

烟粉虱 (*Bemisia tabaci*) 的寄主选择性

周福才¹, 黄 振², 王 勇¹, 李传明¹, 祝树德¹

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225009; 2. 华南农业大学资源与环境学院, 广州 510642)

摘要:通过田间系统调查、实验室嗅觉测定、笼内和培养皿内自由扩散观察,对烟粉虱的寄主选择性进行了研究。结果表明,在田间,烟粉虱对不同的寄主植物存在明显的寄主选择性,其中对茄子、花椰菜、黄瓜等植物具有较强的嗜性,而对蕹菜、芹菜、苋菜等植物的嗜性较差;烟粉虱对同一植物的不同品种也有明显的选择性。烟粉虱对寄主植物颜色有明显的选择性,选择结果与烟粉虱对这些寄主的嗜性趋势基本一致。烟粉虱对单株寄主植物的嗅觉反应不敏感,但对植物叶片的乙醇抽提物有明显的嗅觉反应,并表现出较强的寄主选择性。在养虫笼内,烟粉虱从虫源皿向寄主植物自由扩散的过程中,在不同寄主植物和同一植物的不同品种上着落的成虫数量不同,并且在一定的时间范围内,着落在寄主叶片上的虫量还会不断的变化。

关键词: 烟粉虱; 寄主选择性; 嗅觉; 视觉; 味觉; 触觉

文章编号: 1000-0933(2008)08-3825-07 中图分类号: Q969 文献标识码: A

Host plant selection of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)

ZHOU Fu-Cai¹, HUANG Zhen², WANG Yong¹, LI Chuan-Ming¹, ZHU Shu-De¹

1 School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, 225009, China

2 Resources and Environment College of South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 3825 ~ 3831.

Abstract: Through a systematic field survey, olfaction testing, and free diffusion observations in both of cages and petri dishes, the behavior and partial mechanisms of host selection of *Bemisia tabaci* Gennadius were investigated on different host plants. Our results showed that the whitefly was obviously characteristic in host selection. To different host species, the whitefly showed intensive preference for eggplant, cauliflower and cucumber, but non-preference for water spinach, celery and amaranth. The host selection was also observed among different cultivars. Moreover, we found that plant color was a factor determining host selection for *B. tabaci*. Although whiteflies did not make response to a single host plant placed to their vicinity, they could be attracted by ethanol extracts of host leaves, suggesting some chemicals in host leaves might also contribute the host selection. When the diffusion of *B. tabaci* from the source to host plants was observed in cages, we found that the numbers of *B. tabaci* landing on the surface of host leaves were greatly different among hosts and among cultivars during the period of free diffusion, and the population of *B. tabaci* on host leaves continuously changed within certain time range after this period.

Key Words: *Bemisia tabaci*; host selection; olfaction; vision; sapor; touch

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目(BK2006067); 江苏省教育厅自然科学基金资助项目(07KJB210134)

收稿日期: 2007-05-13; 修订日期: 2008-03-25

作者简介: 周福才(1964~), 男, 江苏人, 博士, 副研究员, 主要从事昆虫生态和农业害虫综合治理研究. E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by Natural Science Foundation of Jiangsu Province (No. BK2006067) and Natural Science Foundation of Education Department of Jiangsu Province (No. 07KJB210134)

Received date: 2007-05-13; **Accepted date:** 2008-03-25

Biography: ZHOU Fu-Cai, Ph. D., mainly engaged in insect pest management and insect ecology. E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

