



常怀艳, 赵远鹏, 张永杰, 等. 花粉粘虫板对西花蓟马诱集效果的研究 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (4): 879–887.

花粉粘虫板对西花蓟马诱集效果的研究

常怀艳^{1,2}, 赵远鹏^{1,2}, 张永杰¹, 段平华¹, 李正跃^{1,2}, 张立敏^{2,3*}

(1. 云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201; 2. 云南农业大学农业生物多样性与病虫害控制教育部重点实验室, 昆明 650201;

3. 云南农业大学国际学院, 昆明 650201)

摘要: 为了进一步开展高效粘虫板的研发与应用, 本实验选用 5 种常见花粉 (即玫瑰、油菜、茶花、桃花和松花粉) 并分别配比 5 种不同浓度 (即 0.05 g/板、0.15 g/板、0.30 g/板、0.50 g/板、0.75 g/板) 制成花粉粘虫板, 采用完全随机裂区设计方法, 在昆阳镇塑料大棚内红色切花月季上进行西花蓟马诱集实验。2016 年连续调查 2 个红色切花月季的生长周期, 结果表明: 不同花粉的诱集效果间无显著性差异; 不同浓度的诱集效果间差异极显著, 且随着花粉处理浓度升高诱集效果先升高后降低, 0.30 g/板时花粉粘虫板的诱集效果最好; 花粉与浓度之间也存在极显著的交互效应, 浓度为 0.15 g/板的油菜花粉粘虫板 (平均诱集量为 57.44 头/板) 和浓度为 0.30 g/板的茶花花粉粘虫板 (平均诱集量为 51.00 头/板) 对西花蓟马的诱集效果最好; 红色切花月季不同时间的诱集效果间也存在极显著性差异, 且随着诱集时间延长, 花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果呈下降趋势, 至末花期诱集效果又开始有所回升。总之, 花粉粘虫板对切花月季上的西花蓟马有显著的诱集效果。

关键词: 花粉; 粘虫板; 西花蓟马; 红色切花月季; 诱集效果

中图分类号: Q968.1; S433.89

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2017) 04-0879-09

Study of trapping effect of pollen sticky cards on western flower thrips *Frankliniella occidentalis*

CHANG Huai-Yan^{1,2}, ZHAO Yuan-Peng^{1,2}, ZHANG Yong-Jie¹, DUAN Ping-Hua¹, LI Zheng-Yue^{1,2}, ZHANG Li-Min^{2,3*} (1. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Key Laboratory of Agro-biodiversity and Pest Management of Education Ministry of China, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 3. International College, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: In order to develop the development and application of sticky cards, pollen sticky cards were used to trap western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in red rose plastic greenhouses in Kunyang County. Complete random split block design was used to set the pollen sticky cards experiment by using five kinds of common pollen, that is rose pollen, rape pollen, camellia pollen, peach pollen and pinus pollen, with different five concentration, that is 0.05 g/plate, 0.15 g/plate, 0.3 g/plate, 0.5 g/plate, 0.75 g/plate. After two continuous red rose growing seasons in 2016, the results showed that there was no significant difference in trapping effect on western flower thrips among five kinds of pollens, but there is extremely significant difference in trapping effect among five different concentrations. And with the increase of concentration, the trapping effect was rising firstly, arriving the best trapping effect at 0.30 g/card, then reducing. There was significant difference in the interaction effect of concentration and pollen. The sticky

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金 (2015J066); 国家自然科学基金 (31160363); 云南农业大学研究生科技创新项目 (2015yk23)

作者简介: 常怀艳, 女, 1989 年生, 河南新乡人, 硕士研究生, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: 1272174910@qq.com

* **通讯作者** Author for correspondence, E-mail: limin0789@126.com

收稿日期 Received: 2016-06-30; **接受日期** Accepted: 2016-11-30

card with 0.15 g rape pollen and 0.30 g camellia pollen had two best trapping effect. The average amount of former trapping is 57.44 per plate. The average amount of latter trapping is 51.00 per plate. And there also had extremely significant difference among different trapping time in the red rose growing season. The trapping effect was the best at the beginning of the flower season. Therefore, the pollen sticky cards can trap the western flower thrips efficiently with 0.15 or 0.30 concentration.

Key words: Pollen; sticky cards; western flower thrips; red rose; trapping effect

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 属于缨翅目、蓟马科、花蓟马属,是世界范围分布的危险性入侵害虫。1970 年以前,西花蓟马在美国以及墨西哥西北部地区发生之后,随着园艺产品国际贸易的不断扩大,西花蓟马开始向全球蔓延,我国大陆最早于 2000 年在昆明国际花卉节上首次发现西花蓟马(蒋小龙等,2001),之后在北京发现(张友军等,2003),现已扩散至浙江(吴青君等,2007)、山东(郑长英等,2007)、贵州(袁成明等,2008)、江苏(严丹倪等,2010)、新疆(杨华等,2010)、西藏(王海鸿等,2013)、吉林(刘若思等,2015)、宁夏(张治科等,2016)等多个省市,尤以云南和北京两地危害最为严重(吕要斌等,2011)。西花蓟马寄主植物广泛,食性杂,已记载的有 62 科 500 多种植物(Morit, 2002),可直接取食植物的叶、花和果实,取食具有趋嫩性特征,其个体极小,且隐蔽性强,其卵产于植物组织中,生活周期短,具孤雌生殖和两性生殖,繁殖能力强,还可以传播植物病毒病,包括凤仙花坏死斑病毒(Impatiens necrotic spot virus, INSV)、番茄斑萎病毒(Tomato spotted wilt virus, TSWV)、花生环斑病毒(Groundnut ringspot virus, GRSV)、番茄萎黄斑病毒(Tomato chlorotic spot virus, TCSV)和菊花茎坏死病毒(Chrysanthemum stem necrosis virus, CSNV),在国内外造成了严重的经济损失。

