

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2025.01.005

盆栽番茄对设施辣椒烟粉虱的诱集作用及效果分析

王新霞, 咸文荣, 刘雲祥, 马永强, 李秋荣

青海大学 农林科学院/农业农村部西宁作物有害生物科学观测实验站/
青海省农业有害生物综合治理重点实验室, 西宁 810016

摘 要: 烟粉虱是一种全球性害虫, 对设施蔬菜的危害尤为严重。生产过程中, 长期大量使用杀虫剂导致了抗药性、再猖獗以及农药残留超标等“3R”问题。为安全有效地降低辣椒植株上的烟粉虱虫口密度, 减少施药频次, 基于烟粉虱对不同寄主植物存在偏好的现象, 开展室内选择性实验。首先在室内研究了烟粉虱对番茄和辣椒的选择性。结果表明, 选择番茄的成虫数量约为选择辣椒的 2 倍, 番茄上的着卵量是辣椒上的 1.42 倍, 这表明烟粉虱更倾向于取食番茄。在温室烟粉虱发生期, 将健康盆栽番茄移入辣椒温室的处理区内(处理区与对照区提前用纱网隔开), 通过调查移入盆栽番茄前、后处理区与对照区烟粉虱的虫口密度, 研究番茄对烟粉虱的诱集效果。结果表明, 盆栽番茄可诱集更多的烟粉虱成虫在其植株上取食和产卵, 移入番茄 60 d 后, 其对成虫及产卵的诱集率分别为 55.14% 和 38.58%, 对成虫和若虫的防治效果分别达到 63.13% 和 44.51%, 移入番茄对于辣椒的烟粉虱防治有一定的效果。

关 键 词: 烟粉虱; 辣椒; 番茄;
诱集植物; 防治

中图分类号: S436.418.2

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2025)01-0037-08

Analysis of Trapping Effect of Potted *Lycopersicon esculentum* on *Bemisia tabaci* in Facility *Capsicum annuum*

WANG Xinxia, XIAN Wenrong, LIU Yunxiang,
MA Yongqiang, LI Qiurong

收稿日期: 2024-07-22

基金项目: 国家重点研发项目尖扎县特色蔬菜产业关键技术研究与应用示范(2022YFD1602402); 青海省科技援青合作专项(2021QY212)。

作者简介: 王新霞, 硕士研究生, 主要从事害虫综合治理研究。

通信作者: 李秋荣, 博士, 副研究员。

Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Qinghai University /

State Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pest in Xi'ning,

Ministry of Agriculture / Key Laboratory of Agricultural Integrated Pest Management, Xi'ning 810016, China

Abstract: *Bemisia tabaci* is a worldwide pest, particularly harmful to facility vegetables. Due to the long-term and extensive use of pesticides in production, it has led to the problems of pesticide resistance, resurgence and excessive pesticide residues. In order to safely and effectively reduce the population density of *B. tabaci* on *Capsicum annuum* and minimize the frequency of pesticide application, based on the phenomenon that *B. tabaci* has preference for different host plants, the indoor selective experiments were carried out. It was found that the number of adult insects chose tomato plants was about twice that of chose chili plants, and the number of eggs laid on tomato plants was 1.42 times that of on chili plants, indicating that tobacco whiteflies were more tended to feed on tomato plants. Potted tomato plants were moved into treatment plots of greenhouse (treatment plots were separated from control plots in advance with nets) during the occurrence of pests on chili plants. By investigating the population density of *B. tabaci* in the treatment and control areas before and after potted tomato plants moved in, the trapping effect of tomato plants on *B. tabaci* was studied. The results show that potted tomato plants can attract more adults to feed and lay eggs. The trapping rate were 55.14%, 38.58% for adult insects and oviposition, respectively, and the control effect were 63.13%, 44.51% for adult insects and nymphs, respectively. Tomato plants has a certain effect on controlling *B. tabaci* on chili plants.

