

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.03.11

烟粉虱对不同寄主植物的选择性和适应性测试

王晶玲^{1,2}, 张淑莲^{2*}, 陈志杰², 廉振民¹, 张 锋², 李英梅²

(1. 陕西师范大学生命科学学院, 西安 710119; 2. 陕西省动物研究所, 西安 710032)

摘要: 为了明确在田间烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 对不同寄主植物选择性和适应性, 本实验在室内用 Y 型嗅觉仪测定了烟粉虱对 13 种寄主植物的选择性, 随后对田间随机排列种植的这 13 种寄主植物依照测试结果由强到弱依次拔除 (拔除次序为茄子、番茄、黄瓜、辣椒、棉花、苘麻、西葫芦、油菜、花菜、小青菜、莲花白、胡萝卜和苦瓜), 每次拔除间隔时间为 5 d, 结果显示: 田间第一次调查的结果与室内选择性测试结果一致; 随着最适宜寄主的拔除, 烟粉虱成虫数量在与其引诱力相近的一种或几种寄主上的略有增加, 而其它植物上却没有大的变化, 这表明随着最适宜寄主的拔除, 烟粉虱成虫会重新分布, 但趋向分布于引诱力相对较强的寄主植物; 随着寄主植物的拔除, 烟粉虱卵、若虫和蛹在引诱力较强的植株上均有所增加; 但西葫芦拔除之后其余植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量没有明显变化; 小青菜拔除后, 其余植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量又有所增加。这表明随着最佳寄主的拔除, 烟粉虱会趋向选择于引诱力相对较强的寄主植物产卵, 当烟粉虱从嗜好性强的植物转移到嗜好性弱的植物时, 产卵适应会滞后于取食适应。但整个实验过程中苦瓜上的烟粉虱上成虫、卵、若虫和蛹的数量均变化不大, 苦瓜上的成虫应属偶然分布其上, 烟粉虱成虫并不取食苦瓜, 苦瓜对烟粉虱有趋避作用。本实验模拟田间种植模式, 因此实验结果对田间种植具有指导意义。

关键词: 烟粉虱; 寄主植物; 引诱力; 产卵适应; 取食适应

中图分类号: Q968.1; S433.39

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 03-0522-07

Research on the selectivity and adaptability of *Bemisia tabaci* to different host plants

WANG Jing-Ling^{1,2}, ZHANG Shu-Lian^{2*}, CHEN Zhi-Jie², LIAN Zhen-Min¹, ZHANG Feng², LI Ying-Mei² (1. Shaanxi Normal University College of Life Science, Xi'an 710119, China; 2. Shaanxi Institute of Zoology, Xi'an 710032, China)

Abstract: In order to figure out selectivity and adaptability of *Bemisia tabaci* to different host plants, we determine selectivity of *B. tabaci* to thirteen host plants by Y-olfactometer in the laboratory. Then we removed these plants planted randomly according to attractive effects of plants to *B. tabaci*. Eggplant was the most attractive and removed firstly. Bitter gourd was the least attractive and removed lastly. So we removed the plants in the following sequence: eggplant, tomato, cucumber, pepper, cotton, abutilon, pumpkin, rapeseed, cauliflower, greengrocery, cabbage, carrot and bitter gourd. The plants were removed every 5 days. The results showed that the selectivity result of the first in field was consistent with that in laboratory. After we removed the best host plant, in the plants remained in the field, the density of *B. tabaci* on those host plants which have similar attractive effects with the best host plant just removed increased slightly. But density of *B. tabaci* on the rest of hosted plants nearly unchanged. This result

基金项目: 国家科技支撑计划 (2014BAD14B006); 陕西省科学院社会发展项目 (2013-K15); 陕西省农业科技攻关计划 (2013K01-67); 陕西科技统筹创新工程项目 (2012KTCL02-07)

作者简介: 王晶玲, 女, 1984 年生, 汉族, 博士研究生, 研究方向为动物生态学, E-mail: 972693340@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: E-mail: zhangshulian@xaut.edu.cn

收稿日期 Received: 2015-12-07; 接受日期 Accepted: 2016-02-22

showed that *B. tabaci* can redistribute due to after the removal of the best host plants, and *B. tabaci* tended to transfer to the host plants with stronger attraction. After the best host plants were removed, the density of egg, larva and pupa on some host plants which have relatively strong attraction was decreased. However, when pumpkin was removed, the density of egg, larva and pupa on the remained host plants didn't change. The density of egg, larva and pupa on the remained host plants increased after greengrocery was removed from the group of host plants. It indicated that *B. tabaci* tends to oviposit on the host plants with the strongest attraction in the plants remained in the field. During the process of the field trial, the amount of adult, egg, larva and pupa on the bitter melon changed little. Consequently, the distribution of adult on bitter melon was occasional because *B. tabaci* does not feed on bitter melon. The experiments were conducted under simulated field condition. Therefore the result can be a very important reference to conduct field trial in the future.

