



赵斌, 衡森, 陈学好, 等. 设施黄瓜烟粉虱的区域生态防控研究 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (4): 784–790.

设施黄瓜烟粉虱的区域生态防控研究

赵斌^{1,2}, 衡森¹, 陈学好¹, 苏宏华¹, 吴晓霞³, 张海波¹, 周福才^{1,3*}

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏扬州 225009; 2. 兴化市农业技术推广中心, 江苏兴化 225700;
3. 农业部农产品质量安全生物性危害因子(动物源)控制重点实验室(26116120), 江苏扬州 225009)

摘要: 烟粉虱是设施蔬菜上的重要害虫。为探讨烟粉虱的可持续控制方法, 在蔬菜试验基地, 通过虫源清理、黄板诱杀、诱集剂诱杀和芹菜间作驱虫等综合措施, 研究非化学措施对黄瓜烟粉虱的持续控制作用。结果表明: 在烟粉虱扩散迁移阶段, 虫源的距离与成虫向大棚的迁入量呈负相关, 虫源虫量与迁入量呈正相关; 虫源扰动对烟粉虱迁入具有促进作用; 烟粉虱在扩散过程中对新寄主仍遵循就近选择的原则; 对黄板的选择性明显高于黄瓜, 两者之间的虫量比在 7.91:1~420.00:1; 在棚内使用黄板加引诱剂及黄板加芹菜对黄瓜上的烟粉虱均具有较好的控制作用, 虫口减退率均达到 90% 以上。结果表明, 区域生态防控是对烟粉虱进行可持续绿色控制的有效方式。

关键词: 烟粉虱; 黄板; 诱集剂; 芹菜; 生态控制

中图分类号: Q968.1; S433.39

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2017) 04-0790-07

Studies on regional ecological control of *Bemisia tabaci* in greenhouse cucumber

ZHAO Bin^{1,2}, HENG Sen¹, CHEN Xue-Hao¹, SU Hong-Hua¹, WU Xiao-Xia³, ZHANG Hai-Bo¹, ZHOU Fu-Cai^{1,3*} (1. College of Horticultural and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Xinghua City, Xinghua 225700, Jiangsu Province, China; 3. Key Laboratory of Prevention and Control of Biological Hazard Factors (Animal Origin) for Agrifood Safety and Quality, Ministry of Agriculture of China, Yangzhou University (26116120), Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China)

Abstract: *Bemisia tabaci* is an important pest on greenhouse vegetables. In order to study the sustainable control of *B. tabaci*, the comprehensive non-chemical control methods in vegetable experimental bases were used, such as insect source governance, yellow boards trapping and killing, luring reagent trapping and celery-intercropping expelling, etc., to explore the continuous control effect on cucumber *B. tabaci*. The results showed that there was negative relationship between the distance of insect source with immigrating amount of adult *B. tabaci* to greenhouses in the spreading and migrating phase. Insect amount in the source and immigrating amount were positively related. The disturbance to insect source would accelerate the immigration. *B. tabaci* would choose the nearest new host during the spreadin. *B. tabaci* prefer yellow boards to cucumbers with ratio between them of 7.91:1~420.00:1. Yellow boards with either luring reagent or celery had impressive effects on controlling *B. tabaci* on cucumbers in greenhouses, with the insects decreasing by over 90%. The results indicated that the regional ecological control was an effective

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: 赵斌, 男, 高级农艺师, 研究方向为蔬菜害虫生态防控, E-mail: xhnyjzb@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

收稿日期 Received: 2017-04-02; 接受日期 Accepted: 2017-06-12

way for sustainable green control of *B. tabaci*.

