

芹菜不同种植方式对3种蔬菜田烟粉虱的控制作用

衡 森¹, 周福才^{1,2*}, 陈学好¹, 苏宏华¹, 赵 斌³,
张海波¹, 邵益栋⁴, 杨爱民¹, 张心宁⁵, 夏秋霞⁴

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225009; 2. 扬州大学农业与农产品安全国际合作联合实验室, 扬州 225009; 3. 江苏省兴化市农业技术推广中心, 兴化 225700; 4. 江苏省江阴市农业技术推广中心, 江阴 214431; 5. 江苏省睢宁县农业委员会, 睢宁 221200)

摘要 通过在黄瓜、辣椒、番茄3种蔬菜田四周和行间间作芹菜(品种‘中华芹药’),研究芹菜不同种植方式和不同间作密度对3种蔬菜上烟粉虱的控制作用。结果表明,辣椒田以8:1(每8行辣椒间作1行芹菜)、5:1、3:1的比例间作芹菜,烟粉虱口减退率最高分别可达62.45%、73.33%、86.67%,周植(在蔬菜种植小区四周“围栏状”种植1行芹菜,株距10 cm)虫口减退率与芹菜间作5:1相当;黄瓜田以1:1和3:1密度间作芹菜,烟粉虱口减退率最高分别可达77.14%、42.86%,5:1间作时与对照差异不显著,周植芹菜仅在黄瓜生育前中期对烟粉虱有一定控制效果,在黄瓜生育后期无明显的控制效果;番茄田以3:1与5:1间作芹菜,烟粉虱口减退率最高分别可达90.12%、75.49%,8:1间作时与对照差异不显著,周植芹菜仅在番茄生育前期对烟粉虱有一定控制效果,在番茄生育中后期无明显的控制效果。

关键词 烟粉虱; 芹菜; 间作; 周植; 防治效果

中图分类号: S 474 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.03.018

Control effects of different planting ways of celery on *Bemisia tabaci* on three vegetable species

Heng Sen¹, Zhou Fucui^{1,2}, Chen Xuehao¹, Su Honghua¹, Zhao Bin³,
Zhang Haibo¹, Shao Yidong⁴, Yang Aimin¹, Zhang Xinning⁵, Xia Qiuxia⁴

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Joint International Research Laboratory of Agriculture & Agri-Product Safety, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;
3. Agricultural Technology Extension Center of Xinghua City, Jiangsu 225700, China;
4. Agricultural Technology Extension Center of Jiangyin City, Jiangsu 214431, China;
5. Agricultural Committee of Suining County, Jiangsu 221200, China)

Abstract By intercropping and peripherally planting celery with cucumber, pepper, and tomato, the control effects of different planting methods on *Bemisia tabaci* in cucumber, pepper and tomato fields were studied. The results showed that the decrease rate of whitefly population reached 62.45%, 73.33% and 86.67%, respectively, when the intercropping proportions (pepper:celery) were 8:1, 5:1, and 3:1, and peripheral planting celery had similar control effect with the intercropping the at ratio of 5:1 (pepper:celery). When the intercropping ratios (cucumber:celery) were 1:1 and 3:1 in the cucumber field, highest control effect on whitefly reached 77.14% and 42.86%, respectively, but 5:1 intercropping ratio was not significantly different from that of the control group. Only in the early and middle stage of cucumber growth, there was a certain control effect on whitefly when peripherally planting celery in the cucumber field, and no significant control effect was found in the late growth stage. When celery was interplanted with tomato by a ratio of 3:1 or 5:1, highest control effect on whitefly reached 90.12% and 75.49%, respectively, but the control effect was not significant compared with that of

收稿日期: 2016-07-24 修订日期: 2016-08-27

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)

* 通信作者 E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

the control when the celery was intercropped by a ratio of 8:1. Only in the early stage of tomato growth, peripheral planting of celery had a certain control effect on whiteflies in the tomato field, and there was no significant control effect in the middle and late growth stage of tomato.

