DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2017.02.010

几种弱选择性寄主蔬菜对烟粉虱的驱避作用

衡 森[1], 周福才[1,2*], 陈学好[1], 苏宏华[1], 赵 斌[3], 邵益栋[4], 张海波[1], 夏秋霞[4]
[1]扬州大学园艺与植物保护学院; [2]扬州大学农业与农产品安全国际合作联合实验室,江苏 扬州 225009;
[3]兴化市农业技术推广中心,江苏 兴化 225700; [4]江苏省江阴市农业技术推广中心,江苏 江阴 214431

摘要:【目的】烟粉虱是茄果类蔬菜上的重要害虫,已对常用的化学农药产生了较强的抗药性。目前,利用非嗜好植物对烟粉虱的驱避作用和嗜好植物的诱集作用控制烟粉虱则受到越来越多的关注。【方法】选择芹菜、韭菜、茼蒿、香菜、葱、蒜等6种烟粉虱弱选择性寄主蔬菜,测定烟粉虱对供试蔬菜的嗅觉和视觉反应。在此基础上,筛选出非嗜性相对更强的3种蔬菜进行田间烟粉虱驱虫性测定。【结果】在室内寄主选择性测定中,烟粉虱对供试6种蔬菜的选择性均较小,其中对芹菜的选择率最低,韭菜次之,其余4种蔬菜的选择率为茼蒿>香菜>葱>蒜;采用嗅觉选择性测定的方法测定烟粉虱对供试蔬菜的相对选择性,发现烟粉虱对芹菜的选择率最低(13.0%),韭菜次之(25.5%),其余各蔬菜的选择率大小为茼蒿(47.8%)>香菜(40.2%)>葱(38.5%)>蒜(37.0%);烟粉虱对6种供试蔬菜颜色的选择性也存在明显的差异,其中,烟粉虱对芹菜和韭菜的选择率相对较低。在室内筛选的基础上,选择芹菜、韭菜、葱等3种蔬菜在辣椒田里进行间作驱虫实验,发现芹菜对田间辣椒上烟粉虱的驱避效果最好,驱避率达90.6%,韭菜次之(86.5%),葱的驱避效果一般。【结论】芹菜和韭菜对烟粉虱的驱避效果较好,该结论为烟粉虱的绿色防控提供了理论依据和技术支持。

关键词: 烟粉虱; 弱选择性蔬菜; 驱避作用

Repellent effect of several low-preference host vegetables against the tobacco whitefly *Bemisia tabaci*

HENG Sen[1], ZHOU Fucai[1,2*], CHEN Xuehao[1], SU Honghua[1], ZHAO Bin[3],
SHAO Yidong[4], ZHANG Haibo[1], XIA Qiuxia[4]
[1]*College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University*; [2]*Yangzhou University Joint Laboratory of International Cooperation on Agriculture and Agricultural Product Safety, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu* 225009, *China*;
[3]*Xinghua City Agricultural Technology Promotion Center, Xinghua, Jiangsu* 225700, *China*; [4]*Jiangyin City Agricultural Technology Promotion Center, Jiangyin, Jiangsu* 214431, *China*

Abstract:【Aim】The tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* is an important insect pest on eggplant and other vegetables and has developed strong resistance to commonly used chemical pesticides. This directed more attention to the repellent effect of non-preferred host plants as a protective measure against *B. tabaci*.【Method】The olfactory and visual responses of *B. tabaci* were determined on six vegetables: *Apium graveolens*, *Allium tuberosum*, *Chrysanthemum coronarium*, *Coriandrum sativum*, *Allium fistulosum* and *Allium sativum*. The relative selectivity of *B. tabaci* to the tested vegetables was determined by the method of olfactory selectivity.【Result】*B. tabaci* showed low preference for these plants in indoor selective assays. *A. graveolens* was the least preferred, followed by *A. tuberosum*, followed by the other vegetables in the sequence: *C. coronarium*> *C. sativum*> *A. fistulosum*> *A. sativum*; olfactory selectivity to *A. graveolens* was the lowest, only 13.0%, followed by *A. tuberosum* (25.5%), *A. sativum* (37.0%), *A. fistulosum* (39.6%), *C. sativum* (40.2%) and *C. coronarium* (44.8%); the visual selectivity of *B. tabaci* was also different, with *A. graveolens* and *A. tuberosum* being the lowest. On the basis of the laboratory experimetns, *A. graveolens*, *A. tuberosum* and *A. fistulosum* were selected for field tests. *A. graveolens* had the best repellent effect against *B. tabaci* on bell pepper plots(90.6% repellency), followed by *A. tuberosum* (86.5%).【Conclusion】*A. graveolens* and *A. tuberosum* are candicate repellent plants against *B. tabaci*.