Key words: *Bemisia tabaci*; yellow boards; luring reagent; celery; ecological control

烟粉虱 *Bemisia tabaci* Gennadius 是茄果类、豆类等蔬菜上的重要害虫,严重影响蔬菜的产量、品质和商品性(胡荣利,2014;杨爱民,2014),在保护地蔬菜上甚至可以造成毁棚绝收。目前对烟粉虱的防控技术研究较多,包括农业的、物理的、生物的非化学农药控制技术,许多方法对烟粉虱都具有较好的控制效果,如摘除辣椒下部老叶(丁志宽,2005;荀贤玉,2014),在大棚放风口设置防虫网、棚体外覆盖紫外吸收膜、番茄行间间种黄瓜(吴永汉,2007;何鑫,2013)、辣椒行间间作芹菜(朱培祥,2011;涂洪涛,2014;赵晴,2014;周福才,2014),棚内悬挂黄板(周福才,2003,2015),在棚内用苘麻诱集烟粉虱(赵斌,2010),等等,这些技术为烟粉虱的绿色防控提供了有力的支撑。有关烟粉虱的非化学控制技术还在不断地研发出来。

然而,目前在生产上对烟粉虱实施防控时,不论采用非化学措施,还是采用化学措施,一般都是将主栽作物上的烟粉虱作为防控对象,而较少考虑主栽作物周边环境中的烟粉虱。烟粉虱具有飞行扩散能力,在寄主植物营养胁迫、寄主植物上虫口密度过大时,烟粉虱会主动向周边寄主植物上扩散、迁移(周福才,2007b);环境温度下降时,露地作物上的烟粉虱会向设施作物上转移(周福才,2015)。因此,将主栽作物上烟粉虱作为控制对象,这种“各扫门前雪”的方法难以对烟粉虱实施持久有效的控制。

为了对害虫实施有效控制,我国学者先后提出了综合防治和持续控制的思想(尤民生,1999)。本世纪初,又提出了害虫区域性生态调控的思想(戈峰,2001)。害虫区域性生态调控坚持害虫控制的系统观、综合观、区域观和可持续观的指导思想,将单一农田生态系统扩展到区域性农田景观生态系统,从整体上研究害虫发生和治理。但应用景观生态学的理论和方法研究蔬菜烟粉虱的防控还鲜见系统报道。

本研究利用区域性生态调控的原理,将扬州大学蔬菜试验基地作为一个烟粉虱生态防控试验区,将试验区内秋延后茬口的大棚黄瓜为主栽蔬菜,在区域内采取虫源控制和主栽蔬菜上烟粉虱控制同步进行,对主栽蔬菜上的烟粉虱综合应用

黄板诱杀、引诱剂诱集、芹菜驱避等非化学措施进行防控,研究区域性生态控制措施对主栽蔬菜上烟粉虱的控制效果。本研究利用区域性生态调控的原理,将扬州大学蔬菜试验基地作为一个烟粉虱生态防控试验区,将试验区内秋延后茬口的大棚黄瓜为主栽蔬菜,在区域内采取虫源控制和主栽蔬菜上烟粉虱控制同步进行,对主栽蔬菜上的烟粉虱综合应用黄板诱杀、引诱剂诱集、芹菜驱避等非化学措施进行防控,研究区域性生态控制措施对主栽蔬菜上烟粉虱的控制效果。

1 材料与方法

1.1 供试材料

黄瓜: 扬瓜1号,扬州大学园艺与植物保护学院提供。黄瓜在温室大棚内用基质穴盘育苗,8月13日按照大小行的模式定植在温室大棚内,大行行距100 cm,小行行距40 cm,株距20 cm。

芹菜: 中华药芹,市购。在直径20 cm的花盆中每盆栽3株,供试时芹菜株高15 cm左右。

黄板: 北京中捷四方有限公司生产,规格25 cm × 40 cm。

烟粉虱引诱剂: 北京绿瑞源现代农业科技发展有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 试验基地概况

试验在扬州大学园艺与植物保护学院蔬菜试验基地进行。试验区有12个单体大棚(图1),大棚的裙膜通风口全部打开,其中①-③号棚种植秋延后黄瓜,⑤号棚种植茄子,⑥号和⑦号棚种植辣椒,试验时茄子和辣椒为果实成熟期,烟粉虱虫量大,为试验区烟粉虱的虫源地,其中茄子的虫量为辣椒的10倍左右,本文中茄子上的烟粉虱作为主虫源,辣椒上的烟粉虱作为副虫源。为防止干扰,其它6个大棚的蔬菜上定期用农药控制烟粉虱。分别于9月4日和9月12日清除茄子和辣椒,形成虫源的扰动处理。在9月5日对4个黄瓜大棚分别采用不同的措施对烟粉虱进行防控,其中①号棚悬挂黄板、②号棚悬挂黄板和烟粉虱引诱剂、③号棚悬挂黄板并在黄瓜行间放盆栽芹菜。

