial valley, California. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1989, 17(1/2): 61-67.
- [23] Baumgärtner J, Delucchi V, von Arx R, Rubli D. Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn., Stern.: aleyrodidae) infestation patterns as influenced by cotton, weather and *Heliothis*: hypotheses testing by using simulation models. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1986, 17(1/2): 45-59.

参考文献:

- [5] 周尧. 中国昆虫名录. *中国昆虫学杂志*, 1949, 3(4): 1-18.
- [6] 张芝利. 关于烟粉虱大发生的思考. *北京农业科学*, 2000, 18(增刊): 1-31.
- [7] 罗晨, 张芝利. 烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 研究概述. *北京农业科学*, 2000, (增刊): 4-13.
- [8] 陈连根. 烟粉虱在园林植物上为害及其形态变异. *上海农学院学报*, 1997, 15(3): 186-189, 208-208.
- [9] 林克剑, 吴孔明, 魏洪义, 郭予元. 烟粉虱在不同寄主作物上的种群动态及化学防治. *昆虫知识*, 2002, 39(4): 284-288.
- [10] 徐维红, 朱国仁, 张友军, 吴青君, 徐宝云, 李桂兰. 烟粉虱在七种寄主植物上的生命表参数分析. *昆虫知识*, 2003, 40(5): 453-455.
- [17] 邱宝利, 任顺祥, 林莉, Musa P D. 不同寄主植物对烟粉虱发育和繁殖的影响. *生态学报*, 2003, 23(6): 1206-1211.
- [18] 林克剑, 吴孔明, 张永军, 郭予元. B型烟粉虱成虫对五种寄主植物的取食和产卵行为. *植物保护学报*, 2008, 35(3): 199-204.
- [19] 吴孔明, 徐广, 郭予元. 华北北部地区棉田烟粉虱成虫季节性动态. *植物保护*, 2001, 27(2): 14-15.
- [20] 褚栋, 刘国霞, 陶云荔, 万方浩, 张友军. 烟粉虱 Q型与 B型种群动态及其影响因子研究进展. *植物保护学报*, 2007, 34(3): 326-330.