Key words: *Bemisia tabaci*; host plant; allure; spawn adaption; feeding adaptation

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 又名棉粉虱、甘薯粉虱, 属同翅目 Homoptera 粉虱科 Aleyrodidae, 广泛分布于全球除南极洲外各大洲的 90 个国家和地区 (Cock, 1986; Gerling and Mayer, 1996; Perring *et al.*, 2001) 是一种世界性的分布害虫 (张永军等, 2003)。现已成为美国、印度、巴基斯坦、苏丹和以色列等国家的重要害虫, 给全球农业生产带来严重的经济损失。在我国自从 1949 年开始记载以来, 已经相继在广东、北京、河北、天津、新疆、山西等地爆发, 造成了严重的经济损失。烟粉虱寄主植物范围十分广泛, 据初步统计, 烟粉虱目前寄主多达 600 余种 (罗晨等, 2000; 周福才等, 2011), 但在每种寄主上发生的危害都不尽相同, 这与烟粉虱对寄主的选择性有关 (Luo *et al.*, 2002; 曹凤勤等, 2008; 吴秋芳 2006; 梁兴慧和雷仲仁, 2010), 找出最佳适宜寄主植物可以用于植物诱捕烟粉虱, 也为分析其成分、研发烟粉虱的引诱剂奠定基础; 找出最不嗜好寄主, 用于烟粉虱的趋避防治, 也为分析其成分、研发驱避剂提供理论依据。

目前一些学者认为, 烟粉虱的寄主广泛与其较强的适应性有关。烟粉虱属于热带亚热带昆虫, 正常气候条件下, 在我国北方只有在双膜覆盖的大棚或日光温室等设施条件下才能越冬 (董国堃等, 2005), 这就必定存在着越冬寄主和露地寄主之间的相互转移, 在露地寄主中也会因不同原因在不同作物中相互转移, 寄主的适应性直接影响烟粉虱在新寄主上定植和种群的爆发 (王勇, 2007)。本实验依照烟粉虱寄主选择性测试结果, 依次拔除烟粉虱最佳寄主, 以测试在最佳寄主消失后对环境的适应性, 明确其适应规律; 也可以

筛选出烟粉虱成虫最不喜取食与产卵的植物种类, 用于烟粉虱发生严重地区冬季设施种植, 为综合防治烟粉虱提供有效途径和措施。本实验完全模拟田间种植模式, 所以其实验结果相较于之前所报道的实验室测试结果, 对田间种植更具有指导意义。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

本实验所用虫源采自陕西省科学院现代农业示范基地温室番茄饲养的种群。

1.2 供试寄主植物

本实验室内所用的蔬菜植物均采自温室内分格种植的蔬菜植物。依次为茄子-紫罐茄、黄瓜-津春 4 号、番茄-布鲁尼 2188、辣椒-辛香一号、棉花-中棉 12、苘麻-野生菜、西葫芦-C036、油菜-秦油三号、小青菜-五月慢、菜花-白如意、莲花白-小黑京早、红萝卜-七寸红、苦瓜-大白苦瓜。

1.3 实验室测试实验

选择性行为测试装置仿梁兴慧自制 (梁兴慧, 2010): Y 型管由透明玻璃管制成, 两臂及基部长 10 cm, 内径 0.8 cm, 两臂夹角 60°。从左至右依次为 Y 型玻璃管; 气体流量计 (常州市勤丰流量仪表公司); 样品装载器 (干燥塔 500 mL); 蒸馏水 (气体洗瓶 250 mL); 活性炭 (干燥塔 250 mL); 大气采样仪 (QS-IS, 北京市劳动保护科学研究所)。装置间用医用长硅胶管连接。嗅觉仪置于操作台 (90 cm³ × 90 cm³ × 90 cm³) 中, 正上方提供日光灯源 (每盏 40 W) 照射。测试间温