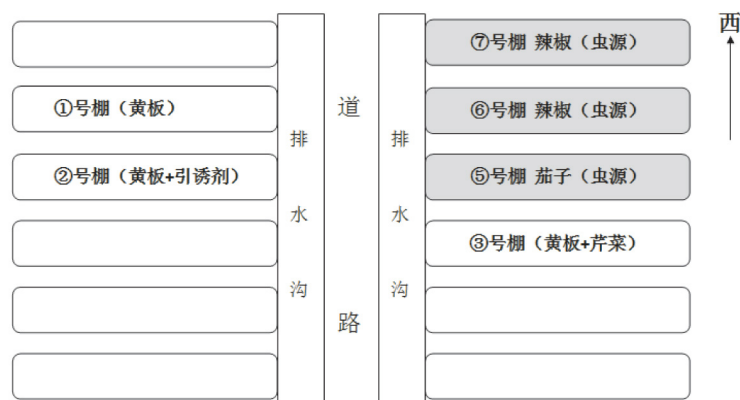


图1 试验基地平面图

Fig. 1 A plan view of the experimental site

1.2.2 虫源地烟粉虱向大棚蔬菜上的迁入量调查

烟粉虱扩散迁移阶段,在黄瓜大棚裙膜放风口悬挂黄板,每2 d 调查一次黄板上烟粉虱成虫数量,调查结束后更换黄板。

1.2.3 黄瓜上烟粉虱虫量调查

在大棚黄瓜中5点取样,每点调查3株,每株随机选上、中、下部叶片各1张,调查3张叶片上烟粉虱成虫的数量。

1.2.4 不同措施对烟粉虱的控制作用

(1) 黄板对黄瓜烟粉虱的控制作用:在①号温室大棚内悬挂黄板,黄板悬挂于大棚四周裙膜通风口处,高度与通风口持平,每2 m 悬挂1张黄板。

(2) 黄板+烟粉虱引诱剂对黄瓜烟粉虱的控制作用:在②号棚悬挂黄板,同时在每个黄板顶端悬挂1个烟粉虱引诱剂。黄板悬挂方式同处理(1)。

(3) 黄板+间作芹菜对黄瓜烟粉虱的控制作用:在③号棚内放置盆栽芹菜,同时悬挂黄板。盆栽芹菜放置在黄瓜行间,盆间距30 cm。黄板悬挂方式同处理(1)。

1.3 数据处理

数据使用 EXCEL 和 DPS 进行平均数及方差分析处理。

2 结果与分析

2.1 虫源距离和虫量对烟粉虱迁入量的影响

虫源距离对烟粉虱成虫的迁入有明显的影响。在虫源未受到扰动的前提下,寄主植物距离虫源越近,迁入的虫量越大。从表1可以看出,9月

3日距离主虫源(5号棚茄子)稍远的2号棚黄瓜上烟粉虱成虫量为2.50头/3叶,而距离主虫源最近的3号棚黄瓜上烟粉虱成虫量为10.25头/3叶,是2号棚黄瓜上的4.1倍。

虫源虫量与烟粉虱的迁入量有关,在虫源未受到扰动的情况下,虫源的虫量越大,迁入的虫量也相对越大。本试验基地茄子上烟粉虱的虫量为辣椒的10倍左右。从表1可以看出,1号棚和2号棚分别与辣椒和茄子两个虫源大棚相对,9月3日,两个大棚的黄瓜上烟粉虱成虫量分别为0.34头/3叶和2.50头/3叶,后者是前者的7.25倍,后者明显高于前者。