昆虫对寄主植物选择的基本要求是满足其对特定的营养和生境的需求。在自然状态下,植食性昆虫对远距离寄主植物的定向反应是昆虫相关感觉器官对一定信号刺激所形成的生理反应,这些感觉器官包括视觉器官、嗅觉器官、味觉器官和触觉器官等。对大部分植食性昆虫来说,视觉是搜寻寄主植物过程中最重要的感觉方式之一^[1]。昆虫对寄主植物的视觉刺激包括颜色、大小、形状等,如绿色、黄色、白色等可见光对一些昆虫的起飞和定向具有明显的刺激和诱导作用^[2];在林间飞行的实蝇对涂成绿色、黄色或橙色的平板和约为苹果大小的深色球体有趋性^[3]。味觉和触觉也是昆虫寄主选择的重要感觉方式。研究发现,美洲斑潜蝇在非嗜好寄主植物上的取食孔数量明显比嗜好寄主上多;开始时非嗜好的黄色巴豆 *Croton* 叶上比嗜好的绿色菜豆 *Phaseolus* 叶可诱集更多的温室白粉虱飞行个体在其上停留,但 15min 后巴豆上仅剩下原来的 9%,而在菜豆叶上仍保留着 63%。许多昆虫对寄主的选择是多种机制共同作用的结果,一些昆虫对颜色的视觉反应虽然不能用来识别适宜的食料植物,但有可能在刺吸或咬食时对化学刺激产生增效作用^[3]。

近二十多年来,国内外学者在烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) 的寄主选择性方面已做了一些研究^[4~8]。在利用异源次生代谢物质进行烟粉虱的寄主选择干扰方面,杨秀芬等试验发现,芒萁、尾叶桉、马兜铃和香茅等植物的乙醇提取物对烟粉虱产卵有一定的驱避作用^[6]。用棉籽、大豆、向日葵、玉米或花生油喷施莴苣、棉花、西葫芦、胡萝卜、番茄等寄主植物,可降低成虫和未成熟虫态种群的数量^[4]。用莴苣汁液喷施在花椰菜和黄瓜上,也可以显著减少这些蔬菜上的烟粉虱成虫和落卵量^[8]。岳梅等通过对刺吸电波 (EPG) 记录的 B 型烟粉虱在甘蓝、西葫芦和辣椒上的刺吸取食波形的分析,研究烟粉虱到达寄主植物后的刺吸行为及寄主选择^[9]。但关于烟粉虱对寄主植物的选择机制目前研究较少。本研究应用嗅觉仪测定、室内自由扩散观察等方式,研究烟粉虱在寄主选择过程中的视觉、嗅觉、味觉等作用,在此基础上阐述烟粉虱的寄主选择机制,以期利用烟粉虱的寄主选择性,控制或减轻烟粉虱危害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源

室内实验用 B 型烟粉虱,采自扬州大学园艺与植物保护学院玻璃温室内栽培的苘麻 *Abutilon theophrasti* Medi 上,在室内养虫室内用西红柿饲养 5 代以上后供试。供试前饥饿 3h 左右。

1.1.2 试验设备

四臂嗅觉仪,仿丁红建^[10]自制。观察室用有机玻璃制成,样品室根据试验要求分两种,一种用 500ml 锥形瓶改制的小型样品,可以放入植物叶片、滤纸等小型样品;另一种用 5000 ml 标本瓶改制的大样品室,可以放入小型盆栽植物。

1.2 方法

1.2.1 烟粉虱大田的寄主选择性

烟粉虱对大田寄主的选择性采用寄主适合性分析方法^[11];田间系统调查参照周福才等^[12]方法。在系统调查的基础上,结合调查不同寄主植物上查到烟粉虱的频次率(%)、烟粉虱若虫和卵量,测定烟粉虱对不同寄主植物的选择性指数(I)及对整个烟粉虱种群的适合性指数(P)。

I 和 P 分别用下列公式计算:

$$I = N/M, \quad P = I \times (E + L)$$

式中, M 为某寄主植物上调查的总次数, N 为在某寄主植物上查到烟粉虱的次数, E 表示某寄主抽样查得的最高卵量, L 表示某寄主抽样查得的最高若虫量。虫量以单位面积虫量(每平方米虫量)计,以消除由于不同寄主植物叶片大小不同而引起的落卵量和若虫量的误差。