Key words: *Bemisia tabaci*; *Capsicum annuum*; *Lycopersicon esculentum*; trap plant; prevent and control

烟粉虱(*Bemisia tabaci*)属于半翅目(Hemiptera)粉虱科(Aleyrodidae)小粉虱属(*Bemisia*),是一种在全球范围内广泛传播并频繁暴发成灾的害虫,对经济作物和大田作物构成了严重威胁。自20世纪90年代中后期开始,烟粉虱在我国的危害逐年加重,该虫繁殖力强,温室内1年可发生11~15代,存在明显的世代重叠现象,必须连续用药才能有效控制其危害^[1]。烟粉虱寄主范围广,偏好辣椒、黄瓜、番茄等设施作物以及棉花、大豆等自然生长作物。其生活习性表现为大多数时期倾向于聚集在植株上半部分,成虫喜欢群集在植株上部嫩叶背面吸食汁液,刚产下的卵主要附着在植株上部的嫩叶上,而即将孵化的黑色卵则位于植株中上部,若虫则通常分布在中下部区域。成虫具有群集性,不善飞翔,并对黄色有强烈的趋性。

除了直接取食植物汁液外,烟粉虱还会分泌蜜露,并传播超过300种病毒,给农业生产造成巨大的损失^[2,3]。近10年来,对我国农业造成危害最大的番茄黄化曲叶病毒(Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV)与烟粉虱的扩散密切相关。据不完全统计,TYLCV在我国平均每年发生面积超过67 000 hm²,造成的经济损失高达140亿元^[4]。通过对我国多个地区的烟粉虱进行抗药性监测发现,该虫已对烟碱类、有机磷类以及除虫菊酯类等杀虫剂产生了不同程度的抗药性^[5],防治难度进一步增大。

针对上述问题,结合前期栽培过程中发现的现象,即同一温室内番茄上的烟粉虱数量往往多于辣椒,本研究首先在室内环境下比较了烟粉虱对盆栽番茄与盆栽辣椒的寄主选择性,随后,在辣椒温室内进行了烟粉虱对盆栽番茄及设施辣椒的田间趋性试验。分别调查了处理区(辣椒植株间置入盆栽番茄)、对照区(仅辣椒植株)以及盆栽番茄区的烟粉虱虫口数量。通过统计分析,评估了盆栽番茄对烟粉虱的诱集效果及其防治效能。此研究旨在为青海高原地区重要

设施蔬菜——辣椒的烟粉虱防治,探索一种安全、绿色、可持续且低成本的技术方法,为解决设施蔬菜病虫害化学防治所导致的“3R”(抗药性、再猖獗、农药残留)问题提供新的思路,在丰富现有的技术策略的同时,也为利用功能植物防治害虫奠定了坚实的理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

防治对象烟粉虱(*Bemisia tabaci*)采自青海省农林科学院植物保护研究所(下文简称:植保所)试验温室,饲养于人工智能气候箱。饲养条件:温度 24~26 ℃,相对湿度 55%~65%,光照周期 16 L:8 D,光照强度 8 级。

供试作物辣椒,品种为“乐都长辣椒”,种苗购自青海省农林科学院园艺研究所(下文简称:园艺所)。

诱集作物番茄,品种为“粉妞冬粉”,为烟粉虱易感品种,购自园艺所。

1.2 设施栽培条件

烟粉虱对寄主植物的室内选择性实验在植保所智能温室内进行。温度范围为 12~28 ℃,空气相对湿度为 40%~60%,在塑料花盆(直径 22 cm,高 33 cm)内用基质栽培,盆栽番茄、辣椒均置于养虫笼(长、宽、高分别为 60、60 和 120 cm)内,以防昆虫和病原菌侵害,试验期间不喷施任何药剂。

设施辣椒烟粉虱防治试验,安排在植保所试验基地的辣椒温室内。试验地属青海高原干旱半干旱气候地区,海拔 2 310 m,年均降水量 330~380 mm,昼夜温差大。试验区的土地平整,土壤肥沃,灌水条件良好,土壤 pH 值为 7.8,土质为栗钙土。温室气温范围为 8~33 ℃,空气相对湿度为 55%~90%,试验开展期间不喷施任何药剂。

