

不同颜色粘虫板及性诱捕器对枣园绿盲蝽的诱集效果

王 辉, 方彤晖, 薛宏贵, 王新谱*

(宁夏大学农学院, 银川 750021)

摘要:【目的】观察不同颜色粘虫板与性诱捕器对枣园绿盲蝽的诱集效果。【方法】于2017年6月下旬至10月上旬使用4种不同颜色粘虫板对枣园内不同样地不同方位的绿盲蝽进行诱集, 并使用性信息素诱捕器调查绿盲蝽的时间动态变化。【结果】绿色和黄色粘虫板诱集效果最好, 蓝色次之, 黑色最差; 全年中6月下旬、10月上旬诱虫量最多, 7月下旬与8月诱虫量最少; 枣树样地中间位置的绿盲蝽种群数量多于边缘。【结论】多因素方差分析表明粘虫板颜色($p < 0.0001$)、悬挂方位($p < 0.0001$)、悬挂样地($p = 0.0043$)对绿盲蝽诱虫效果有极显著影响, 且粘虫板的颜色与悬挂方位间具有极显著交互作用($p < 0.0001$), 悬挂样地、方位与粘虫板颜色间无显著交互作用($p = 0.0712$)。研究结果表明了粘虫板对枣园绿盲蝽有明显的防治效果, 为实际生产中枣园绿盲蝽的综合防治提供了科学依据。

关键词: 枣园; 粘虫板; 绿盲蝽; 诱集效果

中图分类号: S665.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2019)05-0647-08

Trapping effects of different color sticky cards and sex pheromone traps on *Apolygus lucorum* in jujube orchards

WANG Hui, FANG Tonghui, XUE Honggui, WANG Xinpu*

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: 【Objective】*Apolygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) is the main pest of cotton in the past, but it has gradually transferred to other crops in recent years. ‘Lingwu Jujube’ is an excellent fresh-eating jujube with local characteristics in Ningxia. With the annual increase of cultivation area and the change of modern management mode, the damage area caused by *A. lucorum* is gradually expanding, and the damage degree is increasing rapidly. At present, chemical control is the main measure to control *A. lucorum* in jujube orchards, but it is difficult to control its population by chemical control alone because of its strong diffusivity, serious overlap of generations and quick action. Therefore, it is particularly urgent to adopt other green prevention and control measures. As an effective physical means of pest control and population monitoring, sticky cards have the advantages of simplicity, friendly environment and high efficiency. At present, it has been widely used in greenhouses to control aphids, whiteflies, thrips and other pests. Insect sex pheromone trap is used based on the principle of synthetic sex pheromone to attract the opposite sex insect. It has the characteristics of high specificity, high sensitivity and no harm to natural enemies. Recently, most of the studies on the trapping of *A. lucorum* by sticky cards mainly focus on cotton, grape, corn, sunflower and other economic crops. And studies on jujube orchards have not been reported. Therefore, the objective of this study was to determine the temporal dynamics of the damage caused by *A. lucorum* in Ningxia, to evaluate the trapping effect of four-color sticky cards on orientation and field blocks of *A. lucorum* in jujube orchards, and to provide a scientific basis for comprehensive prevention of *A. lucorum* in the actual production. 【Methods】 Four types of sticky cards with different colors (green, yellow, blue, black) were compared in different

收稿日期: 2018-12-24

接受日期: 2019-02-21

基金项目: 宁夏大学西部一流大学理工农科类重大创新项目(ZKZD2017008)

作者简介: 王辉, 男, 在读硕士研究生, 主要从事昆虫系统学与多样性研究。Tel: 15709697741, E-mail: wangbin1986221@126.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel: 13895015907, E-mail: wangxinpu@nxu.edu.cn