1.2.2 叶片内含物的抽提

叶片内含物的抽提采用索氏提取法。选大田开花结铃期棉花上部花后 10d 左右的内围叶片若干,洗净,晾干,放入 40~50℃ 烘箱中恒温干燥,粉碎后过 40~80 目筛。取 50g 粉末包好,放入提取器中,然后加入植物

粉末量 5 倍的 95% 乙醇,抽提 24h 后取出,抽滤,旋转浓缩至 1g 干物质 1ml(1 DW·ml⁻¹),装在棕色磨口玻璃瓶中待用。

1.2.3 烟粉虱对寄主植物挥发物的嗅觉反应

采用四臂嗅觉仪测定。供试样品为盆栽棉花和棉花叶片的乙醇提取物两种,棉花品种为国抗 22 和泗棉 3 号。

盆栽棉花样品处理:在 2 个大样品室中分别放入盆栽的国抗 22 和泗棉 3 号棉花各 1 盆,另外两个大样品室分别放入不含棉花的花盆为对照,测定烟粉虱对两个品种棉花的嗅觉反应。样品和对照相间放置。

叶片的乙醇提取物样品处理:分别取国抗 22 和泗棉 3 号棉花叶片的乙醇抽提液 10μl 滴加于滤纸上,自然干燥后置于小样品室内作诱源,另取 10μl 95% 的乙醇滴加于滤纸上,自然干燥后置于另一样品室中作对照,测定烟粉虱对两个品种棉花叶片乙醇抽提物的反应。样品和对照相间放置。

四臂嗅觉仪臂端气体流量设定为 300 ml/min,试验温度 28℃ 左右,相对湿度 80% 左右,在嗅觉仪观察室的上方 1 m 左右处放置 1 盏 40W 日光灯,以保证观察室内光照均匀。试验时在样品室内放入需测定的样品,观察室内接入单头烟粉虱成虫,观察烟粉虱对不同诱源的反应。每头试虫观察不超过 15min,在规定时间内烟粉虱越过分界线即认定该虫对该试样有选择性,反之,则为对该试样没有反应。每头烟粉虱只受试一次,每一处理测试 20 头烟粉虱,试验前用空气冲洗嗅觉仪 10~20min 左右。试验重复 3 次。

试验分别用反应率、诱集率、选择系数等指标评价烟粉虱对挥发性物质的嗅觉反应程度。

$$\begin{aligned}\text{反应率} &= \frac{\sum \text{各诱集瓶中诱集虫数}}{\text{试验总虫数}} \times 100\% \\ \text{诱集率} &= \frac{\text{处理或对照诱集瓶中诱集虫数}}{\text{试验总虫数}} \times 100\% \\ \text{选择系数} &= \frac{\text{处理诱集瓶中虫数} - \text{对照诱集瓶中虫数}}{\text{试验总虫数}} \times 100\%\end{aligned}$$

1.2.4 烟粉虱对寄主植物的颜色反应

采用叶碟法。在直径 150mm 的培养皿中放入一张湿滤纸,将西红柿、黄瓜、棉花、茄子、丝瓜、毛豆、薹菜、辣椒等几种寄主植物的叶片切成边长为 1 cm 的正方形,随机放置在滤纸四周,用透明度较好的保鲜膜将放有寄主植物的湿滤纸上下覆盖严密,以确保叶片中挥发性物质不挥发到培养皿中,使寄主之间只存在颜色的差异。将带有叶片的滤纸放入培养皿中,在培养皿中间引入烟粉虱成虫 20 头,盖上培养皿上盖,30min 后观察不同寄主叶片上烟粉虱成虫数量。试验重复 4 次。

1.2.5 烟粉虱对笼内寄主植物的选择

取盆栽棉花、西葫芦、西红柿、薹菜、黄瓜等几种寄主植物,保留中上部完全展开叶 4 张,多余叶片除去。将寄主植物置于 100cm×60cm×60cm 的养虫笼内,寄主植物随机排列。用吸虫管吸取烟粉虱成虫 120 头左右,置于 5 个敞口器皿内,器皿均匀悬挂在养虫笼内上方,使烟粉虱能自由迁飞,分别于 1、2、24 h 后检查寄主植物叶片上烟粉虱的成虫数量。表 4 试验重复 3 次,表 5 试验重复 5 次。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱对大田寄主植物的选择性