度保持在 $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

在实验时,调节两边的气流一致。烟粉虱成虫引入前 10 min 把剪切下的寄主植物放置于 Y 型管一侧样品装载器中,另一侧样品装载器以空气为空白对照,用大气采样仪以 70 mL/s 释放其挥发物。采集烟粉虱成虫并饥饿 4 h 后备用。将 1 头成虫从 Y 型管端口引入后计时,当成虫越过某臂 1/3 处停留 5 s 以上认为做出了选择。如 3 min 未做出选择,记录为 0 (不计数)。每处理 25 头成虫,每组 5 头,每组完成后,调换新的 Y 管,仪器转动 180° ,以免位置效应。重复 3 次。实验结束后用丙酮冲洗气味瓶。

1.4 田间测试实验

田间寄主的适应性调查采用 5 点采样法。每点选 3 株植物,每株选上中下叶片各 2 张,统计每张上的卵、若虫和蛹的数量;如果难分上中下的

植物,则选嫩叶和中老叶各 3 张,进行统计。每次调查结束,按实验室测试结果拔除最适植物,5 d 后继续下一次调查,直至所有植物拔完为止。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱对十三种寄主植物的选择性测试结果

所得数据均采用 SAS 数据分析软件。不同的处理和对照间的差异显著性采用 t-检验分析其方差,所得结果如图 1。所测试的十三种植物中,辣椒、西红柿、黄瓜、茄子对烟粉虱成虫的引诱力最强 ($P < 0.001$); 其次是棉花和苘麻 ($P < 0.01$); 西葫芦也对烟粉虱具有一定引诱力,引诱作用明显高于空白对照 ($P < 0.05$)。而苦瓜对烟粉虱有明显的趋避作用 ($P < 0.001$)。

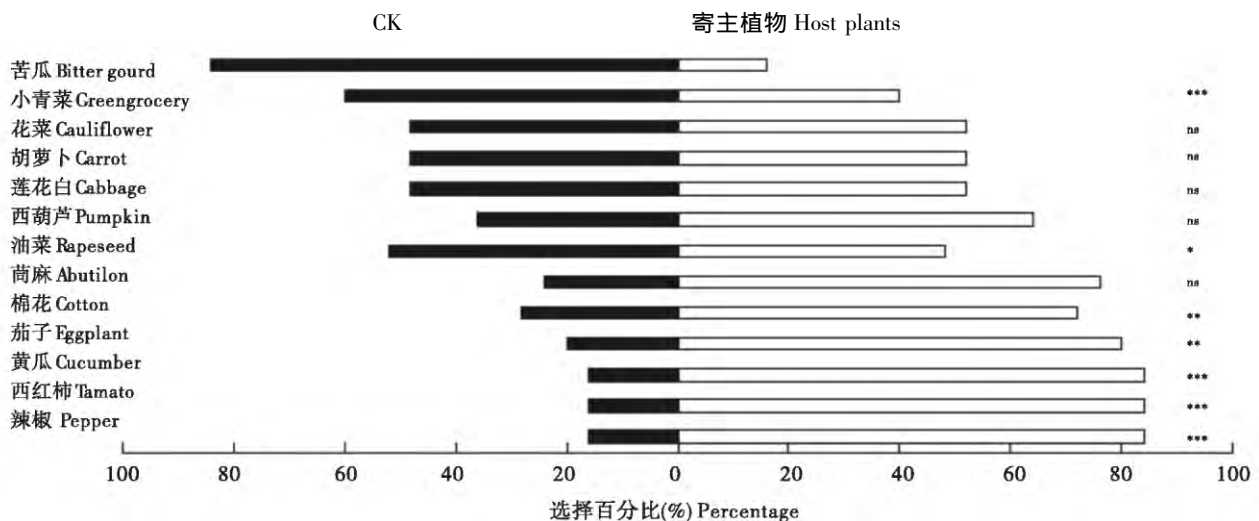


图 1 烟粉虱对十三种寄主植物的选择性测试结果

Fig. 1 Effect of different plants to *Bemisia tabaci*

注: *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; ns, 不显著 No significance.