direction (east, south, west, north and central) and different field (block A and B) of jujube orchards during late June to early October in 2017. There were three replications for each color treatment, and a total of 120 sticky cards were hung in two sample plots. The sticky cards were arranged randomly on the branches of jujube trees with sparse leaves. The sticky cards were hung 2-2.5 m above ground and the interval between the cards was 6 m apart, and the trapped insects were checked once in every 3 days and the sticky cards were replaced once in 10 days. The sex pheromone traps were used to investigate the temporal dynamics of the *A. lucorum*. Seventy-five sex pheromone traps were evenly suspended on a chessboard in 1 hm² jujube field. Sex traps were suspended on the branches of jujube trees with sparse leaves. The height of the traps was 2-2.5 m. The traps were investigated every 3 days and the collecting insect barrels were replaced every 10 days. 【Results】The trapped insect numbers on green and yellow sticky cards in plot A ($F=19.62, p = 0.0005$) and plot B ($F=19.62, p = 0.0005$) were higher than that on blue and black cards, and there was no significant difference between the green and yellow cards. The yellow ($F=4.97, p = 0.0182$) and green ($F=9.19, p = 0.0022$) cards attracted more insects than blue and black ones in any direction. The variation trend of the number of trapped insects by sticky cards and sex pheromone traps was basically the same. The most numbers of *A. lucorum* were trapped in the late June and early October, and only a few were trapped in late July and August. The number of insects trapped in the central area was more than that at the edge of the field. 【Conclusion】Multi-way ANOVA analysis showed that trapped numbers of *A. lucorum* were significantly influenced by the different color ($p < 0.0001$), direction ($p < 0.0001$) and field ($p = 0.0043$), and there was a significant interaction between color and direction of sticky cards, but there was no significant interaction between field and color and direction. The sticky cards and sex pheromone traps were simple, environment-friendly and efficient tools for controlling *A. lucorum*, which were worthy to apply widely. Therefore, the following points should be paid attention to in the control of *A. lucorum* in jujube orchards. Early summer and early autumn in Ningxia region are the critical period for *A. lucorum* to damage jujube orchards. Green and yellow are the best color boards for controlling *A. lucorum*. When sticky cards are used, it is necessary to arrange the appropriate color, reasonable density, and suitable time according to the type of field vegetation, microclimate and surrounding non-crop habitat.

Key words: Jujube orchard; Sticky card; *Apolygus lucorum*; Trapping effect

绿盲蝽 *Apolygus lucorum* Meyer-Dür, 属半翅目 Hemiptera、盲蝽科 Miridae, 该害虫是棉田的重要害虫, 刺吸危害棉花的叶片、现蕾、花和棉铃^[1], 除了危害棉花外, 近年来多有绿盲蝽危害枣树、桃树、葡萄等果树的报道^[2-4]。枣树幼叶被绿盲蝽危害后会呈现许多针刺状红褐色小点, 后形成不规则的孔洞或焦枯, 幼果被害后果面出现黑色坏死斑, 果肉组织坏死^[5], 严重影响枣农经济效益。

灵武长枣为宁夏地方特色的优良鲜食枣品, 其栽培历史悠久, 果实个大、果肉酥嫩多汁, 有“活维生素丸”的美誉。随着灵武枣树种植面积的逐年增加和现代化管理模式的改变, 绿盲蝽在种植区的危害面积逐年扩大, 危害程度逐年加重。目前, 针对枣园绿盲蝽的防治措施主要还是化学防治, 但由于绿盲

蝽扩散性强, 世代重叠严重, 且行动敏捷, 因此单一的化学防治难以控制其种群数量, 且易造成“3R问题”, 所以探索其他绿色防控技术措施显得尤为重要。

性引诱剂诱捕器是利用人工合成某一性别性诱剂来吸引异性的原理, 具有专一性强、灵敏度高, 且不伤天敌等特点, 已大量推广于害虫监测和诱捕技术中^[6]。粘虫板诱集诱杀作为一种简单、环保、高效的物理防控方法已成为对害虫种群数量预测预报的有效手段^[7-8], 目前已经大量应用于温室防治蚜虫、粉虱、潜叶蝇、蓟马等害虫, 其原理是利用不同种类的昆虫对不同颜色有不同的敏感波谱范围, 即对昆虫颜色适应或对颜色的趋性^[9], 引诱害虫并将其粘着在粘板上或将其杀死。目前, 针对粘虫板对绿盲蝽