切花月季在昆明花卉产业中占有重要地位,西花蓟马的成虫与若虫可锉吸花的汁液,使受害花冠产生灰白色斑点,花苞被害,花瓣呈现皱缩、扭曲、颜色不均等症状,成虫经常将卵产在花瓣的组织内,严重影响花卉的外观和商品价值。自西花蓟马入侵云南以来,其迅速取代了本地品种花蓟马,并对切花月季的生产销售造成了严重的影响。为了防治西花蓟马的危害,花农长期大量频繁地使用农药,致使西花蓟马对多杀菌素类药剂已经产生了高水平的抗药性(万岩然,2016),农药的不合理使用与产品安全的矛盾也日显突出,

随着人们生态意识的不断加强,害虫综合防治观念的深入,一些农业防治、物理防治、生物防治的方法逐渐受到重视,其中,利用粘虫板防治蓟马便是一种经济、有效且无公害的物理防治措施。粘虫板作为诱捕害虫的装置,最早于 20 世纪 80 年代中期在英、美等发达国家用于烟粉虱等微小昆虫的诱捕(Gerling, 1984),现已在蓟马的监测和防治中得以应用。近年来,随着昆虫化学生态学的发展,利用视觉和其它感官相结合提高诱虫效果的高效诱剂型粘虫板也逐渐被探索和应用,食饵是诱剂的一种,杨挺等(2016)研究发现用库玻德食诱剂板(库玻德为胶体状浓缩食诱剂诱芯)能显著提高蓟马诱杀效果。

西花蓟马偏好利用花与寄主的挥发物寻找寄主,在切花月季周年生产中,西花蓟马常聚集于花蕊内危害,若虫锉吸花汁并取食花粉,其整个生长周期都可在花苞内完成。多数试验已经证明花粉有利于西花蓟马的生长发育与繁殖。如郅军锐和任顺祥(2006)研究表明在凤仙花开花前添加苹果花粉与石松花粉可以显著增加西花蓟马种群数量。沈登荣等(2012)研究表明添加玫瑰、茶花或油菜花粉能显著增加西花蓟马的产卵量。利用食诱剂诱集西花蓟马的试验还尚未见报道。本实验以花粉为食诱剂,以西花蓟马危害严重的红色切花月季为供试植株,在蓝色粘虫板(孙猛, 2010)上添加不同浓度的不同花粉进行诱集实验,实验中选用了已知有益于西花蓟马生长发育的玫瑰、油菜、茶花和松花花粉以及蓟马危害严重的桃树的花粉(毛加梅等,2013),以期找到适宜诱集西花蓟马的高效花粉粘虫板,并为粘虫板的多元化开发提供新思路,以便应用于西花蓟马的防治。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本实验选用规格为 15 cm × 20 cm 的蓝色粘虫

板（昆明猎虫农业科技有限公司生产提供）和玫瑰、油菜、茶花、桃花、松花 5 种花粉制作花粉粘虫板，5 种花粉依次标记为 A1、A2、A3、A4、A5。并将 5 组花粉粘虫板分别配比 5 种不同浓度，即 0.05 g/板、0.15 g/板、0.30 g/板、0.50 g/板、0.75 g/板，依次标记为 B1、B2、B3、B4、B5，每组花粉设置对照组 CK 为无花粉粘虫板。

实验过程中，分别称量 0 g、0.05 g、0.15 g、0.30 g、0.50 g、0.75 g 的玫瑰、油菜、茶花、桃花和松花花粉，将称量好的花粉倒入一次性塑料杯中，加入适量的粘虫胶，水浴加热，混匀备用，于田间悬挂好粘虫板后，均匀涂抹在粘虫板上。

1.2 调查方法

采用完全随机裂区方法设置田间实验因子（花粉因子 A 和浓度因子 B），本实验在昆明重要的切花月季生产基地晋宁县昆阳镇塑料大棚内的红色切花月季上进行诱集。大棚内切花月季周年生产，常规管理。于 2016 年 6 至 10 月连续调查 2 个生长周期，每个生长周期均连续调查 8 周，依次用 C1、C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8 表示，现根据切花月季的生长规律进行如下划分：C1 和 C2 为花枝抽生前期和花枝抽生后期，此期进入新的生长周期，新的花芽嫩枝抽生且生长迅速，花苞极小；C3 和 C4 为花枝巩固前期和花枝巩固后期，此期花枝已生长至一定高度并开始不断地加粗加固与积累营养，花苞也逐渐长大；C5 为初花期，此期已有小部分花苞长大至可售水平；C6 和 C7 为盛花期前期和盛花期后期，此时大部分花苞成熟，花枝陆续修剪售卖；C8 为末花期，此期剩下的小部分花苞长成售卖或修剪后遗

弃，至此该生长周期止，预备进入下一个生长周期。实验时粘虫板始终悬挂在距离切花月季顶部 10 cm 位置，板面与行的走向垂直，每 7 d 更换一次粘虫板，将换下的粘虫板带回实验室鉴定（高燕等，2011），并记录每次调查不同浓度花粉粘虫板诱集的西花蓟马数量。

1.3 统计分析

使用 Ri386 3.3.2 对实验数据进行数据统计与分析。本实验采用三因素方差分析对比研究花粉因子、浓度因子、时间因子及花粉和浓度交互因子对西花蓟马诱集效果的影响，并采用 Tukey 法通过均值多重比较分析不同处理间的差异。为满足方差分析中方差齐性的要求，本实验用自然对数法将花粉粘虫板上诱集的西花蓟马数量进行预处理。