2.2 田间测试结果

适应性实验的田间调查结果见表 1、表 2。由表 1 看出,田间第一次调查的结果与实验室选择性测试结果一致,随着最佳寄主的拔除,与其引诱力相近的一种或几种寄主上的成虫数量略有增加,例如,拔除番茄后,黄瓜、辣椒上的成虫数量明显增加,而其它植物上却没有大的变化;而黄瓜、辣椒拔除后,棉花和苘麻生的烟粉虱成虫数量都显著增加。调查结果表明苦瓜上的烟粉虱成虫数量虽然有所增加,但增加量很少。到后期

其他 12 种植物全部拔除后,苦瓜上的成虫数量也并没有增加。

从表 2 看出,随着寄主植物,如茄子、番茄、黄瓜、辣椒、棉花的拔除后,对成虫相对引诱力较强的植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量均有所增加,但西葫芦拔除之后其余植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量没有明显变化。小青菜拔除后,其余植株上烟粉虱卵,若虫和蛹的数量又有所增加。

表 1 不同寄主植物上烟粉虱成虫的田间调查结果
Table 1 The adult of *Bemisia tabaci* on different host plants in the fields

拔除 次序 Order	植物 Host plants	成虫数量(平均值 ± 标准误差) Number of adults(Mean ± SE)				
1	茄子 Eggplant	155 ± 6.90				
2	番茄 Tomato	72.20 ± 2.94	89 ± 2.07			
3	黄瓜 Cucumber	112.20 ± 6.31	143.20 ± 2.90	168 ± 6.30		
4	辣椒 Pepper	30 ± 3.90	61.80 ± 2.99	176 ± 7.56	221 ± 7.53	
5	棉花 Cotton	63.80 ± 0.73	79.40 ± 3.75	79.20 ± 4.10	83.6 ± 3.10	119.6 ± 3.10
6	苘麻 Abution	46 ± 2.04	90 ± 8.88	98.20 ± 3.61	99.20 ± 10.83	139.20 ± 11.24
7	西葫芦 Pumpkin	28.10 ± 1.81	66.20 ± 5.70	66.20 ± 2.30	61.6 ± 8.63	65.20 ± 3.35
8	油菜 Rapeseed	29.20 ± 11.24	28.10 ± 1.81	66.20 ± 5.70	76.30 ± 6.30	71.60 ± 4.63
9	花菜 Cauliflower	4.10 ± 1.81	11.20 ± 2.70	21.30 ± 2.30	19.60 ± 3.63	25.20 ± 3.35
10	小青菜 Greengrocery	4.10 ± 1.81	4.20 ± 2.60	5.30 ± 2.30	6.60 ± 3.63	8.20 ± 1.35
11	莲花白 Cabbage	4.60 ± 0.27	4.20 ± 0.24	5.10 ± 1.80	4.10 ± 1.81	6.20 ± 2.30
12	胡萝卜 Carrot	4.60 ± 0.27	4.20 ± 0.24	4.10 ± 0.80	4.10 ± 0.80	5.20 ± 2.24
13	苦瓜 Bitter ground	0.40 ± 0.24	0.40 ± 0.24	0.20 ± 0.20	0.40 ± 0.24	0.40 ± 0.24

表 2 不同寄主植物上烟粉虱卵、若虫和蛹的田间调查结果
Table 2 The egg, larva and pupa of *Bemisia tabaci* on different host plants in the fields