Key words *Bemisia tabaci*; celery; intercropping; peripheral planting; control effect

间作、套作、轮作等是我国传统的作物种植方式,合理的作物种植方式,不仅可以提高对土地和光能等自然资源的利用率,还可以充分发挥自然因子对病虫害的控制作用,实现对病虫害的绿色防控^[1],实现经济效益、生态效益和社会效益的统一。随着人们对农作物产品安全品质要求的提高,利用作物间套作等农业措施控制害虫也越来越受到重视,并取得了明显的成效,如甘蓝与大蒜间作控制甘蓝菜青虫和菜蚜^[2],蓖麻与黑豆间作控制大豆蚜虫和大豆食心虫^[3];大豆与早熟马铃薯间作防治大豆蚜虫^[4]等等。采用合适的作物间套作组合,是实现蔬菜害虫绿色防控的重要手段。

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,在保护地蔬菜上甚至可以造成毁棚绝收。目前生产上主要采用化学措施防治烟粉虱,而长期使用化学农药造成的抗药性上升和蔬菜农药残留超标已成为烟粉虱防控的重要制约因素。利用作物间套作,研究蔬菜烟粉虱的非化学防控方法已成为人们关注的热点,并取得较理想的进展。芹菜是烟粉虱的非嗜好植物,对蔬菜烟粉虱具有较好的驱避作用^[5-8]。在辣椒^[6]、黄瓜^[9]中间作芹菜可以大幅度降低目标蔬菜上烟粉虱的虫口密度。不同品种、不同生育期芹菜对烟粉虱的驱避作用存在明显的差异^[8]。

目前在生产上利用芹菜的驱避作用控制烟粉虱主要是通过蔬菜中间作芹菜的方式。为了更利于这一技术的推广应用,本文探讨不同栽培模式和不同间作密度下,芹菜对辣椒、黄瓜、番茄等 3 种蔬菜上烟粉虱的控制作用,以期为蔬菜烟粉虱的非化学控制提供新的技术。

1 材料与方法

1.1 供试材料

辣椒:‘苏椒 5 号’,由江苏省农业科学院蔬菜研究所提供。

番茄:‘苏粉 10 号’,由江苏省农业科学院蔬菜研究所提供。

黄瓜:‘扬黄瓜 1 号’,由扬州大学园艺与植物保护学院提供。

芹菜:‘中华药芹’,市购。

供试虫源:田间自然发生的烟粉虱(经鉴定为 Q 生物型)。

1.2 试验方法

1.2.1 芹菜间作对辣椒上烟粉虱的影响

试验于 2015 年 5 月 4 日—11 月 3 日在扬州市种子管理站温室大棚中进行。大棚长 60 m,宽 6 m,棚内按宽度平均分成 3 个 60 m 长的小区,其中两个小区分别进行辣椒与芹菜间作试验,另一个小区辣椒单种作为对照。辣椒与芹菜种间处理设 3:1(即每 3 行辣椒间作 1 行芹菜)、5:1(即每 5 行辣椒间作 1 行芹菜)、8:1(即每 8 行辣椒间作 1 行芹菜) 3 种间作方式(下同),每处理设置 6 个重复,不同处理间种 5 行辣椒作为隔离带。辣椒株距 40 cm,行距 60 cm,芹菜株距 10 cm。田间常规管理。

1.2.2 芹菜周植对辣椒上烟粉虱的影响

试验地点和试验条件同 1.2.1。共 3 个小区,其中一个小区进行芹菜周植(在辣椒外缘四周“围栏”状种植 1 行芹菜),一个小区辣椒与芹菜 5:1 间作(即每 5 行辣椒间作 1 行芹菜),最后一个小区辣椒单种作为对照。芹菜株距 10 cm。田间常规管理。

1.2.3 芹菜不同种植方式对黄瓜上烟粉虱的影响

试验地点和试验条件同 1.2.1。芹菜间作同 1.2.1,间作比例为 1:1、3:1、5:1。田间常规管理。

芹菜周植设置方式同 1.2.2,黄瓜株距 30 cm,行距 50 cm,芹菜株距 10 cm。田间常规管理。

1.2.4 芹菜不同种植方式对番茄烟粉虱的影响

试验在兴化市农业示范园区温室大棚中进行,棚长 80 m,宽 15 m。大棚按宽度平均分成 5 个 80 m 长的小区,其中两个小区进行间作、两个小区进行周植、一个小区番茄单种作为对照,间作比例及周植方式同辣椒田。番茄株距 35 cm,行距 50 cm,芹菜株距 10 cm。田间常规管理。

1.2.5 烟粉虱调查方法

烟粉虱调查从蔬菜定植后开始,每 3 d 调查 1 次,调查时间为 15:00—17:00。每处理固定 5 点,每点随机调查 5 株,每株分别取上、中、下部叶片各 1 张,计每张叶片上烟粉虱成虫数。