2 结果与分析

2.1 花粉种类、花粉浓度和取样时间对西花蓟马诱集效果的影响

花粉、浓度、时间三因素方差分析结果表明（如表 1）：相同浓度条件下，不同花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果间无显著性差异（ $F = 0.40$ ， $P > 0.05$ ），相同花粉条件下，不同浓度花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果间存在显著性差异（ $F = 17.57$ ， $P < 0.05$ ），且不同浓度配比的不同花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果间也存在显著性差异（ $F = 3.39$ ， $P < 0.05$ ），在红色切花月季生长过程中，不同时间的粘虫板对西花蓟马的诱集效果间存在显著性差异（ $F = 32.96$ ， $P < 0.05$ ）。

表 1 花粉、浓度与时间影响西花蓟马诱集效果的方差分析

Table 1 Variance analysis of trapping effect about pollen, concentration and time on western flower thrips

变异来源 Difference source	自由度 Df	平方和 SS	均方 MS	F	P
A	4	0.75	0.187	0.404	0.806
B	5	40.69	8.138	17.570	6.88e-16***
A:B	20	31.38	1.569	3.388	1.50e-06***
C	7	106.85	15.264	32.955	<2e-16***

注：A，花粉因子；B，浓度因子；A:B，花粉和浓度交互因子；C，时间因子。Note: A，pollen factor; B，concentration factor; A:B，interaction effect; C，time factor. The same below.

为了进一步明确浓度因子、时间因子以及花粉和浓度交互因子对西花蓟马诱集效果的影响，分别对不同处理间西花蓟马诱集效果进行均值多

重比较，并绘制箱线图。
如图 1 所示，B2（0.15 g/板）和 B3（0.30 g/板）浓度的花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果显著优

于对照组 CK 和其他浓度的花粉粘虫板, 且 B3 浓度的花粉粘虫板诱集效果最好。从整体上来看, 随着花粉浓度的增加, 花粉粘虫板的诱集效果先增强后降低, 当浓度达到最高 B5 (0.75 g/板) 时, 其对西花蓟马的诱集量低于对照组 CK, 这表明过量的花粉反而不利于粘虫板对西花蓟马的诱集。

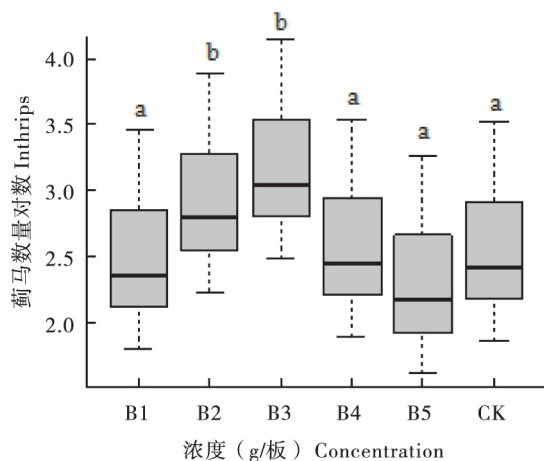


图1 浓度影响西花蓟马诱集效果的多重比较

Fig. 1 Multiple comparison of trapping effect about concentration on western flower thrips

注: B1, 0.05 g/板; B2, 0.15 g/板; B3, 0.30 g/板; B4, 0.50 g/板; B5, 0.75 g/板; CK, 对照。下同。Note: B1, 0.05 g/plate; B2, 0.15 g/plate; B3, 0.3 g/plate; B4, 0.5 g/plate; B5, 0.75 g/plate; CK, comparison. The same below.

如图2所示, 花枝抽生期前期 C1, 花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果最好, 且与其他各时期之间有极显著性差异, 花枝抽生期后期 C2 与花枝巩固期前期 C3 诱集效果降低, 但与其后各时期之间有极显著性差异, 盛花期后期 C7 诱集效果最差, 且与其他各花期之间有显著性差异, 末花期 C8 的诱集效果开始回升, 且与盛花期后期 C7 的诱集效果有极显著性差异, 从整体上来看, 随着诱集时间延长, 花粉粘虫板的诱集效果整体呈下降趋势。不同时间花粉粘虫板诱集效果的变化与切花月季上西花蓟马种群动态的变化相一致, 综合各因素, 从防治的角度出发, 利用花粉粘虫板诱集西花蓟马从末花期开始持续挂板至花枝巩固期可达到更好的诱杀效果。

2.2 花粉与浓度的交互效应

在三因素方差分析中已知花粉与浓度的交互效应对西花蓟马的诱集效果有极显著差异, 其交互情况如图3所示, 从以 A 为横轴 A:B 交互效应

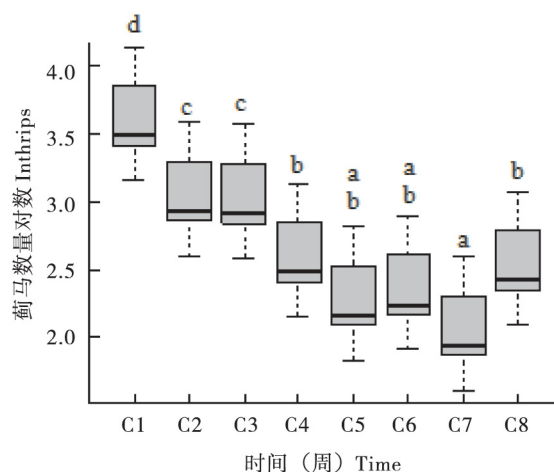


图2 时间影响西花蓟马诱集效果的多重比较

Fig. 2 Multiple comparison of trapping effect about time on western flower thrips

注: C1, 花枝抽生期前期; C2, 花枝抽生期后期; C3, 花枝巩固期前期; C4, 花枝巩固期后期; C5, 初花期; C6, 盛花期前期; C7, 盛花期后期; C8, 末花期。下同。Note: C1, branch heading prophase; C2, branch heading anaphase; C3, branch amplification prophase; C4, ranch amplification anaphase; C5, beginning-flower stage; C6, full-bloom prophase; C7, full-bloom anaphase; C8, late-flowering stage. The same below.