Key words: *Bemisia tabaci*; weakly selective vegetable; repellent effect

收稿日期(Received): 2016-12-16 **接受日期(Accepted)**: 2017-01-17
基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金[cx(15)1041、cx(12)1004]; 江苏省农业三新工程项目[SXGC(2016)029、SXGC(2016)057]
作者简介: 衡森, 男, 硕士研究生。研究方向: 蔬菜害虫生态调控。E-mail: 1078890825@qq.com
*通信作者(Author for correspondence), E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

烟粉虱 *Bemisia tabaci*（Gennadius）是蔬菜，特别是茄果类蔬菜上的重要害虫。近十多年来，随着设施蔬菜面积的不断扩大和设施条件的改善，蔬菜在实现周年生产的同时，为烟粉虱的周年暴发危害创造了条件，因烟粉虱严重危害造成的绝收田块时有发现。目前，生产上对烟粉虱的防治主要依赖化学农药，但长时间不合理地使用化学农药，诱导了烟粉虱抗药性的产生，影响了防治效果。因此，研究烟粉虱的非化学控制技术迫在眉睫，而利用非嗜好植物对烟粉虱的驱避作用和诱集作用控制烟粉虱受到了越来越多的关注。研究发现，菊蒿 *Tanacetum vulgare* L.、狭叶杜香 *Ledum palustre* L.和香蜂花 *Melissa officinalis* L.水溶液浸提物处理的樱桃番茄上，粉虱的产卵量明显减少，而香青兰 *Dracocephalum moldavica* L.处理的番茄植株对粉虱具有很强的吸引作用（Burov *et al.*，2001）；黄瓜与芹菜相邻种植，可以大幅降低黄瓜上烟粉虱成虫的虫口密度（钟苏婷，2009）；棉田间作菜豆后，棉花上的烟粉虱数量增加，而间作芹菜、韭菜、花生、茴香、芫荽后，烟粉虱数量显著下降（高有华等，2010）。

为了进一步筛选对烟粉虱具有驱避作用的蔬菜，在前人研究的基础上（赵晴，2014），本文选取 6 种常见的烟粉虱弱选择性植物，研究烟粉虱对不同蔬菜的选择性和田间对烟粉虱的驱避作用，以期为进一步研究蔬菜烟粉虱的绿色防控提供理论依据和技术。

1　材料与方法

1.1　供试蔬菜

芹菜：品种“中华药芹”，市购，株高 15 cm；韭菜：品种“镇江青”，市购，株高 10 cm；葱：品种“四季细香葱”，市购，株高 15 cm；香菜：品种“白花香菜”，市购，株高 10 cm；蒜：品种“蒲棵紫皮蒜”，市购，株高 10 cm；茼蒿：品种“小叶茼蒿”，市购，株高 10 cm。6 种供试蔬菜生育期均为苗期。

1.2　供试虫源

室内实验为茄子上饲养 2 代以上的 Q 型烟粉虱；田间为自然发生的 Q 型烟粉虱。

1.3　实验方法

1.3.1　*烟粉虱对 6 种蔬菜的寄主选择性测定*　用打孔器将 6 种植物叶片剪成直径 1 cm 的圆型小叶片，相间排放在直径 12 cm 的培养皿四周，培养皿底部放滤纸，每种植物各 2 张小叶片。培养皿中接入饥饿 4 h 的烟粉虱成虫 50 头，2 h 后观察其对叶片的选择情况。实验重复 5 次。