1.2.6 数据处理与分析

以虫口减退率评价芹菜对蔬菜烟粉虱控制效果。虫口减退率用下列公式计算：

虫口减退率(%)=(对照植株上烟粉虱虫量-处理植株上烟粉虱虫量)/对照植株上烟粉虱虫量 $\times 100$ 。

使用 EXCEL2007 及 SPSS 13.0 应用方差分析方法对处理与对照结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 芹菜不同种植方式对辣椒上烟粉虱的影响

2.1.1 芹菜不同间作密度对辣椒上烟粉虱的影响

辣椒间作芹菜后,辣椒上烟粉虱的虫口密度均显著低于对照(图1),如10月9日,3:1间作处理的辣椒上烟粉虱数量为5.6头/3叶,和对照相比下降了86.67%($P<0.01$)。随着芹菜间作密度的加大,烟粉虱虫口密度下降,如以8:1、5:1、3:1间作的辣椒上烟粉虱虫口减退率最高分别可达62.45%、73.33%、86.67%,表明辣椒田间作芹菜对控制烟粉虱有显著的作用。

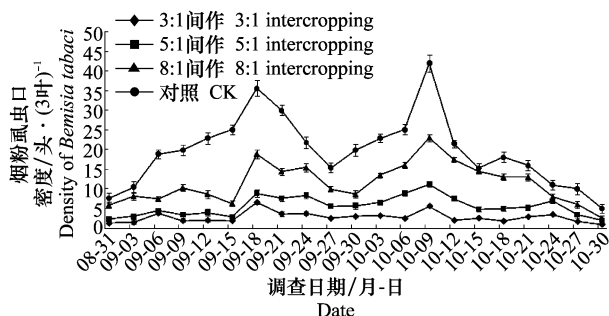


图1 芹菜不同间作密度下辣椒上烟粉虱的种群动态

Fig. 1 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on pepper after celery intercropping at different ratios

2.1.2 芹菜周植方式对辣椒上烟粉虱的影响

周植芹菜对辣椒烟粉虱也有明显的控制作用(图2),如9月15日处理的辣椒上烟粉虱数量为7.5头/3叶,和对照相比下降了71.69%($P<0.01$)。从图2还可以看出,芹菜周植与芹菜5:1间作处理的辣椒上烟粉虱虫量没有显著差异,即辣椒田间周植芹菜对烟粉虱的控制作用与5:1间作的效果相当。

2.2 芹菜不同种植方式对黄瓜上烟粉虱的影响

2.2.1 芹菜不同间作密度对黄瓜上烟粉虱的影响

高密度间作芹菜对黄瓜上烟粉虱种群数量有良好的控制效果。从图3可以看出,1:1和3:1间作芹菜后黄瓜上烟粉虱种群数量显著低于对照,如5月25

日1:1和3:1处理黄瓜上烟粉虱数量分别为16头/3叶和40头/3叶,烟粉虱虫口减退率分别为77.14%和42.86%($P<0.05$),但5:1间作芹菜时,处理黄瓜上烟粉虱数量为61头/3叶,与对照相比差异不显著($P>0.05$)。结果表明,在黄瓜田中较高密度间作芹菜对烟粉虱有较好的控制效果,较低密度间作时对烟粉虱种群的控制作用相对较差。

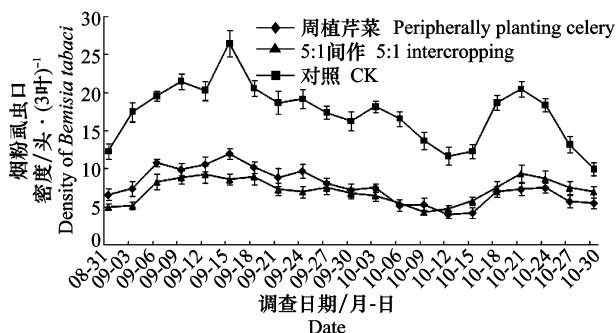


图2 辣椒田间周植芹菜后辣椒上烟粉虱种群动态

Fig. 2 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on pepper when peripherally planting celery in the pepper field