的折线图中可以看出, 该折线图整体平整, 与 2.1 中花粉影响西花蓟马诱集效果的结论一致。从以 B 为横轴 A:B 交互效应的折线图中可以看出, 该折线图整体上先升高后降低, 与 2.1 中浓度影响西花蓟马诱集效果的结论一致, 并且从图中可以看出, B2A2 与 B3A3 的交互效应显著高于其他组合, 且 B2A2 的诱集效果最好。

2.3 花粉粘虫板的筛选

根据 2.1 中浓度对西花蓟马诱集效果的影响, B2 (0.15 g/板) 和 B3 (0.30 g/板) 浓度的花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果显著优于其他粘虫板, 为了进一步明确适宜诱集红色切花月季上西花蓟马的花粉, 分别对这两种浓度下不同花粉对西花蓟马诱集效果的影响进行均值多重比较, 结果表明, 在 B2 浓度下 (如图4), 油菜花粉对西花蓟马的诱集效果最好, 且与其他花粉有极显著性差异, 其平均诱集量为 57.44 头/板; 在 B3 浓度下 (如图5), 茶花花粉对西花蓟马的诱集效果最好, 且与其他花粉有显著性差异, 其平均诱集量为 51.00 头/板。因此, 利用花粉粘虫板防治西花蓟马时可使用 0.15 g/板的油菜花粉粘虫板或 0.30 g/板的茶花花粉粘虫板。

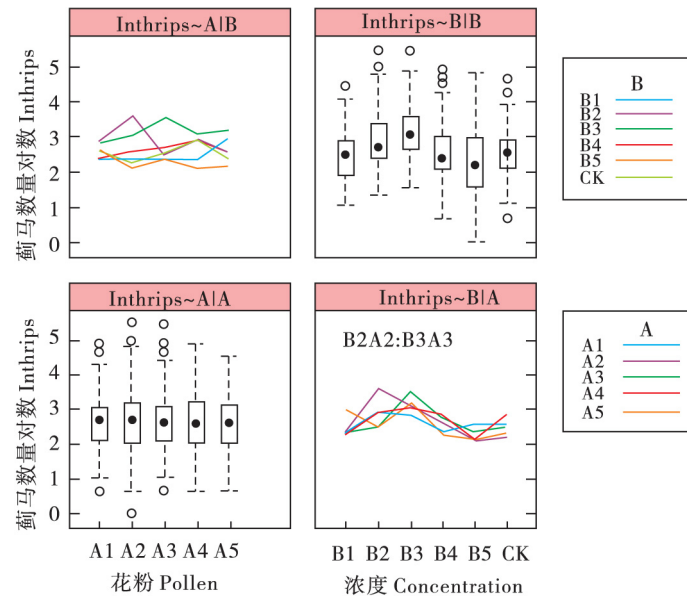


图3 花粉与浓度交互效应分析

Fig. 3 Interaction effect analysis of concentration and pollen

注: A1, 玫瑰花粉; A2, 油菜花粉; A3, 茶花花粉; A4, 桃花花粉; A5, 松花花粉。下同。Note: A1, rose pollen; A2, rape pollen; A3, camellia pollen; A4, peach pollen; A5, pinus pollen. The same below.

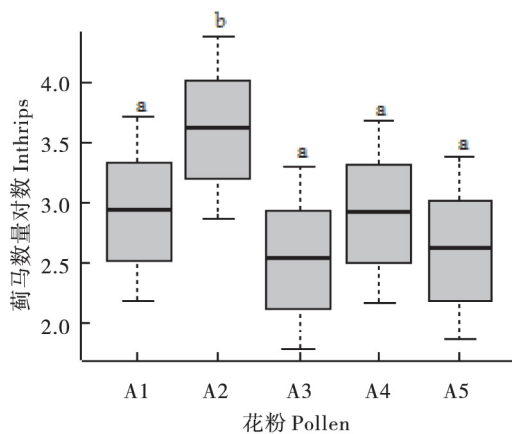


图4 B2 浓度下不同花粉的诱集效果

Fig. 4 Trapping effect of different pollen on B2 concentration

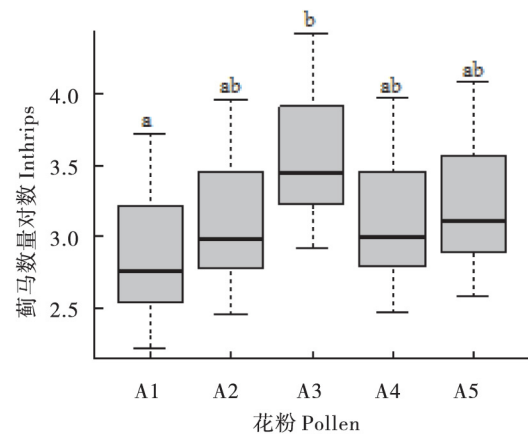


图5 B3 浓度下不同花粉的诱集效果

Fig. 5 Trapping effect of different pollen on B3 concentration

3 结论与讨论

粘虫板的诱集效果受板的颜色、位置和光源等多种因素的影响, 目前关于粘虫板对蓟马诱集效果的研究以不同颜色粘虫板的诱集试验为主(吴青君等, 2007; 肖长坤等, 2007; 李江涛等, 2008; 段登晓等, 2009; 孙猛等, 2010; 于法辉等, 2010; 卢辉等, 2011; 肖婷等, 2011; 欧善生等, 2012; 周金花, 2014; 黄鹏等, 2015; 王琛等, 2015), 亦有关于不同悬挂时间、悬挂高度、