拔除 次序 Order	植物 Host plants	卵、若虫和蛹的数量(平均值±标准误) Number of egg, larva and pupa (Mean ± SE)												
1	茄子 Eggplant	586.8 ± 32.19												
2	番茄 Tomato	429.6 ± 29.1	489.6 ± 19.1											
3	黄瓜 Cucumber	241.9 ± 11.30	261.9 ± 11.60	283.9 ± 17.5										
4	辣椒 Pepper	16.4 ± 3.93	48 ± 4.39	61.4 ± 2.50	72.4 ± 2.53									
5	棉花 Cotton	370.2 ± 47.50	386.6 ± 40.10	460 ± 69.53	510.78 ± 26.12	523. ± 21.23								
6	苘麻 Abution	12.8 ± 0.66	24.8 ± 3.71	26.4 ± 3.20	32.6 ± 3.06	43.8 ± 2.30	52.8 ± 2.30							
7	西葫芦 Pumpkin	145 ± 12.28	150 ± 10.50	165 ± 11.30	167 ± 8.70	188 ± 7.45	198 ± 12.02	210 ± 13.06						
8	油菜 Rapeseed	39.2 ± 11.24	28.1 ± 1.81	62.2 ± 4.70	66.2 ± 2.30	81.6 ± 8.73	85.2 ± 8.30	88.6 ± 6.70	87.6 ± 8.30					
9	花菜 Cauliflower	0.2 ± 0.20	1.2 ± 0.2	2.2 ± 0.58	2.2 ± 0.60	4.4 ± 0.93	3.4 ± 0.53	8.2 ± 0.2	9.4 ± 0.58	9.8 ± 0.23				
10	小青菜 Greengrocery	0.2 ± 0.3	1.2 ± 0.4	2.2 ± 0.58	2.4 ± 0.40	4.4 ± 0.53	3.5 ± 0.53	6.2 ± 0.21	8.4 ± 0.58	9 ± 0.2	16 ± 0.2			
11	莲花白 Cabbage	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.24	0.8 ± 0.2	2.4 ± 0.58	3.2 ± 0.3	2.4 ± 0.40	2.2 ± 0.84	6.4 ± 0.93	11 ± 0.84	16.8 ± 0.53	21.8 ± 0.53		
12	胡萝卜 Carrot	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.24	0.4 ± 0.24	0.4 ± 0.58	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.40	0.2 ± 0.3	2.4 ± 0.2	0.4 ± 0.84	0.8 ± 0.53	2.4 ± 0.84		
13	苦瓜 Bitter gourd	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	1.2 ± 0.58	0.2 ± 0.2	1.2 ± 0.58	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.84	0.2 ± 0.21	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.84	0.4 ± 0.84

3 结论与讨论

由图 1 和表 1、表 2 可以得出, Y 型嗅觉仪测试的烟粉虱对这 13 种寄主植物的选择性的测试结果与大田初步调查结果一致(表 1), 由此表明, 如果在田间同时存在着 13 种植物时, 烟粉虱趋于取食较为喜好的植物。

适应性实验的田间调查结果见由表 1 看出, 当最佳寄主拔除后与其引诱力相近的一种或几种寄主上的成虫数量略有增加, 例如, 拔除番茄后, 黄瓜、辣椒上的成虫数量明显增加, 而其它植物上却没有大的变化, 这说明当番茄移除后烟粉虱对黄瓜、辣椒的偏好最强; 而黄瓜、辣椒拔除后, 棉花和苘麻上的烟粉虱成虫数量都显著增加, 这说明烟粉虱成虫对棉花和苘麻的偏好性相近。成虫增加的数量可能一部分来自于分布于之前拔除的植株, 另外一部分来自于新羽化的成虫。随着最佳寄主的拔除, 烟粉虱成虫会重新分布, 但趋向分布于引诱力相对较强的寄主植物。调查结果表明苦瓜上的烟粉虱成虫数量虽然有所增加, 但增加量很少。到后期其他 12 种植物全部拔除后, 苦瓜上的成虫数量也并没有增加, 由此可以推测, 苦瓜上的成虫属于偶然分布其上, 烟粉虱成虫并不取食苦瓜, 苦瓜对烟粉虱有趋避作用。

从表 2 看出, 随着寄主植物, 如茄子、番茄、黄瓜、辣椒、棉花的拔除后, 对成虫相对引诱力较强的植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量均有所增加。结合表 1 可得出, 在最佳寄主拔除后, 烟粉虱取食和产卵都趋向于与其引诱力相近的寄主植物, 引诱力相近植物上的成虫和若虫, 卵和蛹的数量都有所增加。依据 Pedro 等(2010)的研究结果, 所增加成虫和若虫、卵和蛹的数量, 除了一部分为被移除植物上的烟粉虱重新分布外, 还可能是解除了被移除的植物的气味掩盖后, 引诱力相近植物上的气味吸引烟粉虱, 其它植株上的烟粉虱也重新分布过来。但西葫芦拔除之后其余植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量没有明显变化。小青菜拔除后, 其余植株上烟粉虱卵、若虫和蛹的数量又有所增加。周福才研究(2011)表明, 当烟粉虱从嗜好性强的植物转移到嗜好性弱的植物时, F_1 代产卵量和寄主适应性会明显降低, F_2 代和 F_3 代后则明显区别, 结合表 2 可以推测, 当烟粉虱从嗜好性强的植物转移到嗜好性弱的植物时,