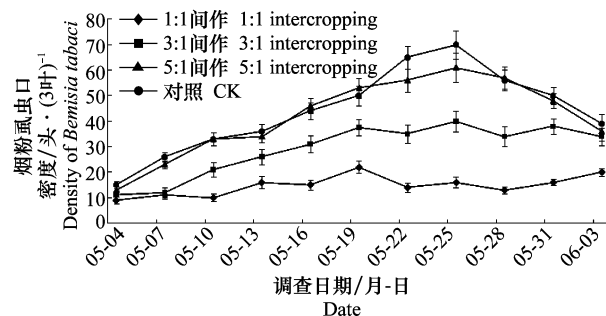


图3 田间作芹菜后黄瓜上烟粉虱种群动态

Fig. 3 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on cucumber after celery intercropping at different ratios

2.2.2 芹菜周植对黄瓜上烟粉虱的影响

黄瓜周植芹菜对烟粉虱种群有较好的控制作用。从图4可以看出,10月6日前黄瓜周植芹菜处理的黄瓜上烟粉虱数量显著低于对照,如9月15日处理辣椒上烟粉虱数量为16.9头/3叶,烟粉虱虫口减退率为57.3%($P<0.05$)。从10月6日始,处理辣椒上烟粉虱的虫口数量与对照相比不再显著($P>0.05$)。结果表明,黄瓜田间周植芹菜在黄瓜生育前中期对烟粉虱种群密度具有较好的控制效果,而到了黄瓜生育后期,这种控制效果急剧下降。

2.3 芹菜不同种植方式对番茄上烟粉虱的影响

2.3.1 芹菜不同间作密度对番茄上烟粉虱的影响

番茄行间高密度间作芹菜对烟粉虱种群数量有明显的控制效果。从图5可以看出,3:1与5:1间作处理的番茄上烟粉虱虫口密度显著低于对照,8:1间

作与周植处理与对照差异不显著,如 10 月 28 日,3:1 与 5:1 间作处理的番茄上烟粉虱数量分别为 10 头/3 叶和 25 头/3 叶,烟粉虱虫口减退率分别为 90.12% 和 75.49% ($P < 0.01$),而 8:1 间作芹菜处理番茄上烟粉虱数量与对照差异不显著 ($P > 0.05$),说明番茄田仅在芹菜间作密度大时对烟粉虱种群数量有显著的控制作用。

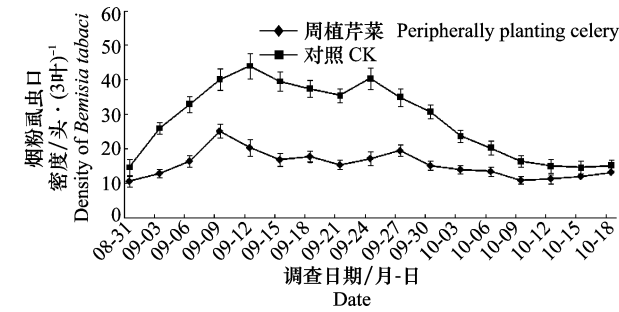


图 4 黄瓜田周植芹菜处理黄瓜上烟粉虱种群动态

Fig. 4 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on cucumber when peripherally planting celery with cucumber

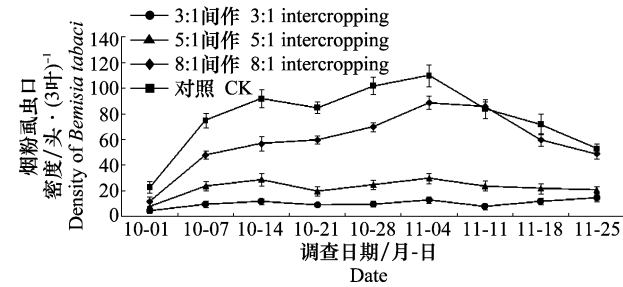


图 5 芹菜不同间作密度番茄上烟粉虱种群动态

Fig. 5 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on tomato after celery intercropping with tomato at different ratios

2.3.2 芹菜周植对番茄上烟粉虱的影响

芹菜周植对番茄上烟粉虱的控制效果一般。从图 6 可以看出番茄田周植芹菜,仅在番茄生育前期对烟粉虱的种群密度起到一定的控制作用,如 10 月 14 日,处理番茄上烟粉虱虫量 58 头/3 叶,烟粉虱虫口减退率为 36.95% ($P < 0.05$),但 10 月 21 日以后,处理与对照烟粉虱虫量差异不再显著 ($P > 0.05$)。结果显示,番茄田周植芹菜仅在番茄生育前期对烟粉虱种群数量有一定控制效果,而在番茄生育中后期无明显的控制效果。