2002~2004 年对江苏省烟粉虱的系统普查发现,烟粉虱在不同的寄主植物上的种群密度差异较大,为害程度不同,如在中等发生条件下,黄瓜、西葫芦、菜豆、花菜、萝卜、结球甘蓝等蔬菜,一品红、非洲菊、扶桑等花卉,以及葎草等寄主植物上烟粉虱的种群密度相对较高,为害较重,而在韭菜、芹菜等寄主植物上的种群密度相对较低,为害较轻。根据烟粉虱发生为害的系统调查资料,应用寄主选择性指数 I 对烟粉虱的部分栽培寄主进行适合性测定与分析(表 1)。

寄主选择性指数显示,烟粉虱对大田寄主植物存在明显的选择性,在种群密度中等的环境中,烟粉虱对黄瓜、茄子、花椰菜等寄主植物具有较强的选择性,而对毛豆、薹菜、芹菜、辣椒、苋菜等寄主的选择性相对较差。

表 1 烟粉虱在几种栽培寄主上的自然分布

Table 1 Natural distribution of *B. tabaci* in several plants

寄主 Host	M	N	E + L	I	P	适合性 fitness
茄子 Egg plant	28	28	5.66	1.00	5.66	+++
花椰菜 Cauliflower	4	4	2.93	1.00	2.93	+++
黄瓜 Cucumber	28	28	1.32	1.00	1.32	+++
苞菜 Cabbage	4	4	0.29	1.00	0.29	++
菜豆 Bean	7	7	0.17	1.00	0.17	++
棉花 Cotton	21	16	0.09	0.76	0.07	++
豇豆 Cowpea	25	20	0.08	0.80	0.06	++
萝卜 Radish	9	8	0.06	0.89	0.05	++
大白菜 Chinese cabbage	12	11	0.05	0.92	0.05	++
小白菜 Cabbage	13	9	0.05	0.69	0.04	+
莴苣 Lettuce	9	6	0.04	0.67	0.03	+
毛豆 Green soybean	22	18	0.03	0.82	0.03	+
蕹菜 Water spinach	9	6	0.01	0.67	0.01	+
芹菜 Celery	6	1	0.02	0.17	0.00	+
辣椒 Capsicum	6	1	0.01	0.17	0.00	+
苋菜 Amaranth	9	2	0.01	0.22	0.00	+

M 为寄主植物上调查的总次数, N 为在寄主植物上查到烟粉虱的次数, E 表示寄主植物上抽样查得的最高卵量, L 表示寄主植物上抽样查得的最高若虫量。烟粉虱对不同寄主植物的选择性指数(I)及对整个烟粉虱种群的适合性指数(P), $I = N/M$, $P = I \times (E + L)$ 。+++ 嗜好寄主; ++ 适宜寄主; + 非嗜好寄主 M stands for the total times of investigations into the host; N is the total times of finding *B. tabaci* on the host; E stands for the maximal number of eggs found on the host; L stands for the maximal number of nymph found on the host; I means selecting index; P means fitness index; $I = N/M$, $P = I \times (E + L)$; +++ stands for preference host; ++ stands for suitable host; + stands for non-preference host

根据寄主适合性测定结果,调查区域烟粉虱的寄主植物可划分为 3 种类型:①嗜好寄主,即寄主植物具有吸引烟粉虱大量产卵的潜在能力,并且十分有利于若虫取食、存活和发育,可使烟粉虱种群密度达到较高的水平,适合性指数值 $P > 1$,如茄子、花椰菜、黄瓜等;②适宜寄主,即寄主植物具有吸引烟粉虱产卵的潜在能力,并且有利于若虫取食、存活和发育,可使烟粉虱种群密度达到中等水平,适合性指数值 $0.05 \leq P \leq 1$,如棉花、菜豆、苞菜、萝卜等;③非嗜好寄主,即寄主植物能够查到烟粉虱卵和若虫,但其种群密度较低,适合性指数值 $P < 0.05$,如毛豆、辣椒、蕹菜、芹菜、苋菜等。