1.3 试验设计

1.3.1 室内寄主选择性实验

2019 年 3 月,将同期播种的辣椒、番茄种苗移栽至植保所智能温室的花盆内,并转入养虫笼防止病虫害危害,待植株高度达到约 60 cm 时,将单株番茄与单株辣椒转入同一养虫笼,每笼接入 50 头烟粉虱成虫。

1.3.2 温室诱集试验

2020 年 10 月下旬在温室内定植辣椒,2021 年 2 月在智能温室的花盆(直径 240 mm,高 190 mm)内种植番茄,每盆种植 5 株,1 个月后拔除长势较差者,每盆只保留 3 株健壮植株,期间加强管理,保证盆栽番茄无烟粉虱危害。2021 年 5 月上旬,将盆栽番茄转移至温室内的墙体下方,盆栽番茄各小区与辣椒处理区的各小区相对应,盆栽番茄各小区之间的距离为 3 m,小区内的花盆间距 30 cm,每小区 15 盆(约合 45 株番茄)。辣椒对照区与处理区生产均采用相同的管理方式,每种处理重复 3 次,每次重复对应 1 个小区,每个小区面积为 30 m²,总共设置 6 个辣椒小区(其中处理小区和对照小区各 3 个)。放入番茄前,用 100 目的纱网将处理区与对照区完全隔开,防止烟粉虱在两个小区之间活动而影响试验数据的准确性。为防止烟粉虱虫口密度不断增加对辣椒造成的风险,采取如下措施:在辣椒区与番茄区之间的温室顶部安装铁丝,并在铁丝上悬挂 100 目纱网,待番茄区的虫口密度达到辣椒区的 4 倍左右时,拉开纱网,将番茄区严密隔离以防害虫重新转移到辣椒区,并及时在番茄区喷施防效较佳的杀虫剂^[6],以降低虫口密度,减少对辣椒的直接用药。

1.4 试验调查与统计

接虫后分别于 24、72 和 120 h 调查番茄和辣椒的烟粉虱成虫数量,并在成虫产卵期调查两种植株上的着卵量。

转入番茄前调查 1 次(5 月 7 日),转入后每 15 d 调查 1 次(5 月 22 日,6 月 6 日,6 月 21 日,7 月 6 日),分别调查辣椒处理区、番茄诱集区和辣椒对照区植株上的烟粉虱成虫和若虫数量。辣椒和盆栽番茄上的烟粉虱均采用随机取样法,每小区随机选取 5 个样点,每个样点选取 3 株植物,即每小区调查 15 株植物。成虫数量调查,采用单株整株计数法;若虫数量调查,从每株植株上、中、下层分别随机选择 1 片叶片,每小区各调查 45 片叶片,记录每片叶子上的烟粉虱若虫数量,用于统计比较两种植物对成虫产卵的诱集作用。

成虫对某一植物的选择率,以及盆栽番茄对试虫的诱集效果和防治效果采用下列公式计算:

$$\text{选择率}(\%) = (\text{该植物上的虫量} / \text{总虫量}) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{诱集效果}(\%) = \text{诱集植物虫量} / (\text{诱集植物虫量} + \text{处理区主栽作物虫量}) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{防治效果}(\%) = (\text{对照区主栽作物虫量} - \text{处理区主栽作物虫量}) / \text{对照区主栽作物虫量} \times 100\% \quad (3)$$