2.2 虫源扰动对烟粉虱迁入量的影响

虫源扰动可以加速烟粉虱向周边寄主扩散。从表1可以看出,9月4日清除茄子时,主虫源茄子上的烟粉虱成虫受到扰动,迅速向周边的黄瓜田扩散,黄瓜上烟粉虱虫量快速上升,9月5日,距离虫源(5号茄子棚)最近的3号棚黄瓜上烟粉虱成虫59.80头/3叶,而距离虫源稍远的2号棚上黄板虫量仅为15.80头/3叶,而更远的1号棚仅为1.50头/3叶。9月12日,副虫源(2个辣椒棚)清棚后,烟粉虱再次向周边的黄瓜田扩散,黄瓜上的虫量再次上升,清棚次日(9月13日),距离虫源(6号、7号辣椒棚)最近的1号棚黄瓜上烟粉虱成虫数量为1.3头/3叶,较清棚前的12日(0.94头/3叶)上升38.30%,3号棚上升32.66%。结果表明,虫源扰动对烟粉虱迁入具有促进作用,烟粉虱在扩散过程中对新寄主仍遵循就近选择的原则,在寄主作物上的迁入量与寄主的距离呈正相关。

表 1 大棚黄瓜上烟粉虱的成虫数量
Table 1 The number of adult *Bemisia tabaci* in greenhouse cucumber

调查日期 (mm - dd) Date	烟粉虱虫量 (头/3 叶) The number of <i>Bemisia tabaci</i>		
	1 号棚 (No. 1)	2 号棚 (No. 2)	3 号棚 (No. 3)
9 - 03	0.34 ± 0.00 a	2.50 ± 0.29 b	10.25 ± 1.87 c
9 - 05	1.50 ± 0.12 a	15.80 ± 4.15 b	59.80 ± 7.95 c
9 - 07	0.40 ± 0.14 a	12.24 ± 2.46 b	43.50 ± 7.12 c
9 - 09	0.55 ± 0.20 a	9.90 ± 2.87 b	33.95 ± 6.41 c
9 - 11	0.94 ± 0.31 a	6.80 ± 2.03 b	22.20 ± 4.10 c
9 - 13	1.30 ± 0.24 a	10.15 ± 3.86 b	29.45 ± 3.57 c
9 - 15	2.70 ± 0.86 a	11.37 ± 5.01 b	31.22 ± 4.67 c
9 - 17	3.05 ± 0.63 a	13.08 ± 4.87 b	35.62 ± 5.01 c
9 - 19	3.86 ± 0.98 a	10.46 ± 3.46 b	29.58 ± 4.03 c
9 - 21	4.25 ± 1.02 a	8.65 ± 3.52 b	20.12 ± 3.57 c

注：表中同一行数据采用 Duncan’s 新复极差测验检验，不同小写字母分别表示在 0.05 水平上差异显著。Note: The data in the table is Mean ± SE Different letters above the same rows indicate significant difference between treatment at 0.05 level.

2.3 烟粉虱对黄板的选择性

烟粉虱对黄板具有较强的趋性。从表 2 可以看出，烟粉虱从虫源地向外扩散的过程中，对黄板的选择性明显高于黄瓜，两者之间的虫量比在 7.91:1 ~ 420.00:1，如 9 月 7 日，1 号棚、2 号棚和 3 号棚上黄板和单张黄瓜叶片上的成虫量之比分别为 420.00:1、22.62:1、172.41:1。表明烟粉虱对黄板较黄瓜具有更强的选择性。

表 2 黄板和黄瓜叶片上的烟粉虱成虫量之比
Table 2 The ratio of adult number of *Bemisia tabaci* on yellow boards and cucumber leaves

调查日期 (mm - dd) Date	成虫数量之比 The ratio of adult number of <i>Bemisia tabaci</i>		
	1 号棚 (No. 1)	2 号棚 (No. 2)	3 号棚 (No. 3)
9 - 07	420.00	22.62	172.41
9 - 09	258.00	24.42	132.55
9 - 11	126.06	30.66	117.57
9 - 13	79.85	23.29	101.87
9 - 15	26.44	16.75	96.09
9 - 17	25.18	11.51	65.69
9 - 19	18.19	15.00	53.25
9 - 21	7.91	12.66	42.72