产卵适应会滞后于取食适应, 所以卵、若虫、蛹的数量没有变化, 这可能与拔除间隔时间短, 烟粉虱还没适应新的寄主植物使其产卵量锐减有关。Khan 等(2010) 研究结果表明, 寄主植物品质并不影响在烟粉虱产卵到羽化整个过程, 茄子粗的毛状体相较于其它植物更适合产卵, 所以在寄主植物品质对烟粉虱的影响产卵阶段明显高于其它植物, 这一研究结果正好解释了产卵适应为何滞后于取食效应; 小青菜拔除后, 其余植株上烟粉虱卵、若虫、蛹的数量又有所增加, 这是因为除苦瓜外, 苘麻之后拔除的植物对烟粉虱的引诱力相似, 且经过一段时间, 产生了产卵适应性。在整个实验过程中, 胡萝卜和苦瓜上烟粉虱的产卵量都没什么变化, 这可能是这些寄主植物本身就含有某些物质, 不适宜烟粉虱产卵。

目前对寄主植物的选择性和适应性实验多局限于实验室内, 对于棚室这种变化环境下的实验研究非常少, 本实验完全模拟田间种植模式, 其实验结果对生产实践根据有指导意义。

植物挥发物是许多昆虫取食和定位寄主植物的重要因素, 在昆虫取食定位过程中, 昆虫触角上的嗅觉感受器先接受到植物挥发物, 之后通过神经将这些气味信号传输给昆虫脑, 使昆虫在进行分析综合, 做出相应的反应(那杰等, 2008)。通过室内常用嗅觉仪和风洞试验发现, 不管是飞行的还是爬行的植食性昆虫, 单食性和寡食性的种类都被寄主植物的气味吸引, 部分的多食性种类也被寄主植物的气味所吸引(Akers *et al.*, 1989)。本实验中 Y 形管测试也证明了植物的挥发物也是影响其对烟粉虱引诱力的一个重要因素, 但目前植物挥发物对烟粉虱的防治研究主要还停留在找出不喜欢的植物进行趋避防治(杨仲侠, 2004), 但从引诱力强的植物中提取植物挥发物作为引诱剂对害虫进行防治早已证实可行, 例如 Howlett 等(1914) 将苯甲醛、水杨醛、肉桂醛添加到水盘诱集到大量的蓟马; Wogin 等(2010) 将一些化合物组合, 发现比单独使用某一种化合物时对西花蓟马的引诱效果更好, 但对针对烟粉虱的植物源引诱剂的研究和报道却很少, 如果能分析最喜好植物的挥发物成分, 从而寻找出针对烟粉虱的引诱剂; 分析最不喜好植物的挥发物成分, 从而寻找出针对烟粉虱的驱避剂, 这将为开发烟粉虱新型生态防治方法奠定一定的基础。

本研究还表明, 当烟粉虱由引诱力较强植物

向引诱力较弱植物转移时,产卵适应滞后于取食适应。烟粉虱防治中一个很大难题就是一般诱杀的是成虫,对于卵和叶片上的若虫、蛹却很难防治,如果在越冬过程中,越冬场所主要种植不适宜产卵的植物,再利用好这个取食适应和产卵适应的滞后时间,短期内把烟粉虱成虫诱杀,就会明显的提高烟粉虱防治效果。

参考文献 (References)