1.3.2　*烟粉虱对 6 蔬菜物的颜色反应测定*　参照周福才等（2008）方法。实验准备工作同 1.3.1。叶片放入培养皿后，将叶片连同滤纸用保鲜膜包裹严实，使叶片挥发物不能溢出。在培养皿中接入饥饿 4 h 的烟粉虱成虫 50 头，2 h 后观察烟粉虱的选择情况。实验重复 5 次。

1.3.3　*烟粉虱对 6 种蔬菜的嗅觉反应测定*　用“Y 型”嗅觉仪测定。“Y 型”嗅觉仪参考林杰等（2011）的方法设计制作。其基本组成为：空气过滤装置→加湿装置→流量计→味源瓶→Y 型管→烟粉虱释放管→真空抽气泵，各部件之间用硅胶管连接。Y 管两臂的气流量控制在 70 mL · s^{-1}，室内温度控制在 25 ℃左右，在嗅觉仪的正上方放置 1 盏荧光灯，使嗅觉仪两臂的光线均匀。Y 型管采用无色透明的玻璃管制成，内径为 0.8 cm，基部和两臂长 10 cm，夹角 60°。基部一端连接烟粉虱释放管，再通过释放管连接真空抽气泵。气流进入味源前，经过活性炭过滤器过滤、蒸馏水加湿。取生物量大致相同的植物置于味源瓶中，然后将真空泵电源接通，通气 10 min，使气味充满管道，以保证测试结果，每组实验重复 4 次，对照味源瓶中不放植物。把成虫单头通过 Y 形管直管基部释放，观察其在 3 min内的选择行为，当试虫越过某臂 1/3 位置，并停留 30 s 以上确定为选择该臂，若 3 min 内没有选择或停留管壁 1/3 内 30 s 以下，则为无反应。

1.3.4　*弱选择性寄主蔬菜田间驱虫性测定*　在室内筛选的基础上，选取芹菜、葱、韭菜等 3 种驱虫效果较好的植物进行田间驱虫实验。实验于 2015 年 8 月 14 日—9 月 20 日在扬州大学文汇路校区实验田进行。田块长 22 m，宽 8 m，按长度将田块平均分成 4 个小区，小区间间隔 50 cm 作为隔离带。每个小区内种植 15 行，每行 10 株辣椒，辣椒行距 50 cm，株距 40 cm。选取 3 个小区按 1∶1 密度分别间作芹菜、葱、韭菜，株距 5 cm，第 4 个小区作为对照。田间常规栽培管理。3 种植物移栽后每 24 h 调查一次，时间为当天下午 3:00—5:00。每小区固定 5 点，每点随机调查 5 株，每株分别取上、中、下部各 1 张叶片，统计每张叶片上烟粉虱成虫的数量。田间烟粉虱自然发生。

1.4 数据处理

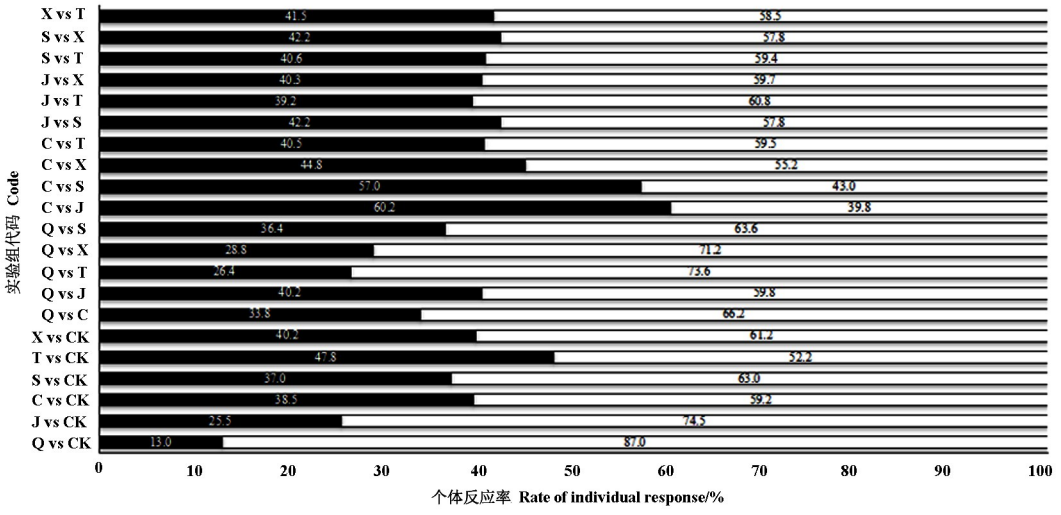
实验数据采用 EXCEL 及 DPS 软件处理,应用 Duncan′s 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱对 6 种供试蔬菜的选择性