悬挂方位、悬挂距离对蓟马诱集效果影响的研究(夏红军, 2011; 孙猛和郅军锐, 2012; 李慧玲, 2014; 杜玉宁, 2015), 由于普通粘虫板仅通过视觉引诱作用来诱杀害虫, 因此通过视觉吸引与其它感觉吸引相结合提高粘虫板诱杀效果的方法则值得不断地探索。近年来, 昆虫化学生态学发展迅速, 植物挥发物、昆虫信息素等物质也不断地被发掘与应用, 粘虫板产品也随之开始向多元化方向发展, 针对目标害虫诱集效果更好、专性更强的高校粘虫板已有开发和应用。西花蓟马偏好利用花与寄主的挥发物寻找寄主, Teulon 等

(1993) 将大茴香醛添加到粘虫板上可诱集到更多西花蓟马的雌虫。Davidson 等 (2007) 将异烟酸乙酯涂在黄色黏卡上可捕获比对照更多的西花蓟马。梁兴慧 (2010) 比较了不同诱剂、不同缓释增效剂、不同浓度诱剂等对西花蓟马和花蓟马诱集效果的影响, 其最佳诱虫板的诱集效果分别达到对照的 7.6 倍与 10.5 倍, 诱集效果显著。王静 (2011) 利用引诱剂粘虫板诱集蓟马也取得了良好的效果。全金成等 (2013) 利用蓝色粘虫板加诱芯防治金柑蓟马显著降低了花斑果率。杨挺等 (2016) 用库玻德食诱剂板、蓟马信息素诱黄板诱杀害虫, 研究发现持续使用此类粘虫板能明显降低虫口基数, 且食诱剂和信息素能显著提高蓟马诱杀效果。关于信息化合物对西花蓟马的作用及应用已有较多研究 (梁兴慧和雷仲仁, 2010), 但利用食物结合粘虫板防治西花蓟马的研究还尚未报道, 本实验利用花粉为诱饵结合粘虫板制成花粉粘虫板诱集西花蓟马结果表明, 花粉粘虫板对切花月季上的西花蓟马有显著的诱集效果, 但相同浓度下, 玫瑰、油菜、茶花、桃花和松花 5 种不同花粉的诱集效果间无显著性差异。

本试验及先前学者对高效粘虫板的研究主要应用了昆虫的视觉与嗅觉感官的相结合以提高粘虫板的诱杀效果, 显然, 作为诱剂的植物挥发物、昆虫信息素、食物等均会受到自身特性的限制及外界光照、温湿度等各种因素的影响, 诱剂的纯度、浓度、挥发强度、持续时间长短、不同诱剂组合等都会影响其对害虫的诱杀效果。Koschier 和 Shamshev 提取了绣线菊、玫瑰、迷迭香等的花精油对西花蓟马进行诱集试验效果却不显著 (Koschier *et al.*, 2000; Shamshev *et al.*, 2003), 这可能与精油的纯度有关, 也可能与精油的使用量有关。Chermenskaya 等 (2003) 发现月桂树与鼠尾草的挥发物对西花蓟马有显著的引诱作用, 而桉树脑只在 0.01 mg 时对西花蓟马有引诱力, 这说明诱剂的使用量对西花蓟马的引诱作用很重要。诱剂的诱集效果直接影响着复合粘虫板对蓟马的诱集力。梁兴慧 (2010) 比较了不同浓度诱剂诱虫板对西花蓟马诱集效果的影响, 结果表明诱剂浓度为 10%、5% 的诱虫板诱集的西花蓟马成虫量显著多于对照色板, 浓度为 1% 的诱虫板与对照色板无显著差异。在本实验中, 不同浓度的诱集效果间差异也极显著, 并且随着花粉浓度的升高, 花粉粘虫板的诱集效果先升高后降低, 0.30 g/板、

0.15 g/板浓度时花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果显著优于其他浓度的花粉粘虫板和对照粘虫板。Visser 研究发现挥发性化合物在高浓度时通常对蓟马具有驱避作用 (Visser, 1986), 在本试验中, 当花粉浓度达到 0.75 g/板时, 其诱集量反而低于普通粘虫板, 这可能与花粉挥发物高浓度时的驱避作用有关。梁兴慧 (2010) 比较了不同植物挥发物对西花蓟马引诱力的影响, 试验结果发现在 10% 浓度时, 化合物 C 对蓟马成虫有强烈的驱避力, 化合物 D 则表现出明显的引诱力, 在 1% 浓度时, 化合物 C 对蓟马成虫表现出一定的引诱力, 化合物 D 对蓟马成虫却表现出显著的驱避性, 这也说明不同植物挥发物受浓度的影响不同, 植物挥发物与浓度之间存在交互效应。在本实验中, 花粉与浓度交互效应间也存在极显著差异, 当花粉粘虫板浓度为 0.15 g/板时, 油菜花粉对西花蓟马的诱集效果最好, 当花粉粘虫板浓度为 0.30 g/板时, 茶花花粉对西花蓟马的诱集效果最好。此外, 王静 (2011) 研究发现高效诱虫板对西花蓟马的诱集量随着蓟马种群数量的变化而变化, 说明诱虫板可以有效地监测蓟马的种群动态。在本实验中, 红色切花月季上 8 个时间的诱集效果间存在极显著差异, 随着时间的推进, 花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果整体呈下降趋势, 至末花期花粉粘虫板对西花蓟马的诱集效果开始有回升, 且极显著地高于盛花期后期的诱集效果, 花粉粘虫板对西花蓟马诱虫量的变化反映了切花月季上西花蓟马种群动态的变化, 这与王静的研究结论一致。综合各因素对花粉粘虫板诱集西花蓟马的影响和害虫防治的特点, 使用 0.15g/板的油菜花粉粘虫板或 0.30g/板的茶花花粉粘虫板, 从末花期开始挂板, 连续挂板至花枝巩固期可更好的防治西花蓟马对切花月季的危害。