3 讨论

作物间套作是我国传统的控制病虫害的方法之一。关于作物间套作控虫的机制目前研究较多。间套作提高了生物多样性指数,提高了对害虫的自然

控制作用。如柑橘园生草间作,增加了天敌亚群落的物种数量,有利于害虫生态控制^[10];大豆与玉米间作,可以使天敌跟随紧密,从而有利于对大豆蚜的控制^[11];在甘蓝中间作大蒜,提高了节肢动物群落的多样性和益害比,降低春甘蓝菜青虫和菜蚜的发生程度^[2]。非嗜好植物散发的气味对害虫有驱避作用。如细杆沙蒿 *Artemisia macilenta* 散发的气味邻苯二甲酸酯、4,4,5-三甲基-己烯-2 等对蚊^[12]、番石榴叶挥发物对亚洲柑橘木虱成虫^[13]、苦槛蓝 *Myoporum bontiodides* 挥发油对小菜蛾成虫等^[14]具有强烈的驱避作用,对储藏害虫的产卵有强力的忌避作用^[15]。喷施非嗜食植物的汁液对害虫也具有较好的驱避作用^[7,16-17]。

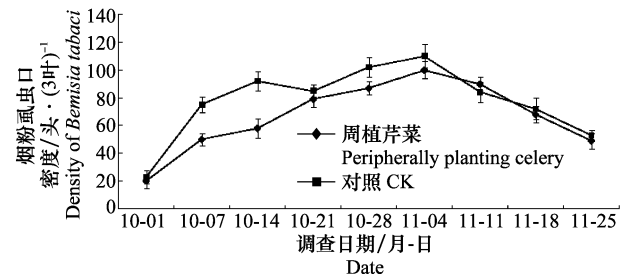


图 6 番茄田周植芹菜番茄上烟粉虱种群动态

Fig. 6 Population dynamics of *Bemisia tabaci* on tomato when peripherally planting celery in the tomato field

烟粉虱的嗜好寄主植物与非嗜好植物界限明显。在茄果类蔬菜等嗜好寄主植物中间作非嗜好植物、或嗜好性更强的寄主植物或喷施它们的提取物,通过诱集或驱避作用,可以有效控制烟粉虱^[6-7,18]。芹菜是烟粉虱的非嗜好植物,在茄果类蔬菜中间作芹菜对烟粉虱具有较好的驱避作用^[6,8]。本研究发现,不同的作物、同种作物不同的间作方式对烟粉虱的驱避作用不同,如辣椒和芹菜以 3:1 密度间作,辣椒上烟粉虱虫口减退率比 5:1 密度间作的上升了 51.18%;芹菜以 5:1 密度间作,辣椒上烟粉虱的虫口减退率达到 73.33%,而同样的间作密度,对黄瓜上烟粉虱的驱避作用不明显。同样,芹菜周植,对辣椒上烟粉虱的驱避作用与 5:1 的间作相当,而对番茄则没有明显的驱避作用。

研究发现,芹菜叶片中柠檬烯、 α -蒎烯、 β -月桂烯等挥发物质对烟粉虱具有较强的驱避作用^[19-21],但这些物质对烟粉虱的驱避作用随着距离的增大而减弱。因此,用芹菜间作控制烟粉虱时,应根据目标保护蔬菜确定间作密度和种植方式,以达到理想的控制效果。

proach for the characterization of endophytic *Alternaria* strains isolated from grapevines [J]. Journal of Microbiological Methods, 2012, 88: 162–171.

[3] 王克, 姜启良, 白金铠. 辽宁省葡萄上发生一种新病害-葡萄穗轴褐枯病[J]. 沈阳农业大学学报, 1986, 17(1): 81–83.

[4] 赵令川, 魏文娜, 朱晓湘. 湖南省葡萄穗轴褐枯病的发生与防治初报[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1989(3): 34–38.

[5] 牛庆法. 葡萄穗轴褐枯病调查初报[J]. 北方果树, 1990(2): 39.

[6] 马俊义, 朱晓华, 赵林忠, 等. 葡萄穗轴褐枯病初步研究[J]. 新疆农业科学, 2004, 41(5): 353–354.