2.2 烟粉虱对寄主植物挥发性物质的反应

在四臂嗅觉仪的样品室内分别放入盆栽的国抗 22 和泗棉 3 号棉花,测定烟粉虱对两个品种棉花的嗅觉反应。根据预备试验结果,嗅觉仪气体流量设置为 300ml/min。结果发现,烟粉虱的反应率仅为 4.17%,两个样品的诱集率分别为 1.67%。

在样品室内分别放入国抗 22 和泗棉 3 号棉花叶片的乙醇抽提物,测定烟粉虱对他们的嗅觉反应。结果发现,烟粉虱对样品的总反应率达到 47.24%,其中国抗 22 叶片抽提物对烟粉虱的诱集率达到 23.97%,明显高于对照和泗棉 3 号棉花叶片的抽提物(表 2)。

表 2 烟粉虱对棉花叶片乙醇抽提物的嗅觉反应

Table 2 The olfaction reaction of *B. tabaci* to the substance distilled from cotton leaves by ethanol

处理 Treatment	诱集率% Rate of inducement	选择系数% Coefficient of selection	反应率% Rate of reaction
国抗 22 Goukang No 22	23.97 ± 1.64a	27.39 ± 3.88a	47.24 ± 2.65
泗棉 3 号 Simian No 3	12.56 ± 1.66b	3.85 ± 2.63b	
CK	10.71 ± 0.76b	—	

数据为平均数 ± 标准误;表中数字后英文字母为 Duncan 多重比较的检验结果,同列中凡具有不同字母者,表示在 0.05 水平上差异显著
The figure in the same column followed by the different letter mean significant differential in Duncan' test ($p < 0.05$)

结果显示,烟粉虱对单株盆栽棉花国抗 22 和泗棉 3 号均没有明显的嗅觉反应,但对棉花叶片的乙醇抽提物有明显的嗅觉反应,并且存在明显的寄主选择性,其中对棉花叶片抽提物的反应率是单株盆栽棉花的 11.3 倍。结果表明,烟粉虱对寄主植物的挥发性物质存在一定的嗅觉反应,但对不同嗅源的嗅觉反应存在明显的差异,这种差异可能与诱源的性质和活性物质的浓度有关。

2.3 烟粉虱对寄主植物颜色的反应

不同的寄主植物,其叶片的颜色不同,甚至同一种植物的不同品种之间其叶片的颜色也存在差异。在培养皿中观察烟粉虱对寄主植物叶片的颜色反应发现,在不同的寄主植物叶片上,烟粉虱的成虫数量存在明显的差异,在供试的 8 种植物上,成虫数量分布依次为:西红柿 > 黄瓜 > 棉花 > 茄子 > 丝瓜 > 毛豆 > 蕹菜 > 辣椒(表 3),这一数量分布与烟粉虱对这些寄主植物的嗜性趋势基本一致,这表明,烟粉虱对寄主植物叶片的颜色存在明显的选择性。

表 3 不同颜色的寄主植物叶片上烟粉虱的成虫数

Table 3 The amount of *B. tabaci* adults on hosts in diffident color

寄主 Host	西红柿 Tomato	黄瓜 Cucumber	棉花 Cotton	茄子 Egg plant	丝瓜 Towel gourd	毛豆 Green soybean	蕹菜 Water spinach	辣椒 Capsicum
成虫数量 Amount	5.00 ± 0.408a	4.25 ± 0.479 ab	2.75 ± 0.25 abc	2.50 ± 0.645 bc	2.00 ± 0.707 bc	1.50 ± 0.289c	1.00 ± 0.577c	0.75 ± 0.479c