粘虫板的研究主要集中在引诱性粘虫板的研发上, 然而昆虫的趋性不仅包括趋利性, 亦包含避害性, 根据推拉策略防治害虫的原理, 驱避性粘虫板亦具有研发的意义与价值, 对害虫具有驱避性作用的植物挥发物与信息素已有广泛研究, 基于推拉策略的害虫防治措施亦有研究与应用 (吕蕾, 2008), 将此原理应用到高效粘虫板的研发与害虫物理防治的效果如何有待研究。本实验利用了蓟马喜欢取食的花粉为诱剂添加粘虫胶涂于粘虫板上, 花粉作为诱剂的诱集效果受到花粉纯度、粘虫胶、涂抹时间长短、外界环境等各种

因素的影响, 如何改善相关因素以提高粘虫板的诱杀效果, 花粉中究竟是何种挥发物对西花蓟马有引诱力, 提取这种挥发物结合粘虫板诱集西花蓟马是否可以进一步提高诱集效果, 这些问题尚未解决, 利用花粉粘虫板诱杀害虫依然有进一步研究的意义。

参考文献 (References)

- Chermenskaya TD, Burov VN, Maniar SP, *et al.* Behavioural responses of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) to volatiles from three aromatic plants [J]. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 2003, 36 (2): 111–118.
- Davidson MM, Butler RC, Winkler S, *et al.* Pyridine compounds increase trap capture of *Frankliniella occidentalis* (Pergende) in a covered crop [J]. *New Zealand Plant Protection*, 2007, 60: 56–60.
- Du YN, Huang HL, Wang XJ, *et al.* The trapping effect of sticky card against greenhouse thrips in different time and space conditions [J]. *Northern Horticulture*, 2015, 12: 100–102. [杜玉宁, 黄慧玲, 王小菁, 等. 粘虫板在不同时间空间条件下对温室蓟马诱杀作用 [J]. 北方园艺, 2015, 12: 100–102]
- Duan DX, Li JT, Deng JH, *et al.* Response of *Frankliniella occidentalis* adults to different colors in field [J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2009, 37 (2): 689–691. [段登晓, 李江涛, 邓建华, 等. 西花蓟马成虫在田间对不同颜色的反应 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (2): 689–691]
- Gao Y, Qi GJ, Zhong F, *et al.* Advances of classification and identification in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2011, 33 (3): 405–408. [高燕, 齐国君, 钟锋, 等. 西花蓟马分类鉴定方法的研究进展 [J]. 环境昆虫学报, 2011, 33 (3): 405–408]
- Gerling D, Horowitz AR. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. *Annals of Entomological Society of America*, 1984, 77: 753–759.
- Huang P, Yu DY, Yao JA, *et al.* Favorite colors screening of *Gynaikothrips uzeli* (Thysanoptera: Thripidae) and field trapping effect study of sticky cards [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (2): 355–361. [黄鹏, 余德亿, 姚锦爱, 等. 榕管蓟马最嗜颜色筛选及粘虫色板田间诱集效果研究 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (2): 355–361]
- Jiang XL, Bai S, Xiao S, *et al.* Gate keeping and serving for international flowers festival in Kunming China [J]. *Plant Quarantine*, 2001, 15 (2): 115–117. [蒋小龙, 白松, 肖枢, 等. 为中国昆明国际花卉节把关服务 [J]. 植物检疫, 2001, 15 (2): 115–117]
- Koschier EH, Kogel WJD, Visser JH. Assessing the attractiveness of volatile plant compounds to western flower thrips *Frankliniella occidentalis* [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2000, 26 (12): 2643–2655.
- Li HL, Zhang H, Wang DF, *et al.* Effects of different suspending heights of digital color boards on trapping *Dendrothrips minowai* priesner [J]. *Tea Sciences and Technology*, 2014, 4: 45–46.
- [李慧玲, 张辉, 王定锋, 等. 不同悬挂高度数字化色板对茶根蓟马的诱集效果试验 [J]. 茶叶科学技术, 2014, 4: 45–46]
- Li JT, Deng JH, Liu ZS, *et al.* The attractiveness of different colors to *Frankliniella occidentalis* [J]. *Plant Quarantine*, 2008, 22 (6): 360–363. [李江涛, 邓建华, 刘忠善, 等. 不同颜色色板对西花蓟马的诱集效果比较 [J]. 植物检疫, 2008, 22 (6): 360–363]
- Liang XH, Lei ZR. Regulation and control of western flower thrips behavior by semiochemicals and its application in pest management [J]. *China Vegetables*, 2010, 22: 11–15. [梁兴慧, 雷仲仁. 信息化合物对西花蓟马的行为调控及其应用 [J]. 中国蔬菜, 2010, 22: 11–15]
- Liang XH. The Diurnal Flight Activities and Tropism of Two Thrips to Host Volatile Compounds [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Master Dissertation, 2010. [梁兴慧. 两种蓟马的日活动规律及其对植物挥发物的趋性研究 [D]. 北京: 中国农业科学院硕士学位论文, 2010]
- Liu RS, Liu Y, Wang J, *et al.* First record of invasive pest *Frankliniella occidentalis* in Jilin Province [J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2015, 30 (2): 2–5. [刘若思, 刘燕, 王军, 等. 重要外来入侵害虫西花蓟马在吉林省部分地区首次发现 [J]. 北京农学院学报, 2015, 30 (2): 2–5]
- Lu H, Zhong YH, Liu K, *et al.* The taxis of the banana flower thrips *Thrips hawaiiensis* to different colors and field trapping effect of sticky cards [J]. *Plant Protection*, 2011, 37 (2): 145–147. [卢辉, 钟义海, 刘奎, 等. 香蕉花蓟马对不同颜色的趋性及田间诱集效果研究 [J]. 植物保护, 2011, 37 (2): 145–147]
- Lu Q. Research progress about regulatory of insects by push and pull strategy [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2008, 11: 177–179. [吕蕾. 推拉策略对昆虫的调控作用研究进展 [J]. 现代农业科技, 2008, 11: 177–179]
- Lv YB, Zhang ZJ, Wu QJ, *et al.* Research progress of the monitoring, forecast and sustainable management of invasive alien pest *Frankliniella occidentalis* in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2011, 48 (3): 488–496. [吕要斌, 张治军, 吴青君, 等. 外来入侵害虫西花蓟马防控技术研究与示范 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48 (3): 488–496]
- Mao JM, Yue JQ, Gao JY. Research progress in thrips of fruit trees in China [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2013, 25 (12): 69–74. [毛加梅, 岳建强, 高俊燕. 我国果树蓟马研究进展 [J]. 江西农业学报, 2013, 25 (12): 69–74]
- Moritz ZG. The biology of thrips is not the biology of their adults: A developmental view. In: Marullo R, Mound L, eds. Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera Australian National Insect Collection (ANIC) [C]. Canberra. 2002: 259–267.
- Ou SS, Jian F, Su GH, *et al.* Taxis of *Frankliniella intonsa* on *Lonicera confusa* to different colors and field control effect of sticky cards [J]. *Plant Protection*, 2012, 38 (6): 174–177. [欧善生, 简峰, 苏桂花, 等. 丽花蓟马对不同颜色的趋性及田间诱杀效果