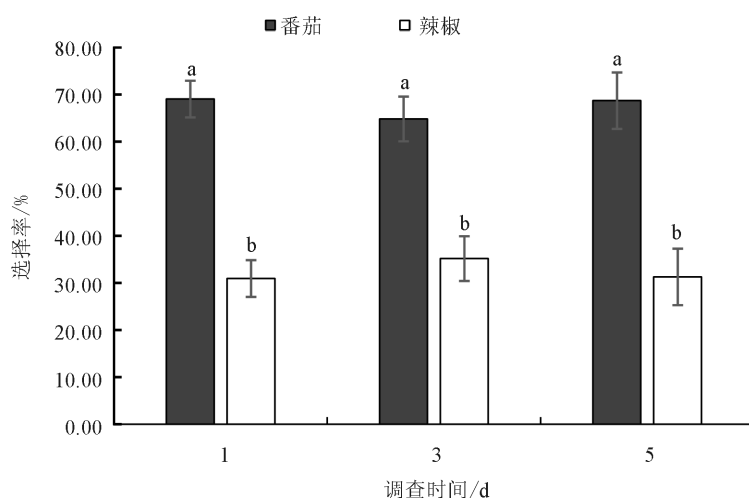
1.5 数据处理

数据采用 SPSS 16.0 软件进行单因素方差分析与 Tukey 检验,使用 Origin Pro 2021 进行绘图编辑。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱成虫对辣椒和番茄的选择性比较

成虫对辣椒和番茄的选择性调查结果见图 1。在养虫笼内接入烟粉虱成虫后第 1 d,成虫对番茄、辣椒的选择率分别为 69.05% 和 30.95%,接入后第 3 d,对两种寄主植物的选择率分别为 64.83% 和 35.17%,接入后第 5 d,选择率分别是 68.71% 和 31.29%。接入后第 1、3 和 5 d,选择番茄栖息的成虫占比为 64%~69%,而选择辣椒栖息的成虫占比为 31%~35%,选择番茄的成虫数量约为选择辣椒的 2 倍,对番茄的选择性均显著高于辣椒。说明在番茄和辣椒植株同时存在时,烟粉虱成虫更喜欢在番茄上栖息。



注:小写字母表示差异有统计学意义

图1 烟粉虱成虫对辣椒和番茄的选择性

2.2 烟粉虱在辣椒和番茄上的着卵量

接入成虫 10 d 后,调查番茄和辣椒上的烟粉虱卵和若虫数量并计算着卵量比例,结果见表 1。烟粉虱在番茄上的平均着卵量占比为 58.28%,在辣椒上的着卵量占比为 41.72%,番茄上的着卵量是辣椒上的 1.42 倍,差异显著。

表 1 烟粉虱在番茄和辣椒上的着卵量占比

处理名称	番茄着卵量占比/%	辣椒卵量占比/%
重复 1	54.81	45.19
重复 2	56.06	43.94
重复 3	63.98	36.02
平均值	58.28	41.72
标准偏差	4.97	4.97

2.3 诱集烟粉虱成虫的效果

烟粉虱成虫在番茄诱集区、设施辣椒处理区和对照区的种群数量动态变化见表 2 和图 2。从图 2 可知,在 5 月 7 日至 7 月 6 日调查期内,辣椒处理区的烟粉虱成虫种群数量总体呈下降趋势,放入盆栽番茄前的虫口密度为 493.2 头/百株,转入 15 d 时辣椒处理区的成虫种群密度为 418.5 头/百株,转入 60 d 时为 226.4 头/百株,处理区成虫虫口密度为转入前的 0.46 倍;而辣椒对照区、番茄诱集区的成虫密度总体呈上升趋势,对照区内该虫密度为 546.6 头/百株,转入 60 d 后达到 614.0 头/百株,对照区辣椒上的成虫密度达到原来的 1.12 倍。番茄对烟粉虱成虫的诱集率和防治效果见表 2。由表 2 可知,番茄对成虫的诱集率和防效,随转入番茄时间的延长而不断升高,转入 60 d 时诱集率为 63.13%。

2.4 烟粉虱成虫产卵量

通过调查烟粉虱卵和若虫的数量,统计番茄对成虫产卵的诱集效果,若虫在番茄诱集区、设施辣椒处理区和对照区的种群数量动态变化见表 2 和图 3。烟粉虱在处理区辣椒上产卵并孵化为若虫的数量随时间延长呈逐步下降趋势,转入番茄前,卵和若虫的虫口密度为 501.3 头/百叶,转入 15 d 时有所升高,为 557.6 头/百叶,转入 60 d 时降至 324.6 头/百叶,卵和若虫的虫口密度为放入前的 0.65 倍;而对照区辣椒上的卵和若虫的虫口密度处理前为 516.5 头/百叶,45 d 时密度已增至 536.8 头/百叶,60 d 时为 585.0 头/株,为转入前的 1.13 倍。番茄对烟粉虱成虫产卵的诱集率和防治效果见表 2。结果表明,随转入番茄时间的延长,其对成虫产卵的诱集率和防效不断升高,转入 15 d 时诱集率和防效仅有 3.41%和 1.41%,转入 60 d 时已分别达到了 38.58%和 44.51%。