通过对烟粉虱的田间调查,选出芹菜、韭菜、葱、香菜、蒜、茼蒿等 6 种田间烟粉虱发生量相对较少的蔬菜进行选择性实验。结果发现,烟粉虱对供试 6 种植物的选择性都较小。对 6 种蔬菜对烟粉虱的嗅觉反应进行测定,发现烟粉虱对芹菜相对选择性最弱,仅为 13.0%,韭菜次之(25.5%),其余各蔬菜的选择率大小为茼蒿(47.8%)>香菜(40.2%)>葱(38.5%)>蒜(37.0%)(图 1)。寄主选择性测定中,烟粉虱对芹菜的选择率最低,对茼蒿的选择率最高,烟粉虱对 6 种蔬菜的选择率为茼蒿>香菜>葱>蒜>韭菜>芹菜(图 2);烟粉虱对 6 种供试蔬菜颜色的选择性存在明显的差异,其中烟粉虱对芹菜和韭菜的选择率最小,与其他 3 种蔬菜的差异显著($P<0.05$),其余蔬菜之间对烟粉虱的选择性差异不显著($P>0.05$)(图 2)。

嗅觉和视觉测定表明,在供试的 6 种蔬菜中,烟粉虱对芹菜和韭菜具有较强的非嗜性。嗅觉反应测定中烟粉虱对 6 种植物的选择性为茼蒿>香菜>蒜>葱>韭菜>芹菜,而视觉反应测定中烟粉虱对 6 种植物的选择性为茼蒿>葱>蒜>香菜>韭菜>芹菜。

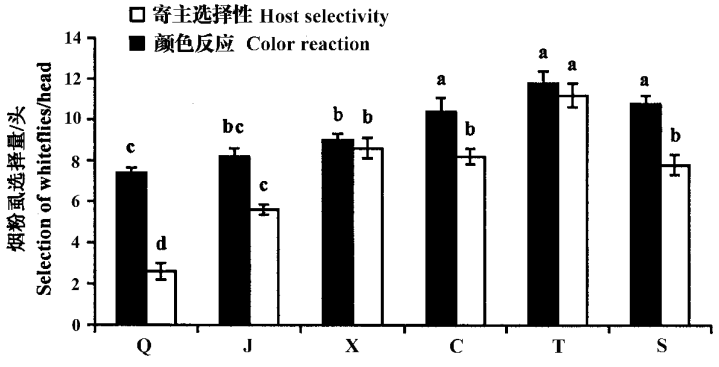


Q:芹菜;C:葱;T:茼蒿;X:香菜;J:韭菜;S:蒜;CK:对照。

Q: *A. graveolens*; C: *A. fistulosum*; T: *C. coronarium*; X: *C. sativum*; J: *A. tuberosum*; S: *A. sativum*; CK: Control.