数据为平均数 ± 标准误。表中数字后英文字母为 Duncan 多重比较的检验结果,同行中凡具有不同字母者,表示在 0.05 水平上差异显著
The figure in a row followed by the different letter mean significant differential in Duncan's test ($p < 0.05$)

2.4 烟粉虱对笼内寄主植物的选择

烟粉虱从虫源地向外自由扩散到寄主植物叶片上,是对寄主叶片颜色、形状、化学挥发物等因素综合反应的结果。试验发现,烟粉虱从虫源皿中扩散出来后,在不同的寄主植物上成虫的着落量存在一定的差异,在 1h、2h、24h,扩散到棉花(品种:国抗 22)与西红柿、蕹菜和黄瓜上的烟粉虱成虫数量差异显著,而西红柿、蕹菜和黄瓜等 3 种寄主植物上的虫量随着扩散时间的变化而变化,如扩散 1h 时蕹菜上的成虫量较黄瓜多,但 2h 和 24h 后虫量明显少于黄瓜上的数量(表 4)。烟粉虱在扩散过程中表现出明显的寄主选择性。

表 4 不同寄主作物上烟粉虱的数量

Table 4 The amount of *B. tabaci* adult on difference hours

寄主 Host	不同扩散时间寄主叶片上的成虫数(头) The amount of adult on leaves in difference houses		
	1 h	2 h	24 h
棉花 Cotton	5.00 ± 1.00A a	6.33 ± 1.86A a	6.33 ± 1.86A a
西葫芦 Vegetable marrow	2.33 ± 0.88A ab	3.00 ± 1.16A ab	4.33 ± 1.20A ab
西红柿 Tomato	0.67 ± 0.33B b	1.67 ± 0.67AB ab	2.00 ± 0.58AB ab
蕹菜 Water spinach	1.00 ± 1.73A b	0.67 ± 0.67A b	0.67 ± 0.67A b
黄瓜 Cucumber	0.33 ± 0.33B b	1.00 ± 0.58B b	4.00 ± 0.58A ab

数据为平均数 ± 标准误;表中数字后英文字母为 Duncan 多重比较的检验结果,同行中具有不同大写字母者,或同列中凡具有不同小写字母者,表示在 0.05 水平上差异显著;下同 The figure in the same row followed by the different capital letter or in the same column followed by the different small letter mean significant differential in Duncan's test ($p < 0.05$); the same below

对表 4 进一步分析还发现,到达寄主植物叶片上的烟粉虱还会通过其他方式对寄主植物进行再选择。从虫源皿中自由扩散到寄主植物上的烟粉虱,随着时间的延长其数量的变化趋不同,如棉花、西葫芦、西红柿、黄瓜上的烟粉虱成虫数量在 2 h 后明显增加,其中,黄瓜和西红柿上扩散 24h 后的烟粉虱成虫数量分别是 1h 时的 3.0 倍和 12.1 倍,但扩散到蕹菜上的烟粉虱在 2 h 内成虫数量略有减少(表 4)。

在同一作物的不同品种上,烟粉虱成虫的着落量也存在差异。在供试的 6 个棉花品种中,扩散 1、2h 时后,泗棉 3 号上的烟粉虱成虫数量明显多于其他品种上的数量(表 5)。从虫源皿自由扩散到棉花上的烟粉虱

成虫数量的变化趋势因其品种不同而不同,如国抗 19、中棉所 41 和科棉 1 号上的成虫数量在 24h 内没有明显的变化,而 2 h 后,国抗 22 上的成虫数量明显增加;在泗棉 3 号上成虫数量则从 2 h 后开始则明显减少,一直延续到 24 h。