2.4 黄板 + 引诱剂和黄板 + 芹菜对黄瓜烟粉虱的控制作用

黄板 + 引诱剂和黄板 + 间作芹菜对黄瓜烟粉虱均有较好控制作用（图 2）。从图 2 可以看出，随着时间的延长，黄瓜上烟粉虱的虫口减退率持续上升，如 9 月 17 日至 10 月 11 日，黄板 + 引诱剂处理的黄瓜上烟粉虱的虫口减退率从 17.22% 上升到 90.76%，黄板 + 间作芹菜的虫口减退率从 40.43% 上升到 90.97%；烟粉虱的数量分别从 13.08 头/3 叶下降到 1.46 头/3 叶和 35.62 头/3 叶下降到 5.40 头/3 叶，降低到防治指标以下。

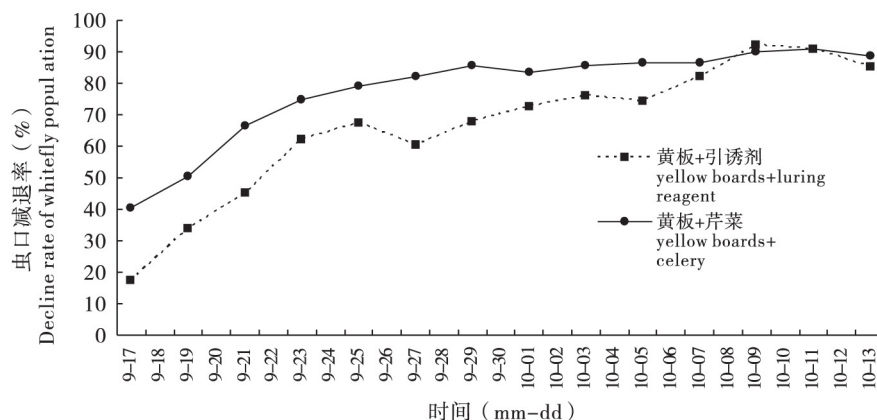


图2 不同处理黄瓜上烟粉虱的虫口减退率

Fig. 2 The decline rate of *Bemisia tabaci* population on the cucumber in different treatments

3 结论与讨论

烟粉虱具有一定的飞行能力(周福才, 2007a)。在江苏, 每年春天和秋天会随着气温的变化在露地和保护地作物间之间迁移(赵明, 2015); 在作物生长期, 当寄主植物营养胁迫和作物换茬时, 烟粉虱也会进行寄主转换、迁移(周福才, 2007a)。因此, 控制虫源是防控烟粉虱的重要前提。本研究发现, 虫源植物上虫量较大时, 烟粉虱成虫会源源不断地向周边寄主植物扩散。因此, 在对烟粉虱实施防控时, 应将主栽蔬菜与周边的环境作为一个整体区域, 系统考虑区域内所有植物的防控策略和防控措施, 统筹区域内植物的控制。只对主栽植物进行局部控制, 各扫门前雪, 难以对烟粉虱实施持久有效的控制。本研究还发现, 虫源受到扰动时, 会加速烟粉虱从虫源地向周边寄主植物上的扩散速度。因此, 在对虫源寄主植物进行清理时, 要预先做好烟粉虱的防扩散工作, 如大棚密封后进行高温闷棚, 或药剂喷杀, 以减轻对虫源周边寄主植物的影响。

准确测报预警是害虫防治的关键和前提。近十多年来, 一些学者围绕蔬菜害虫测报预警开展了大量研究, 利用系统的数据和科学的调查方法建立了一些害虫的测报预警办法(罗文辉, 2006; 任顺祥, 2014; 洪文英, 2015)。但由于目前的蔬菜生产的特殊性(蔡良华, 2011), 大田作物上常用的“统一测报、统防统治”模式在蔬菜上难以实施, 而目前蔬菜生产从业人员的素质特点也难以直接使用这些测报预警技术。因此, 建立适合