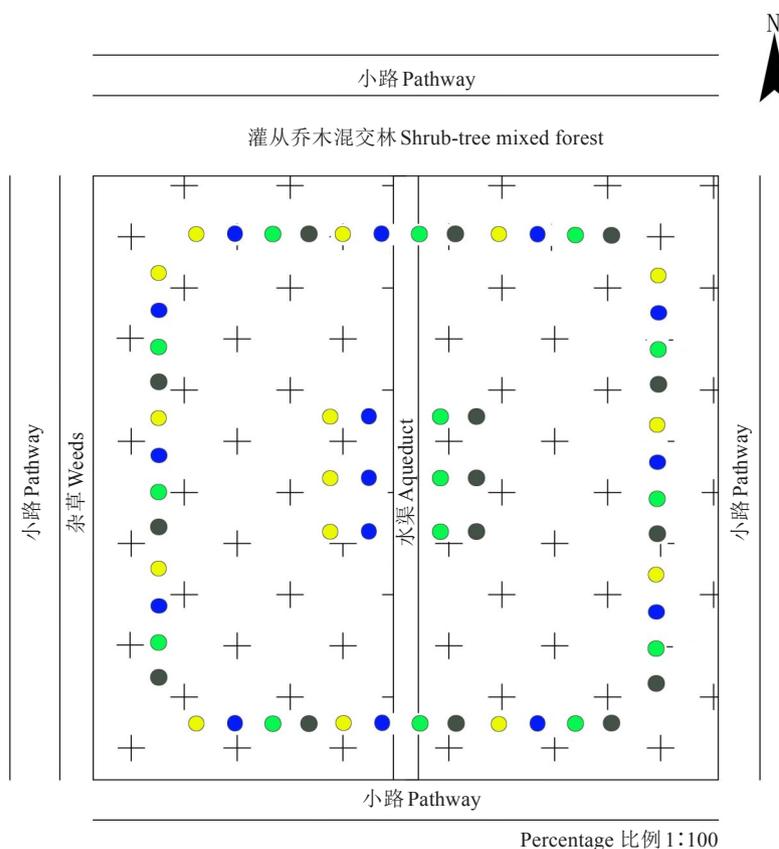
诱集诱杀的研究集中在棉花^[10-11]、葡萄^[12-13]、玉米、向日葵^[14]等经济作物中,枣园上的研究未见报道。此外,单因素处理对绿盲蝽诱集效果已有报道,如粘虫板使用不同颜色、不同方位、不同高度、不同时期等^[11,13,15],但综合全面的有关粘虫板诱杀效果的研究较少,因此本研究系统性地集合了粘虫板诱集的多个影响因素来探讨其在枣园上的诱集效果。

本研究通过不同颜色粘虫板及性诱捕器对枣园绿盲蝽诱集效果的调查,探讨了绿盲蝽为害枣园的时间变化规律,分析了不同颜色、不同方位、不同样地粘虫板及其交互作用对绿盲蝽的诱虫效果,筛选出了粘虫板防治枣园绿盲蝽时的颜色、方位、样地的最佳设置组合,为实际生产中枣园绿盲蝽的综合防治提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验样地

试验地位于宁夏回族自治区灵武市南约27 km处的狼皮子梁林场(37°54′-37°55′ N, 106°23′-106°25′ E),为灵武市沿山长枣产业带中关键的种植区,枣园总面积约为35 hm²,树高2~2.5 m,树龄8 a,种植模式为“3×2”式种植,南北走向,管理细致。粘虫板试验地选取其中两块有代表性的试验样地,分别为试验地A和试验地B,各约0.7 hm²,两块试验地相距500 m,种植及管理情况一致,区别在于试验地B于每月下旬进行1次人工割草。图1示意其中一块样地,试验地中部有宽约2 m的引灌水渠,北部有宽约8 m的灌丛乔木林,西部有宽约3 m的杂草带,另外四周有不同宽度的小路,枣园样地内部主要杂草为虎尾草 *Chloris virgata*,狗尾草 *Setaria viridis*、猪毛菜 *Salsolacololina* 等,周边有少量新疆杨 *Populus alba* L.var. *pyramidalis* 及臭椿 *Ailanthus altissima*,试验期间不使用任何化学农药。



图中不同颜色“○”代表各颜色粘虫板(黄蓝绿黑),“+”代表枣树样地区域。
Different color sticky cards represented by “○”, jujube area are represented by “+”.

图1 样地分布示意图
Fig. 1 Distribution of sampling transects

1.2 供试材料

供试枣树品种为‘灵武长枣’。

彩色粘虫板分别为黄、蓝、绿、黑 4 种颜色,规格为 25 cm×30 cm,正反面带有淡黄色或淡白色的粘稠胶体,单面胶厚度为 0.03~0.05 mm,无异味,无异物,购自北京中捷四方生物科技股份有限公司。

性信息素诱捕器为配合引诱剂诱芯使用的桶型诱捕器,由顶盖、悬挂诱芯吊柄、支撑柱、漏斗桶、集虫桶组成,集虫桶内放置肥皂水或清水,直径约 20 cm,高 40 cm。昆虫信息素诱芯为一种新型绿色生物防控产品,通过持久缓慢释放模拟雌性昆虫求偶的信息素吸引雄性昆虫的产品,所有产品均购买自北京中捷四方生物科技股份有限公司。