研究 [J]. 植物保护, 2012, 38 (6): 174-177]

- Quan JC, Jiang YH, Yang AM, *et al.* A test of blue sticky card with lure core to control kumquat thrips [J]. *Southern Horticulture*, 2013, 24 (5): 18-20. [全金成, 江一红, 阳爱民, 等. 蓝色粘虫板加诱芯防治金柑蓟马试验 [J]. 南方园艺, 2013, 24 (5): 18-20]
- Shamshev IV, Selytskaya OG, Chermenskaya TD, *et al.* Behavioural responses of western flower thrips to extract from meadow-sweet: laboratory and field bioassays [J]. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 2003, 36: 111-118.
- Sheng DR, Zhang HR, Li ZY, *et al.* Effects of different foods on the growth and development of *Frankliniella occidentalis* [J]. *Plant Protection*, 2012, 38 (1): 55-58. [沈登荣, 张宏瑞, 李正跃, 等. 不同食物对西花蓟马生长发育的影响 [J]. 植物保护, 2012, 38 (1): 55-58]
- Sun M, Zhi JR, Yao JJ, *et al.* Taxis of *Frankliniella occidentalis* to different sticky colored cards on cut rose [J]. *Northern Horticulture*, 2010, 10: 186-188. [孙猛, 邹军锐, 姚加加, 等. 不同颜色粘虫板对切花月季上西花蓟马诱集效果 [J]. 北方园艺, 2010, 10: 186-188]
- Sun M, Zhi JR. Taxis of *Frankliniella occidentalis* to sticky cards on cut rose [J]. *China Plant Protection*, 2012, 32 (8): 30-33. [孙猛, 邹军锐. 粘虫板对切花月季上西花蓟马的诱集效果 [J]. 中国植保导刊, 2012, 32 (8): 30-33]
- Teulon DAJ, Penman DR, Ramakers PMJ. Volatile chemicals for thrips (Thysanoptera: Thripidae) host-finding and application for thrips pest management [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1993, 86: 1405-1415.
- Visser JH. Host odor perception in phytophagous insects [J]. *Annu. Rev. Entomol.*, 1986, 31: 121-144.
- Wan YR, He BQ, Yuan GD, *et al.* Development of resistance to spinosyns in populations of western flower thrips in Beijing and Yunnan [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2016, 53 (2): 396-402. [万岩然, 何秉青, 范广迪, 等. 北京和云南地区西花蓟马对多杀菌素类药剂产生抗药性 [J]. 应用昆虫学报, 2016, 53 (2): 396-402]
- Wang C, Zhou WJ, Fu YG, *et al.* Screening of preferred color and field evaluation for monitoring *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (1): 107-115. [王琛, 朱文静, 符悦冠, 等. 茶黄蓟马嗜好颜色筛选及监测效果测定 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (1): 107-115]
- Wang HH, Lei ZR, Li X, *et al.* An important invasive pest, *Frankliniella occidentalis*, inspected in Tibet [J]. *Plant Protection*, 2013, 39 (1): 181-183. [王海鸿, 雷仲仁, 李雪, 等. 西藏发现重要外来入侵害虫-西花蓟马 [J]. 植物保护, 2013, 39 (1): 181-183]
- Wang J. Compatibility of *Beauveria bassiana* with *Amblyseius barkeri* to control *Frankliniella occidentalis* and Application of an Efficient Attractive Card [D]. Shandong: Shandong Agricultural University Master Dissertation, 2011. [王静. 球孢白僵菌与巴氏钝绥螨对西花蓟马的联合作用及高效诱虫板的应用 [D]. 山东: 山东农业大学硕士学位论文, 2011]
- Wu QJ, Xu BY, Zhang YJ, *et al.* Investigation on the species and distribution of thrips on plant in Beijing, zhejiang, yunnan [J]. *China Plant Protection*, 2007, 27 (1): 32-34. [吴青君, 徐宝云, 张友军, 等. 京、浙、滇地区植物蓟马种类及分布调查 [J]. 植物保护导刊, 2007, 27 (1): 32-34]
- Wu QJ, Xu BY, Zheng YJ, *et al.* Taxis of western flower thrips to different colors and field efficacy of the blue sticky cards [J]. *Plant Protection*, 2007, 33 (4): 103-105. [吴青君, 徐宝云, 张友军, 等. 西花蓟马对不同颜色的趋性及蓝色粘板的田间效果评价 [J]. 植物保护, 2007, 33 (4): 103-105]