现代蔬菜生产经营主体的蔬菜害虫简易测报预警技术显得十分重要。本研究发现, 在黄瓜田中, 烟粉虱对黄板的选择率是黄瓜的数倍到数百倍, 并且黄板对烟粉虱还具有较好的诱杀作用。目前, 黄板已在设施蔬菜生产上普遍应用, 生产上如果能应用黄板建立蔬菜烟粉虱的简易测报预警方法, 这对蔬菜烟粉虱的防控将具有重要作用。

从生态学角度, 对害虫的生态控制可分为时间调控、空间调控、行为调控等方式, 如利用灯光、颜色、性外激素、食物等进行诱集, 利用防虫网、高秆植物等进行隔离, 用弱(非)嗜好性植物等进行驱离, 利用调节播种期避开害虫的发生迁入高峰, 等等(赵斌, 2010; 周福才, 2012; 赵明, 2015; 杨爱民, 2016)。但在实际使用过程中, 往往是将多种类型的技术组合使用, 如将诱集和驱避相结合的推-拉技术(Samantha, 2007)、利用载体植物系统自主繁衍天敌昆虫技术(肖英方, 2012), 等等, 以提高综合防控效果。本研究发现, 综合应用芹菜、黄板、引诱剂等对烟粉虱进行驱避和诱集处理, 通过行为调控, 可以有效的降低主栽植物上烟粉虱的侵害, 实现对烟粉虱的非化学控制。但是, 生态防控并不排斥使用化学农药, 目标是降低化学农药的使用量。农业措施和生物措施具有生态环境友好的优势, 但同时具有控虫速度缓慢的缺陷, 因此, 在使用过程中应根据害虫的发生时期和发生程度选择使用, 如在发生前期采用农业措施、物理措施和生物措施为主, 在烟粉虱暴发阶段或对烟粉虱的虫源地采用化学措施实施应急防控也是必要的措施。

烟粉虱是设施蔬菜上的重要害虫。根据蔬菜

生产和烟粉虱的发生为害特点, 烟粉虱的防控应遵循“全程控制、区域控制、生态控制”的原则。烟粉虱防控要从发生后的应急防治扩大到对作物生产全过程的预防; 防控对象要从主栽作物扩大到主栽作物及其周边环境; 防控手段要从以化学农药为主转为以农业的、物理的、生物的措施为主, 化学农药为辅助的方式(周泽华, 2009; 周福才, 2014, 2017)。在烟粉虱不同的发生阶段和发生程度宜采用不同的防控策略, 在防控手段上宜优先采用非化学措施, 以保护环境的生物多样性, 实现蔬菜烟粉虱的可持续控制。

参考文献 (References)