综上所述,番茄对设施辣椒上的烟粉虱成虫及其产卵均具有不错的诱集和防治效果,在诱集区活动的成虫数量较为明显,且成虫对番茄表现出较强的产卵选择性,移入番茄 60 d 后,诱集区成虫密度高达 278.3 头/百株,卵与若虫密度合计达到 203.9 头/百叶。

表2 番茄对设施辣椒烟粉虱成虫及其产卵的诱集率与防治效果

调查日期	虫口密度(成虫:头/百株;卵+若虫:头/百叶)						诱集率/%		防治效果/%	
	辣椒处理区 成虫	辣椒处理区 卵+若虫	番茄诱集区 成虫	番茄诱集区 卵+若虫	辣椒对照区 成虫	辣椒对照区 卵+若虫	成虫	卵+若虫	成虫	卵+若虫
2021/5/7 (0 d)	493.2±50.4	501.3±55.3	0.00	0.00	546.6±71.4	516.5±5.7				
2021/5/22 (15 d)	418.5±51.1	557.6±64.0	74.1±9.9	19.7±2.3	524.7±62.7	549.8±46.1	15.04	3.41	20.24	1.41
2021/6/6 (30 d)	445.3±50.5	479.4±50.8	134.7±18.3	98.4±15.8	507.4±57.9	561.0±60.9	23.22	17.02	12.24	14.54
2021/6/21 (45 d)	320.7±39.5	392.8±46.9	204.6±56.4	147.5±17.0	565.4±63.2	536.8±59.4	38.95	27.30	43.28	26.82
2021/7/6 (60 d)	226.4±30.8	324.6±41.1	278.3±39.9	203.9±32.7	614.0±70.5	585.0±73.2	55.14	38.58	63.13	44.51