- Akers RP, Word DL. Olfactory orientation response by warking female ips paraconfusus bark beetles: Chemotaxis assay [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1989, 15: 3-24.
- Butler GDJ, Coudriet DL, Henneberry TJ. Sweet potato whitefly: Host plant preference and repellent effect of plant-derived oils on cotton, squash, lettuce and cantaloupe [J]. *Southwestern Entomologist*, 1989, 14 (1): 9-16.
- Cao FQ, Liu WX, Fan ZN, et al. Behavioural responses of *Bemisia tabaci* B-biotype to three host plants and their volatile [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2008, 51 (8): 830-838. [曹凤勤, 刘万学, 范中南, 等. B型烟粉虱对三种寄主植物及挥发物的行为反应 [J]. 昆虫学报, 2008, 51 (8): 830-838]
- Cock MJW. *Bemisia tabaci* - A literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliography. In: Greathaed AH. Host Plants [M]. As cotuk: AFO/CAB, 1986: 17-25
- Costa HS, Brown JK. Variation in biological characteristics and esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci*, and the association of one population with silverleaf symptom induction [J]. *Ent. Exper.*, 1991, 61 (3): 211-219.
- Dong GK, Lin LW, YE JR, et al. Invasive biological whiteflies occurrence regularity and control technology [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2005, 1: 54-56. [董国堃, 凌林伟, 叶建人, 等. 外来入侵生物烟粉虱的发生规律和防治技术 [J]. 浙江农业科学, 2005, 1: 54-56]
- Howlett FM. A trap for thrips [J]. *Journal of Economic Biology*, 1914, 9: 21-23.
- Gerling D, Mayer RT, et al. *Bemisia*: Taxonomy, Biology, Damage and Management [M]. Andover: Intercept Ltd, 1996.
- Liang XH. Flight Activity and Behavioral Responses of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) to Host Volatile Compounds [D]. The Chinese Academy of Agricultural Sciences Master's Thesis, 2010. [梁兴慧. 两种蓟马的日活动规律及其对植物挥发物的趋性研究 [D]. 中国农业科学院硕士毕业论文, 2010]
- Luo C, Zhang ZL. *Bemisia tabaci* research overview [J]. *Beijing Agricultural Science*, 2000, 18 (suppl.): 4-13. [罗晨, 张芝利. 烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 研究概述 [J]. 北京农业科学, 2000, 18 (增刊): 4-13]
- Luo C, Yao Y, Wang RJ, et al. The use of mitochondrial cytochrome oxidase (mt COI) gene sequences for the identification of bio types of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in China [J]. *Acta Ent.*, 2002, 45 (6): 759-763.
- Liang XH, Lei ZR. Effect of semiochemicals on western flower thrips behavior and application in pest management [J]. *China Vegetables*, 2010, 22: 11-15. [梁兴慧, 雷仲仁. 信息化合物对西花蓟马的行为调控及其应用 [J]. 中国蔬菜, 2010, 22: 11-15]
- Na J, Yu WX, Li YP. The types of insects antenna sensor and the physiological ecology significance [J]. *Journal of Shenyang Normal University (Natural Science)*, 2008, 26 (2): 213-216. [那杰, 于维熙, 李玉萍. 昆虫触角感器的种类及其生理生态学意义 [J]. 沈阳师范大学学报 (自然科学版), 2008, 26 (2): 213-216]
- Pedro HB, Togni RA, Laumann MA, et al. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* Biotype [J]. *The Netherlands Entomological*, 2010, 136: 164-173.
- Pering TM, Naranjo SE, Ellsworth PC. The *Bemisia tabaci* species complex [J]. *Crop Protection*, 2001, 20 (9): 725-737.
- Rahim KM, Ghani LA, Khan MR, et al. Host plant selection and oviposition behaviour of whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in a mono and simulated polyculture crop habitat [J]. *African Journal of Biotechnology*, 2010, 10 (8): 1467-1472.
- Wogin MJ, Butler R, Teulon DAJ, et al. Field response of onion thrips and new zealand flower thrips to single and binary of thrips lures [J]. *The Canadian Entomologist*, 2010, 142 (1): 75-79.
- Wu QF, Hua L. The research progress of whiteflies [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2006, 6 (5): 19-23. [吴秋芳, 花蕾. 烟粉虱研究进展 [J]. 河南农业科学, 2006, 6 (5): 19-23]
- Wang Y, Zhou FC, Zhou ZH, et al. The diffusion research of Whiteflies in wintering area land [J]. *Journal of Yangzhou Polytechnic College*, 2007, 28 (1): 83-87. [王勇, 周福才, 周泽华, 等. 烟粉虱在非陆地越冬区的田间扩散研究 [J]. 扬州大学学报, 2007, 28 (1): 83-87]
- Yang ZX, Ma CS, Wang XQ. Preference of *Bemisia tabaci* to four vegetable hosts [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2004, 47 (5): 612-617. [杨仲侠, 马春森, 王小奇. 烟粉虱对四种蔬菜寄主的选择性 [J]. 昆虫学报, 2004, 47 (5): 612-617]
- Zhang YJ, Liang GM, Ni YX, et al. Selection of the adult of *Bemisia tabaci* species to different host plant [J]. *Plant Protection*, 2003, 29 (2): 20-22. [张永军, 梁革梅, 倪云霞, 等. 烟粉虱成虫对不同寄主的选择性 [J]. 植物保护, 2003, 29 (2): 20-22]
- Zhou FC, Li CM, Gun AX, et al. Adaptability of *Bemisia tabaci* to host shift [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31 (21): 6501-6512. [周福才, 李传明, 顾爱详, 等. 烟粉虱对寄主转化的适应性寄主选择 [J]. 生态学报, 2011, 31 (21): 6501-6512]