- Cai LH, Bian JS. Consideration of disease and injurious insect status of vegetables in Haimen City [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2011, 14: 50–51. [蔡良华, 卞觉时. 海门蔬菜病虫害测报现状及思考. 长江蔬菜, 2011, 14: 50–51]
- Ding ZK, Lin SX, Xun XY. The studies on hazard and control technology of *Bemisia tabaci* (Gennadius) [J]. *Journal of Jiangxi Plant Protection*, 2005, 28 (3): 115–116. [丁志宽, 林双喜, 荀贤玉. 烟粉虱发生危害及控制技术 [J]. 江西植保, 2005, 28 (3): 115–116]
- Ge F. The principles, methods and practices of regional ecological regulation and management of pests [J]. *Entomological Knowledge*, 2001, 38 (5): 337–341. [戈峰. 害虫区域性生态调控的理论、方法及实践 [J]. 昆虫知识, 2001, 38 (5): 337–341]
- Heng X, Zhao TM, Zhao LP, et al. Intercropping and several physical control of tomato yellow leaf curl virus prevention and control effect [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2013, 41 (5): 86–90. [何鑫, 赵统敏, 赵丽萍, 等. 间作及几种物理防治对番茄黄化曲叶病毒病的防控效果 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41 (5): 86–90]
- Hong WY, Wu YJ, Wang DZ, et al. Study on the trapping effect with yellow sticky cards and forecasting model of tobacco whitefly in protected vegetables [J]. *Journal of Agriculture*, 2015, 5 (7): 39–46. [洪文英, 吴燕君, 王道泽, 等. 黄板对设施蔬菜烟粉虱的诱集效应与预测模型研究 [J]. 农学学报, 2015, 5 (7): 39–46]
- HuRL, Zhu SD, Zhou FC, et al. Effects of *Bemisia tabaci* B biotype on fruit quality of tomato [J]. *Journal of Yangzhou University* (Agricultural and Live Science Edition), 2014, 35 (3): 80–84. [胡荣利, 祝树德, 周福才, 等. 烟粉虱为害对番茄果实品质的影响 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2014, 35 (3): 80–84]
- Luo WH, Gong DX, Liu CM, et al. Study on the occurrence and forecasting technology of vegetable pests and diseases in day city in 2005 [J]. *Plant Protection of Hubei*, 2006, 3: 17–18. [罗文辉, 龚德祥, 刘昌敏, 等. 大冶市2005年蔬菜病虫害发生与测报技术探讨 [J]. 湖北植保, 2006, 3: 17–18]
- Ren SX, Liu TX, Du YZ, et al. Systematic investigation and monitoring of vegetable whitefly [J]. *Application of Entomology*, 2014, 51 (3): 859–862. [任顺祥, 刘同先, 杜予州, 等. 蔬菜粉虱的系统调查与监测技术 [J]. 应用昆虫学报, 2014, 51 (3): 859–862]
- Samantha MC, Zeyaur RK, John A. The use of push–pull strategies in integrated pest management [J]. *Annual Review of Entomology*, 2007, 52: 375–400.
- Tu HT. Different Types of Celery Varieties on Cucumber *Bemisia tabaci* Control and Its Mechanism [D]. Beijing: China Agricultural University, 2014. [涂洪涛. 不同芹菜品种对黄瓜上烟粉虱的防控及其机理探究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2014]
- Wu YH, Zhang CZ, Xu WC, et al. Effect of insect-resistant net on isolation of tomato *Bemisia tabaci* in greenhouse [J]. *Wenzhou Agricultural Science and Technology*, 2007, 4: 39–41. [吴永汉, 张纯胃, 许方程, 等. 防虫网对越冬大棚番茄烟粉虱的隔离效果试验 [J]. 温州农业科技, 2007, 4: 39–41]
- Xiao YF, Mao RQ, Shen GQ, et al. Banker plant system: A new approach for biological control of arthropod pests [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2012, 28 (1): 1–8. [肖英方, 毛润乾, 沈国清, 等. 害虫生物防治新技术——载体植物系统 [J]. 中国生物防治学报, 2012, 28 (1): 1–8]
- Xun XY, Li Y, Ding ZK. The investigation of whitefly composition on greenhouse peppers and its application on controlling [J]. *Journal of Scientific Breeding*, 2014, 6: 33. [荀贤玉, 李瑛, 丁志宽. 大棚青椒烟粉虱虫量构成调查及其在绿色防控上的应用 [J]. 科学种养, 2014, 6: 33]
- Yang AM, Zhou FC, Su HH, et al. Induction of carbohydrate-related substances in tomatoes [J]. *Journal of Yangzhou University* (Agricultural and Live Science Edition), 2016, 37 (4): 97–102. [杨爱民, 周福才, 苏宏华, 等. 外源茉莉酸甲酯对番茄体内抗烟粉虱体相关物质的诱导 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2016, 37 (4): 97–102]
- Yang AM, Zhou FC, Hu QJ, et al. Effects of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on yield and quality of chilli [J]. *Journal of Yangzhou University* (Agricultural and Live Science Edition), 2014, 34 (1): 77–80. [杨爱民, 周福才, 胡其靖, 等. 烟粉虱对辣椒产量和品质的影响 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2014, 34 (1): 77–80]
- You MS, Wang HC, Yang G. The sustainable control of agricultural insect pests [J]. *Journal of Fujian Agricultural University*, 1999, 28 (4): 434–440. [尤民生, 王海川, 杨广. 农业害虫的持续控制 [J]. 福建农业大学学报, 1999, 28 (4): 434–440]
- Zhao B, Zhou FC, Li CM, et al. Effects of castor and abutilon leaf extracts on *Bemisia tabaci* on tomato plants in greenhouse [J]. *Journal of Yangzhou University* (Agricultural and Live Science Edition), 2010, 31 (4): 86–89. [赵斌, 周福才, 李传明, 等. 蓖麻和苘麻叶片粗提物对大棚番茄烟粉虱的作用 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2010, 31 (4): 86–89]
- Zhao M, Yang AM, Zhou FC, et al. Study on population dynamics of vegetable *Bemisia tabaci* in Jiangsu province [J]. *Journal of Yangzhou University* (Agricultural and Live Science Edition),