表 5 不同品种棉花上烟粉虱的数量

Table 5 The amount of *B. tabaci* adult on difference cotton species

寄主 Host	不同扩散时间寄主叶片上的成虫数 The amount of adult on leaves in difference houses		
	1 h	2 h	24 h
国抗 19 Guokang No 19	9.20 ± 0.80A b	6.40 ± 2.38A bc	3.60 ± 1.54A bc
国抗 22 Guokang No22	10.40 ± 1.50AB b	13.80 ± 1.36A a	13.80 ± 1.39A a
泗棉 3 号 Simian No 3	29.60 ± 2.29A a	19.40 ± 1.78B a	8.60 ± 1.54C ab
中棉所 41Zhongmiansuo No 41	4.80 ± 1.59A b	3.20 ± 1.32A c	2.00 ± 0.55A c
科棉 1 号 Kemian No 1	6.40 ± 1.94A b	6.20 ± 1.56A bc	3.20 ± 1.07A bc
SGKZ321	10.40 ± 1.57AB b	12.60 ± 1.030A ab	7.80 ± 1.24B b

3 结论与讨论

烟粉虱可以通过多种感觉器官对寄主植物进行选择。寄主植物的颜色是烟粉虱选择寄主的重要依据,特别是 550nm 的可见光(相当于植物的绿色/黄色)^[13]。烟粉虱会根据颜色选择着落和产卵地点^[14],在风洞中,飞行中的烟粉虱会很快着落在黄色光斑处^[15];在蔬菜、棉花田间利用黄板也可以诱集到大量的烟粉虱成虫。本研究中烟粉虱根据颜色的差异对寄主植物进行选择的结论与上述研究结果相一致。本研究还表明,在多种寄主共存的环境中,烟粉虱可以根据颜色的差异选择寄主,说明烟粉虱对绿色可见光还可以作更精细和更精准的选择。

烟粉虱能利用嗅觉对寄主的挥发性化学物质作出反应,从而对寄主植物作出选择。如在大田,烟粉虱成虫对一些寄主植物的汁液或次生代谢物有明显的嗅觉反应^[4,6,8];在 Y 型嗅觉仪上,烟粉虱对一品红、菜心、地瓜、蕃茄等寄主植物有较明显的嗅觉反应^[16];本研究中,烟粉虱在四臂嗅觉仪上对棉花叶片的乙醇提取物也存在明显的嗅觉反应。但本研究还发现,烟粉虱对盆栽的单株棉花国抗 22 和泗棉 3 号没有明显的嗅觉反应,这是由于寄主植物挥发物的浓度较低,不足以引起烟粉虱的嗅觉反应,还是由于两种嗅觉仪灵敏度的差异,还有待于进一步研究。

寄主植物叶片的物理性状,包括叶片表面的毛密度、长度、表皮角质化和硅质化程度,以及维管束的密度和分布位置等都是影响刺吸式口器害虫取食和产卵的重要因子^[3]。维管束的内容物还可以通过味觉影响刺吸式口器害虫的寄主选择性。张永军等研究发现,烟粉虱扩散到寄主植物后 24、48h 和 72h,其着落在不同寄主植物上的成虫数量会发生变化^[7]。本研究也发现,烟粉虱到达寄主植物后,在不同的寄主叶片上的虫量会随着时间的延长而发生变化,这一现象说明,到达寄主植物叶片上后,烟粉虱还会通过其他方式对寄主植物进行再选择,但这种选择方式是依据触觉还是味觉,或是两者共同作用的结果还有待进一步研究。

烟粉虱对寄主植物的选择是多种感觉器官共同作用的结果,是对寄主颜色、化学挥发物等因素综合反应的结果,这种反应最终体现为对不同寄主的嗜性差异。因此,在作物品种选择和耕作上可以考虑利用烟粉虱对寄主作物的这种嗜性差异,采用诱集或驱避的方法,以减轻烟粉虱对目标寄主的为害。

References:

- [1] Prokopy R J, Owens E D. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 1983, 28: 337—364.
- [2] Isaacs R, Willis M A, Byrne D N. Modulation of whitefly take-off and flight orientation by wind speed and visual cues. *Physiological Entomology*, 1999, 24: 311—318.
- [3] Qin J D. The relationship between insect and plant. Beijing: Science Press, 1987.
- [4] Butler G D Jr, Henneberry T J. Sweet potato whitefly migration, population increase and control on lettuce with cotton seed oil sprays. *Southwestern*

- Entomologist, 1989, 14(3) : 287—2931.
- [5] Costa H S, Brown J K, Byrne D N. Host plant selection by the whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Hom., Aleyrodidae) under greenhouse conditions. *Journal of Applied Entomology*, 1991, 112(2) : 146—152.
- [6] Yang X F, Liang G W. Study on the effects of semio-chemical of plant on the oviposition of tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.). In : Li D M ed. *Insect & environment*. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 2001, 32—37.
- [7] Zhang Y J, Liang G M, Ni Y X, et al. Selection of the adult of *Bemisia tabaci* (Gennadius) to different host plants. *Plant Protection*, 2003, 29(2) : 20—21.
- [8] Yang Z X, Ma C S, Wang X Q, et al. Preference of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) to four vegetable hosts. *Acta Entomologica Sinica*, 2004, 47(5) : 612—617.
- [9] Yue M, Luo C, Guo X J, et al. Probing and feeding behaviors of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype on three host plants. *Acta Entomologica Sinica*, 2006, 49(4) : 625—629.
- [10] Ding H J, Guo Y Y, Wu C H. The four-arms olfactory for olfaction behavioral research of insect: design, manufacture and application. *Entomological Knowledge*, 1996, 33(4) : 241—243.
- [11] Po L X, Zhang H W, Shun Y W. Studies of the host plant species and their fitness to cotton Bollworm. *Acta Phytopylacica Sinica*, 1997, 24(1) : 1—6.
- [12] Zhou F C, Ren S X, Du Y Z, et al. Spatial patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(7) : 1149—1356.
- [13] Coombe P E. Visual behaviour of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. *Physiol. Entomol*, 1982, 7: 243—251.
- [14] Coombe P E. Visual behaviour of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. *Physiology Entomology*, 1982, 7: 243—251.
- [15] Isaacs R, Willis M A, Byrne D N. Modulation of whitefly take-off and flight orientation by wind speed and visual cues. *Physiological Entomology*, 1999, 24: 311—318.
- [16] Jing Y, Huang J, Ma R Y, et al. Host plant preferences of *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Entomologia Sinica*, 2003, 10(2) : 109—114.

参考文献:

- [3] 钦俊德. 昆虫与植物的关系. 北京: 科学出版社, 1987.
- [6] 杨秀芬, 梁广文. 植物次生物质对烟粉虱成虫产卵的驱避作用研究. 见: 李典谟主编, 昆虫与环境. 北京: 中国农业科技出版社, 2001. 32~37.
- [7] 张永军, 梁革梅, 倪云霞, 等. 烟粉虱成虫对不同寄主植物的选择性. *植物保护*, 2003, 29(2) : 20~21.
- [8] 杨中侠, 马春森, 王小奇, 等. 烟粉虱对四种蔬菜寄主的选择性. *昆虫学报*, 2004, 47(5) : 612~617.
- [9] 岳梅, 罗晨, 郭晓军, 等. B型烟粉虱在甘蓝、西葫芦和辣椒上的刺吸取食行为. *昆虫学报*, 2006, 49(4) : 625~629.
- [10] 丁红建, 郭予元, 吴才宏. 用于昆虫嗅觉行为研究的四臂嗅觉仪的设计、制作和应用. *昆虫知识*, 1996, 33(4) : 241~243.
- [11] 柏立新, 张洪武, 孙以文, 等. 棉铃虫寄主植物种类及其适合程度. *植物保护学报*, 1997, 24(1) : 1~6.
- [12] 周福才, 任顺祥, 杜予州, 等. 棉花烟粉虱的空间格局. *应用生态学报*, 2006, 17(7) : 1149~1356.