[7] 何建群, 王程, 张玲. 宾川县鲜食葡萄真菌性病害种类及综合防控技术[J]. 植物医生, 2011, 24(2): 16–17.

[8] 张军利, 姚鹏, 邢维杰. 辽南“巨峰”葡萄穗轴褐枯病的发生与防治[J]. 北方果树, 2011(6): 38.

[9] 鹿世晋, 王佩圣, 姜瑞德. 葡萄幼穗轴腐病研究简报[J]. 植物病理学报, 1995, 25(2): 154.

[10] 马向云, 张亚林. 紫秋刺葡萄穗轴褐枯病发生规律及防治措施[J]. 中国南方果树, 2009, 38(5): 68–69.

[11] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害(第二

版)[M]. 北京: 中国农业出版社 1979.

[12] 张秋娥, 段胜男, 严进. 葡萄穗轴褐枯病研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(4): 1006.

[13] Wang Taiyun, Zhao Juan, Sun Peng, et al. Characterization of *Alternaria* species associated with leaf blight of sunflower in China [J]. European Journal of Plant Pathology, 2014, 140(2): 301–315.

[14] 龚国淑, 徐琴, 张敏, 等. 一种简便的病原真菌单孢分离方法研究[J]. 玉米科学, 2010, 18(1): 126–127.

[15] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1998: 37, 343–345.

[16] 张天宇. 中国真菌志 第十六卷 链格孢属[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[17] 王洪凯, 张天宇, 张猛. 应用 5.8S rDNA 及 ITS 区序列分析链格孢种级分类[J]. 菌物学报, 2001, 20(2): 168–173.

[18] Glass N L, Donaldson G C. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1995, 61: 1323–1330.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 113 页)

参考文献

[1] 戈峰, 李典漠. 可持续农业中的害虫管理问题[J]. 昆虫知识, 1997, 34(1): 39–45.

[2] 缪勇, 高希武, 江俊起, 等. 甘蓝与大蒜间作对甘蓝田主要害虫及节肢动物群落的影[J]. 华南农业大学学报, 2013, 34(3): 352–355.

[3] 丁爱华, 牟金明, 梁煊赫, 等. 蓖麻、黑豆间作对黑豆主要害虫防治效果的研究[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(6): 598–601.

[4] 杨晓贺. 大豆与早熟马铃薯间作防治大豆蚜虫初探[J]. 黑龙江农业科学, 2013(10): 55–56.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 钟苏婷, 李耀发, 秦玉川, 等. B 型烟粉虱对辣椒、芹菜、黄瓜寄主选择作用的研究[J]. 中国生物防治, 2009, 25(1): 18–23.

[10] 潘华栋. 柑橘园生草间作对节肢动物多样性影响研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014.

[11] 李学军, 郑国, 许彪, 等. 大豆不同栽培模式与天敌协同对大豆蚜控制作用研究[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2014,

2(2): 129–130.

[12] 温远影, 汪波. 细杆沙蒿挥发油及其驱蚊作用研究[J]. 植物学通报, 1998(1): 76–77.

[13] Syed M Z. 番石榴叶挥发性化合物对亚洲柑橘木虱寄主选择的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2009.

[14] 何衍彪, 何庭玉, 谷文祥, 等. 苦槛蓝挥发油对小菜蛾的生物活性[J]. 应用生态学报, 2004, 15(1): 149–152.

[15] Gerard P J, Ruf L D. Screening of plants and plant extracts for repellency to *Tina dubiella*, a major New Zealand wool pest [C] // Proceedings of the 44th New Zealand Weed and Pest Control Conference, 1991: 205–208.

[16] 吕芳, 王小奇, 王菊平, 等. 喷施非嗜食植物汁液对温室白粉虱的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 340–342.

[17] 郭素芬, 兰阿峰, 李丽霞. 非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(4): 164–167.

[18] 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.

[19] 张捷莉, 王君, 李铁纯, 等. 美国西芹菜籽挥发性成分的 GC/MS 分析[J]. 食品科学 2002, 23(8): 225–227.

[20] 张捷莉, 张胜彪, 王君, 等. 天津实心芹菜籽挥发性成分的 GC/MS 分析[J]. 鞍山师范学院学报, 2003, 5(4): 58–60.

[21] 赵卫红. 芹菜挥发性成分的 GC/MS 分析[J]. 鞍山师范学院学报, 2006, 8(6): 25–26.

(责任编辑: 田 喆)