- 2015, 35 (3): 90–94. [赵明, 杨爱民, 周福才, 等. 江苏地区设施蔬菜烟粉虱的种群动态研究 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2015, 35 (3): 90–94]
- Zhao Q. Study on the Control Effect and Mechanism of Associated Viceless Vegetables on Cucumber *Bemisia tabaci* [D]. Beijing: China Agricultural University, 2014. [赵晴. 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 [D]. 北京: 中国农业大学, 2014]
- Zhou FC. Occurring and damage of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and its ecological control in Jiangsu province [J]. *China Plant Protection*, 2017, 37 (1): 41–45. [周福才. 江苏地区烟粉虱的发生为害与生态防控 [J]. 中国植保导刊, 2017, 37 (1): 41–45]
- Zhou FC, Du YZ, Sun W, et al. Impact of yellow traps to sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in vegetable fields [J]. *Entomological Journal of East China*, 2003, 12 (1): 96–100. [周福才, 杜予州, 孙伟, 等. 黄板对菜地烟粉虱的诱集作用研究 [J]. 华东昆虫学报, 2003, 12 (1): 96–100]
- Zhou FC, Wang Y, Ren SX, et al. Flight behavior and IPM strategies of *Bemisia tabaci* [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007a, 18 (2): 451–455. [周福才, 王勇, 任顺祥, 等. 烟粉虱的飞行行为与害虫综合治理策略 [J]. 应用生态学报, 2007a, 18 (2): 451–455]
- Zhou FC, Wang Y, Li CM, et al. Effect of host species, host distance and population density on dispersal activity of *Bemisia tabaci* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007b, 27 (11): 4913–4918. [周福才, 王勇, 李传明, 等. 寄主种类、距离和种群密度对烟粉虱扩散的影响 [J]. 生态学报, 2007b, 27 (11): 4913–4918]
- Zhou FC, Yang AM, Chen XH, et al. The studies on technology of ecological control against *Bemisia tabaci* (Gennadius) on facilities vegetables [J]. *Journal of Yangzhou University (Agricultural and Live Science Edition)*, 2014, 35 (3): 75–79. [周福才, 杨爱民, 陈学好, 等. 设施蔬菜烟粉虱生态控制技术研究 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2014, 35 (3): 75–79]
- Zhou FC, Zhou JH, Yang AM, et al. The killing effect of sex attractant and yellow combined use on vegetable *Bemisia tabaci* (Gennadius) on facilities vegetables [J]. *Journal of Biosafety*, 2015, 24 (1): 51–56. [周福才, 周建华, 杨爱民, 等. 性诱剂和黄板联合使用对设施蔬菜烟粉虱的诱集效果比较 [J]. 生物安全学报, 2015, 24 (1): 51–56]
- Zhou ZH, Zhou FC, Zhao B, et al. Establishment and early control of the population of *Bemisia tabaci* in Jiangsu Province [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2009, 29 (3): 130–132. [周泽华, 周福才, 赵斌, 等. 江苏地区烟粉虱露地种群的建立与早期控制 [J]. 江苏农业科学, 2009, 29 (3): 130–132]
- Zhu PX, Liu MC, Qin YC, et al. Protective effect of celery on greenhouse whitefly (Lepidoptera) was studied [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2011, 48 (2): 375–378. [朱培祥, 刘美昌, 秦玉川, 等. 保护地间作芹菜对温室粉虱的防治作用 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48 (2): 375–378]