注:1)辣椒处理区表示与盆栽番茄在同一空间内的辣椒区域,番茄诱集区表示用于引诱处理辣椒上的烟粉虱的番茄区域,辣椒对照区表示与辣椒处理区、番茄诱集区隔离的区域。

2)表中烟粉虱成虫产卵以调查的“卵+若虫”数量表示。

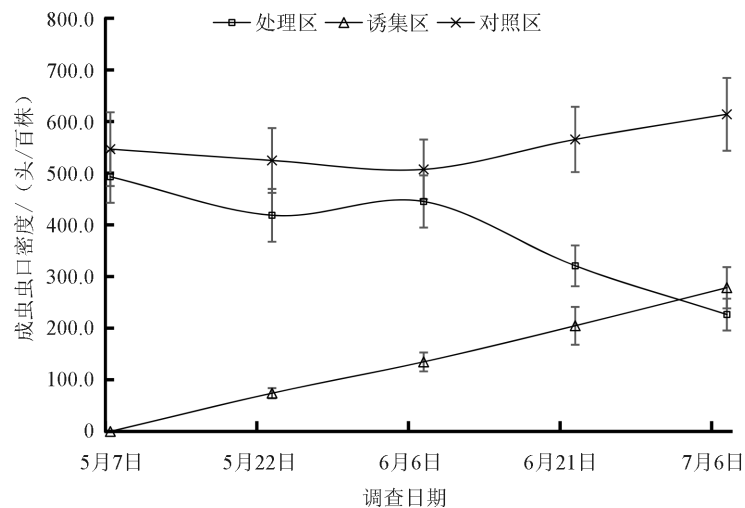


图2 烟粉虱成虫在番茄诱集区、设施辣椒处理区和对照区的种群动态变化

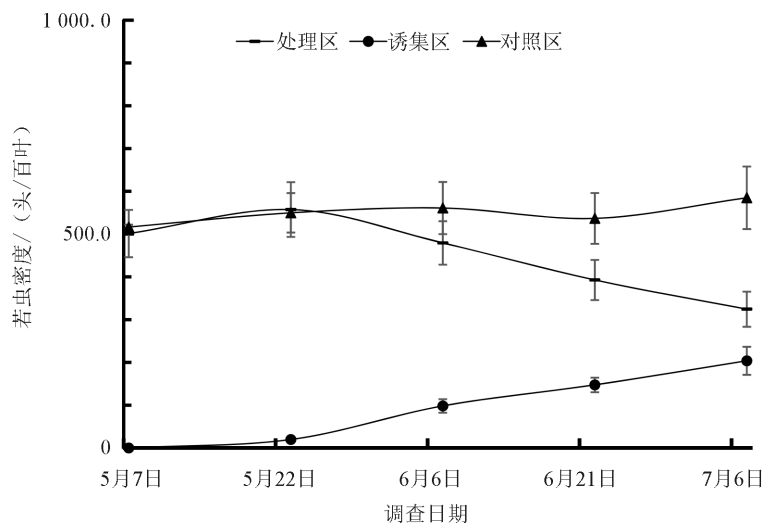


图3 烟粉虱若虫在盆栽番茄区、设施辣椒处理区和对照区的种群动态变化

3 结论与讨论

烟粉虱是一种世界性重要害虫,个体小,种群数量大,传播扩散途径广,易对农药产生抗性,防治难度大。“诱集植物”的利用途径简单易行,不污染环境,可持续性强,对防控害虫具有较为重要的生态学意义和经济利用价值。目前,利用诱集植物防治棉花病虫害方面的研究较多^[7]。如利用哈密瓜(*Cucumis melo*)防治烟粉虱;利用玉米(*Zea mays*)防控棉铃象甲(*Anthonomus grandis*)、绿盲蝽(*Apolygus lucorum*)和稻绿蝽(*Nezara viridula*);利用烟草(*Nicotiana tabacum*)防治绿棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)、烟芽夜蛾(*Heliothis virescens*)、黄缘蝶蛹(*Anterhynchium flavomarginatum*)、粉虱以及南部绿椿象(*Pantatomidae*)等^[8-13]。

高红胜等^[14]开展了烟粉虱对薄荷(*Mentha canadensis*)、苘麻(*Abutilon theophrasti* Medicus)、九层塔(*Ocimum basilicum*)、黄秋葵(*Abelmoschus esculentus*)和苜蓿(*Medicago sativa*)等 8 种植物的寄主选择性试验,发现该虫对薄荷和苘麻的选择性明显高于其他 6 种植物,并进一步证明了薄荷、苘麻分别与露地辣椒间作对烟粉虱具有较好的控制作用。另有学者通过研究发现,烟粉虱对反枝苋表现出较为强烈的趋性,反枝苋对烟粉虱成、若虫的控制效果分别达到 85.3% 和 90.5%,表明反枝苋是一种高效且成本低廉的诱集植物^[15]。烟粉虱对棉花、苘麻和蓖麻 3 种寄主植物的田间趋性和室内选择性结果表明,苘麻上的烟粉虱虫量始终显著高于棉花和蓖麻,棉田烟粉虱对苘麻有明显趋性,苘麻对烟粉虱引诱效果最好^[16]。另有研究发现苘麻对棉花和大豆田中的烟粉虱具有显著的诱集作用,尤其是中播、晚播苘麻对其诱集效果优于早播苘麻,且单株插花种植苘麻的诱集效果分别是片状种植和条带种植苘麻的 7 倍和 3 倍^[17]。