图 1 烟粉虱对 6 种供试植物的颜色反应及寄主选择性

Fig.1 Selectivity of *B. tabaci* adults in olfactory choice experiments



Q:芹菜;C:葱;T:茼蒿;X:香菜;J:韭菜;S:蒜。

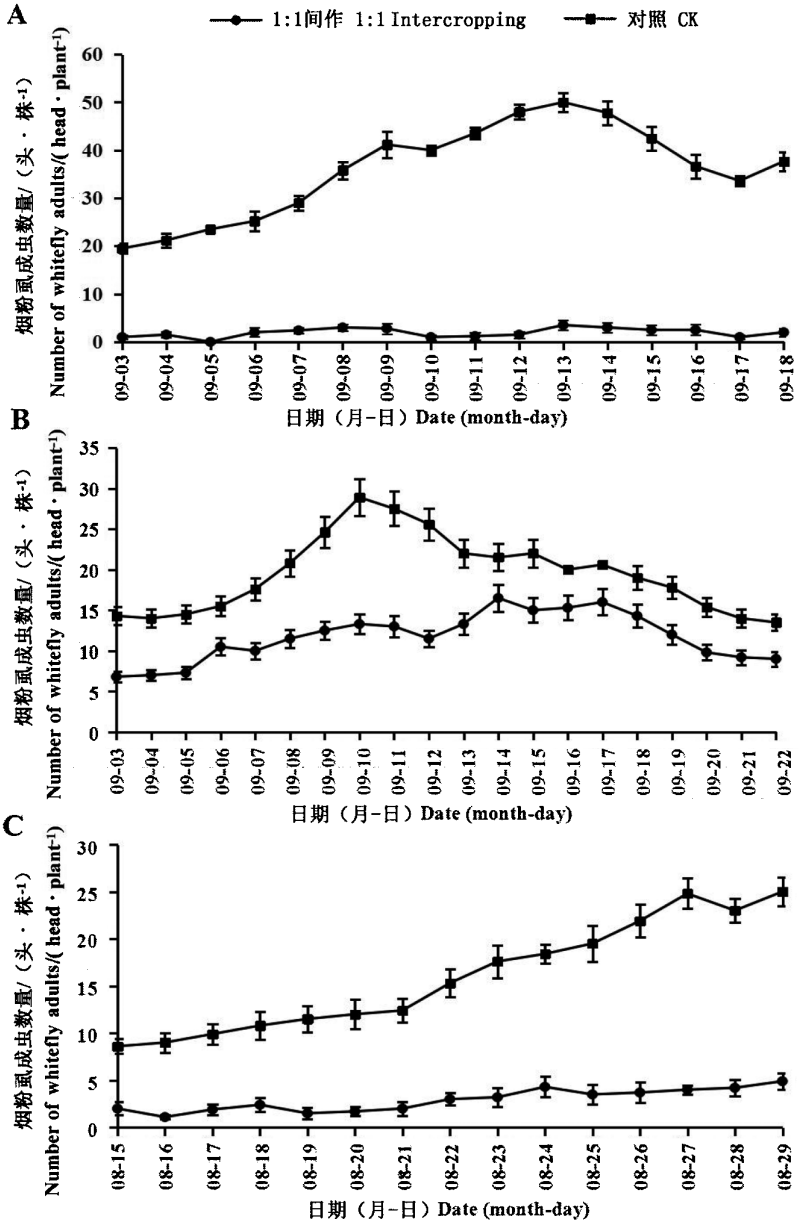
Q: *A. graveolens*; C: *A. fistulosum*; T: *C. coronarium*; X: *C. sativum*; J: *A. tuberosum*; S: *A. sativum*.

图 2 烟粉虱对 6 种寄主植物的嗅觉反应

Fig.2 Host plant preference in *B. tabaci* in visual tests under laboratory conditions

2.2　间作对蔬菜烟粉虱的影响

实验证明，辣椒田间间作芹菜、葱或韭菜，对辣椒烟粉虱均有控制效果。如 9 月 12 日，1∶1 间作处理的辣椒上烟粉虱数量与对照相比下降了 90.6%，差异极显著（$P<0.01$）（图 3A）。由此可见，芹菜对烟粉虱具有良好的驱避作用。9 月 10 日，在辣椒田中按 1∶1 间作葱，辣椒上烟粉虱虫量与对照相比下降了 47.5%，差异显著（$P<0.05$）（图 3B）。这表明葱对烟粉虱也具有一定驱避作用，但效果一般。8 月 27 日，1∶1 间作韭菜后，辣椒上烟粉虱成虫数量与对照相比下降了 86.5%，差异极显著（$P<0.01$）（图 3C）。实践证明，露地辣椒田间作韭菜对辣椒上烟粉虱种群数量有良好的控制效果。



A：间作芹菜；B：间作葱；C：间作韭菜。

A: Shallot intercropping *A. graveolens*; B: Shallot intercropping *A. fistulosum*; C: Shallot intercropping *C. coronarium*.