- Xia HJ. Studies on the Biological Characteristics and Physical Control-trapping of *Thrips hawaiiensis* (Morgan) [D]. Hubei: Huazhong Agricultural University Master Dissertation, 2011. [夏红军. 黄胸蓟马的生物学特性及物理诱控技术研究 [D]. 湖北: 华中农业大学硕士学位论文, 2011]
- Xiao CK, Zheng JQ, Shi YC, *et al.* Trapping effect of difference color sticky cards to *Frankliniella occidentalis* [J]. *Plant Quarantine*, 2007, 21 (3): 155-157. [肖长坤, 郑建秋, 师迎春, 等. 西花蓟马对不同颜色粘卡的嗜好及其诱虫效果 [J]. 植物检疫, 2007, 21 (3): 155-157]
- Xiao T, Liu BS, Guo J, *et al.* The attractiveness of different sticky colored cards to *Frankliniella intonsa* (Tryban) [J]. *Jiangsu Agriculture Sciences*, 2011, 1: 159-160. [肖婷, 刘宝生, 郭建, 等. 不同颜色诱虫板对草莓花蓟马的诱集作用 [J]. 江苏农业科学, 2011, 1: 159-160]
- Yan DN, Tang YX, He ZY, *et al.* Survey in Nanjing and the PCR diagnosis of *Frankliniella occidentalis* [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2010, 33 (4): 59-63. [严丹倪, 汤云霞, 贺子义, 等. 南京地区西花蓟马发生调查及其分子检测 [J]. 南京农业大学学报, 2010, 33 (4): 59-63]
- Yang H, He W, Cui YY, *et al.* The occurrence and damage of the exotic invasive pest: Western flower thrip (*Frankliniella occidentalis*) in Xinjiang [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2010, 47 (11): 2252-2253. [杨华, 何伟, 崔元珂, 等. 外来入侵害虫-西花蓟马在新疆的发生为害 [J]. 新疆农业科学, 2010, 47 (11): 2252-2253]
- Yang T, Wu W, Zhang S, *et al.* Preliminary report on the different sticky card control grape thrips [J]. *Sichuan Agricultural Science and Technology*, 2016, 2: 38-42. [杨挺, 巫维, 张飒, 等. 不同粘虫板防治葡萄蓟马试验初报 [J]. 四川农业科技, 2016, 2: 38-42]
- Yu FH, Xia CX, Li CL, *et al.* The attractiveness of different colors to thrips in citrus orchards and the trapping effect of blue sticky card [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47 (5): 945-949. [于法辉, 夏长秀, 李春玲, 等. 不同色板对柑橘园蓟马的诱集效果及蓝板的诱捕效果 [J]. 昆虫知识, 2010, 47 (5): 945-949]
- Yuan CM, Zhi JR, Li JZ, *et al.* Investigation on the species of thrips in fields vegetable in Guizhou province [J]. *China Plant Protection*, 2008, 28 (7): 8-10. [袁成明, 邹军锐, 李景柱, 等. 贵州省蔬菜蓟马种类调查研究 [J]. 中国植保导刊, 2008, 28 (7):

- 8-10]
- Zhang YJ, Wu QJ, Xu BY, *et al.* The occurrence and damage of the dangerous exotic invasive pest: Western flower thrip (*Frankliniella occidentalis*) in Beijing [J]. *Plant Protection*, 2003, 29 (4): 58-59. 张友军, 吴青君, 徐宝云, 等. 危险性外来入侵生物—西花蓟马在北京发生危害 [J]. *植物保护*, 2003, 29 (4): 58-59]
- Zhang ZK, Zhang Y, Wu SY, *et al.* The occurrence and characteristics of invaded insect pest *Frankliniella occidentalis* in Ningxia [J]. *Plant Quarantine*, 2016, 30 (4): 75-77. 张治科, 张烨, 吴圣勇. 西花蓟马在宁夏的发生及防控措施 [J]. *植物检疫*, 2016, 30 (4): 75-77]
- Zheng CY, Liu YH, Zhang NQ, *et al.* Invaded insect pest - *Frankliniella occidentalis* first reported in Shandong Province [J]. *Journal of Qingdao Agricultural University (Natural Science)*, 2007, 24 (3): 172-174. 郇长英, 刘云虹, 张乃芹, 等. 山东省发现外来入侵有害生物—西花蓟马 [J]. *青岛农业大学学报 (自然科学版)*, 2007, 24 (3): 172-174]
- Zhi JR, Ren SX. Effects of pollen and plant growth stages on the populations of western flower thrips [J]. *Plant Protection*, 2006, 32 (3): 39-42. 郇军锐, 任顺祥. 花粉和植物不同生长阶段对西花蓟马种群的影响 [J]. *植物保护*, 2006, 32 (3): 39-42]
- Zhou JH. The attractiveness of the kind of sticky colored cards to grape aphids and thrips [J]. *Hebei Fruits*, 2014, 3: 9-11. 周金花. 10 种色板对葡萄蚜虫和蓟马的诱捕效果 [J]. *河北果树*, 2014, 3: 9-11]