本试验通过向辣椒温室移入盆栽番茄发现,烟粉虱对番茄有明显的选择性,移栽 60 d 后,诱集区番茄上的烟粉虱成虫密度达到处理区辣椒上的 122.92%,诱集区的若虫密度为处理区的 62.82%,处理区成虫、若虫的密度分别为对照区的 36.87% 和 55.49%,番茄对烟粉虱成虫、若虫的防控效果分别达到 63.13% 和 44.51%,证明引入盆栽番茄对辣椒上的烟粉虱具有不错的防治效果。利用番茄防治设施辣椒上的烟粉虱,可采用在花盆内种植番茄,并转移至辣椒温室的方式,降低烟粉虱对辣椒的危害概率,从而减少对辣椒的施药次数与施药量,降低农药残留量,延缓害虫抗药性的产生,实现持续不断防控烟粉虱危害的目的,为辣椒烟粉虱的绿色生态防控提供新方法,并为辣椒的绿色生产开辟新途径。

参考文献:

- [1] 方亚科,刘芳菊,仵均祥. 烟粉虱在杨凌区设施蔬菜上的为害特点及其防控措施 [J]. 中国植保导刊, 2014, 34(4): 34-36, 68.
- [2] 王雨蒙,何亚洲,刘树生,等. 烟粉虱传播植物病毒特性及机制研究进展 [J]. 科学通报, 2020, 65(15): 1463-1475.
- [3] 张灿,王兴民,邱宝利,等. 烟粉虱热点问题研究进展 [J]. 应用昆虫学报, 2015, 52(1): 32-46.
- [4] 杨悦俭,周国治,王荣青,等. 抗番茄黄化曲叶病毒病品种种植中的问题与对策 [J]. 中国蔬菜, 2011(21): 1-4.
- [5] 杨鑫,谢文,王少丽,等. 北京、山东和湖南地区烟粉虱抗药性及 CYP4v2 和 CYP6CX1 mRNA 水平表达量分析 [J]. 植物保护, 2014, 40(4): 70-75.
- [6] 李秋荣,咸文荣. 4 种杀虫剂对设施辣椒烟粉虱的田间防效评价 [J]. 青海农林科技, 2022(2): 69-72.
- [7] HOKKANEN H. Trap Cropping in Pest Management [J]. Annual Review of Entomology, 36: 119-138.

- [8] TILLMAN P G. Tobacco as a Trap Crop for *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) in Cotton [J]. Journal of Entomological Science, 2006, 41(4): 305-320.
- [9] 刘晓, 耿军, 邢茂德, 等. 诱集植物在棉花害虫防治中的应用 [J]. 农学学报, 2022, 12(10): 21-24.
- [10] PIMM S L. The Complexity and Stability of Ecosystems [J]. Nature, 1984, 307: 321-326.
- [11] BOYDL A, RIDOUTC, O'SULLIVAND M, et al. Plant-Pathogen Interactions: Disease Resistance in Modern Agriculture [J]. Trends in Genetics, 2013, 29(4): 233-240.
- [12] SAEED Q, ZAKA M, SAEED S, et al. Lucerne as Trap Crop in Wheat for Development of Predators Population Against Wheat Aphids (Aphididae: Homoptera) [J]. Pakistan Journal of Zoology, 2013, 45: 193-196.
- [13] CASTLE S J. Concentration and Management of *Bemisia tabaci* in Cantaloupe as a Trap Crop for Cotton [J]. Crop Protection, 2006, 25(6): 574-584.
- [14] 高红胜, 韩杜斌, 周福才, 等. 间作嗜好植物对辣椒烟粉虱的控制作用 [J]. 长江蔬菜, 2019(12): 73-76.
- [15] 李秋荣, 李富刚, 来有鹏, 等. 反枝苋对设施辣椒烟粉虱的诱集作用 [J]. 西北农业学报, 2019, 28(3): 481-488.
- [16] 陈文斌, 刘喆, 刘宗泉, 等. 烟粉虱对 3 种寄主植物的田间和室内趋性 [J]. 新疆农业科学, 2021, 58(11): 2049-2055.
- [17] 林克剑, 吴孔明, 张永军, 等. 利用诱集寄主苘麻防治 B 型烟粉虱的研究 [J]. 中国农业科学, 2006, 39(7): 1379-1386.

责任编辑 孙文静