图 3　间作对蔬菜烟粉虱的影响

Fig.3　Population dynamics of *B. tabaci* under shallot intercropping

3　讨论

昆虫对寄主植物的选择定向行为可分为以下几个方面：（1）对远距离植物或生境的定向；（2）到达植物后对取食或产卵部位的识别和选择阶段；

(3)选定植物后对取食或产卵等活动的调节控制,在此过程中植食性昆虫利用了嗅觉、味觉、视觉和触觉等多种感觉功能(陆宴辉等,2008)。烟粉虱在落到植株以前也会对寄主植物作出主动选择,这种选择主要依据寄主植物的挥发性气味和颜色(曹凤勤等,2008; Costa *et al.*,1991; Jing *et al.*,2003)。烟粉虱到达寄主植物叶片后,还会通过其他方式对寄主植物进行再选择(张永军等,2003; 周福才等,2008)。本研究发现,烟粉虱对供试的芹菜、韭菜、葱、香菜、蒜、茼蒿等 6 种蔬菜存在明显的嗅觉和视觉的选择差异,而这种差异正是我们选择具有诱集和驱避作用植物的主要依据。

研究发现,在众多供试植物中,芹菜对烟粉虱的驱避效果显著,此结论与前人研究一致。此外还发现,韭菜对烟粉虱也具有良好的驱避作用,所以在将来选用驱避植物进行大田实验时,可将韭菜作为实验材料进一步验证其作用。

烟粉虱对寄主的嗜性强弱是相对的,在多寄主共存的环境中,烟粉虱对寄主的选择是依据对环境系统中寄主的嗜性差异,差异越大,诱集或驱避的效果越好。本研究中,烟粉虱对蒜的嗅觉选择率为 37.0%,而当蒜与葱共存时,烟粉虱对蒜的嗅觉选择率达到 63.6%。因此,在田间利用驱避植物驱避烟粉虱时,应考虑驱避植物与所需保护的目标寄主植物的嗜好性差异,在生产许可的情况下,尽可能选择嗜好性差异大的植物作为驱避或诱集植物。

烟粉虱到达田间嗜好寄主植物后,环境中的挥发性物质及其浓度会对烟粉虱产生明显的影响。因此,在田间间作弱选择性寄主或非嗜好寄主时,还应该考虑间作的方式和间作密度。

参考文献

曹凤勤, 刘万学, 范中南, 万方浩, 程立生, 2008. B 型烟粉虱对三种寄主植物及其挥发物的行为反应. 昆虫学报, 51(8): 830-838.

高有华, 于江南, 马斌, 热依拉, 2010. 棉田间作蔬菜防治 B 型烟粉虱. 植物保护, 36(6): 159-161.

林杰, 孟凤霞, 吴丹丹, 2011. Y 型嗅觉仪在蚤类对宿主选择性研究中的应用. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(2): 103-106, 127.

陆宴辉, 张永军, 吴孔明, 2008. 植食性昆虫的寄主选择机理及行为调控策略. 生态学报, 28(10): 5114-5122.

赵晴, 2014. 伴生弱选择性蔬菜对黄瓜烟粉虱的防治作用及其机理初步研究. 博士学位论文. 北京: 中国农业大学.

钟苏婷, 李耀发, 秦玉川, 高占林, 潘文亮, 李建成, 2009. B 型烟粉虱对辣椒、芹菜、黄瓜寄主选择作用的研究. 中国生物防治, 25(1): 18-23.

张永军, 梁革梅, 倪云霞, 吴孔明, 郭予元, 2003. 烟粉虱成虫对不同寄主植物的选择性. 植物保护, 29(2): 20-22.

周福才, 黄振, 王勇, 李传明, 祝树德, 2008. 烟粉虱(*Bemisiatabaci*)的寄主选择性. 生态学报, 28(8): 825-831.

BUROW V N, PETROVA M O, CHERMENSKAYA T D, 2001. On olfactory orientation of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 80(2): 288-293.

COSTA H S, BROWN J K, BYRNE D N, 1991. Host plant selection by the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) under greenhouse conditions. *Applied Entomology*, 112: 146-152 .

JING Y, HUANG J, MA R Y, HAN J C, 2003. Host plant preferences of *Bemisia tabaci* (gennadius). *Entomology Science*, 10(2): 109-114.

(责任编辑:郭莹)