1.3 试验方法

粘虫板试验:于 2017 年 6 月下旬至 10 月上旬在选取的 2 块试验地按东、南、西、北、中 5 个不同方位设置悬挂“黄、蓝、绿、黑”4 种不同颜色的粘虫板,布局如图 1 所示,每个方位每种颜色粘虫板 3 个重复,共计 60 张粘虫板,2 块样地共计 120 张粘虫板。粘虫板悬挂时依次随机排列于叶片稀疏的枣树枝条上,挂板高度为 2~2.5 m,南北部挂板方向面向南北,东西部挂板方向面向东西,每 2 块粘虫板间隔 6 m,每 3 d 调查一次并记录粘虫板上的绿盲蝽成虫和若虫数量,并及时刮除粘虫板上的虫体,每 10 d 更换 1

次粘虫板。

性诱捕器试验:将 75 个性诱剂诱捕器棋盘式均匀悬挂在长 400 m,宽 25 m,共计 1 hm² 的枣树地中。悬挂时选择叶片稀疏的枣树枝条上,悬挂高度为 2~2.5 m,每 3 d 调查 1 次集虫桶中的绿盲蝽成虫和若虫数量,并及时清理桶中虫体,每 10 d 更换 1 次集虫桶中的肥皂水,每 2 月更换 1 次诱捕器诱芯。

1.4 数据处理

应用 Excel 2007 和 SAS 8.2 软件进行数据分析,利用 LSD 最小显著极差法进行不同处理间的显著性检验,采用多因素方差分析不同因素间的交互作用对粘虫板诱虫效果的影响。

2 结果与分析

2.1 不同颜色粘虫板的诱集效果

通过对 2 块不同试验地的调查发现,4 种颜色粘虫板对绿盲蝽的诱集效果不同,在试验地 A 中,绿色、黄色和蓝色粘虫板诱集虫量较多,分别达 468 头、455 头和 327 头,且相互之间差异不显著,但与黑色粘虫板相比差异显著;在试验地 B 中,绿色和黄色粘虫板诱虫效果较好,且相互之间差异不显著,分别达 420 头和 452 头,但与蓝色和黑色粘虫板相比差异显著,黑色粘虫板诱虫量在两块样地中均最少(表 1)。

表 1 不同颜色粘虫板对绿盲蝽的诱集效果

Table 1 Trapping effects of the different color sticky cards on *Apolysgus lucorum*

试验地 Sample plot	全年虫量 The number of insect in a year			
	黄 Yellow	蓝 Blue	绿 Green	黑 Black
试验地 A Sample plot A	455.00±51.51 a	327.00±44.44 a	468.67±134.44 a	50.67±17.21 b
试验地 B Sample plot B	452.00±91.43 a	262.67±21.03 b	420.33±61.37 a	40.33±13.05 c

注:试验地 A: $F=19.62, p=0.0005$; 试验地 B: $F=33.37, p<0.0001$ 。

Note: Sample plot A: $F=19.62, p=0.0005$; Sample plot B: $F=33.37, p<0.0001$ 。

从不同颜色粘虫板对绿盲蝽诱集效果的时间变化图(图 2)分析可得,试验地 A 绿色粘虫板在 6 月下旬、8 月上旬、9 月下旬、10 月上旬诱虫效果最好,试验地 B 绿色粘虫板在 7 月下旬、8 月上旬、10 月上旬诱集虫量最大,除此之外两块样地其余时间内皆是黄色粘虫板诱虫效果最好。

综上,绿色和黄色粘虫板对绿盲蝽的诱集效果最好,蓝色次之,黑色最差,因此枣园绿盲蝽更倾向于绿色和黄色。

2.2 不同月份各粘虫板及诱捕器的诱集效果

不同月份各粘虫板对枣园绿盲蝽的诱集效果不

同,但 4 种颜色粘虫板诱集趋势变化基本一致(图 2),其中,两块样地均为 6 月下旬、10 月上旬诱虫量最多,7 月上旬、9 月诱虫量较多,7 月下旬与 8 月诱虫量最少,即时间变化图均表现为“两端多,中间少”的变化趋势。这与绿盲蝽在枣树地的发生规律及枣树生长期有关。5、6 月份为成虫出现高峰期,主要危害幼芽、嫩叶、枣花;7、8 月份枣树幼果进入速长期,且正直盛夏、食物丰富,因此绿盲蝽若虫转移至杂草为害,成虫扩散至其他作物为害,分布分散;9 月至 10 月中旬成虫回迁至枣园并产卵于枣树,因此危害加重。另外,两块样地比较而言,试验地 B 较试

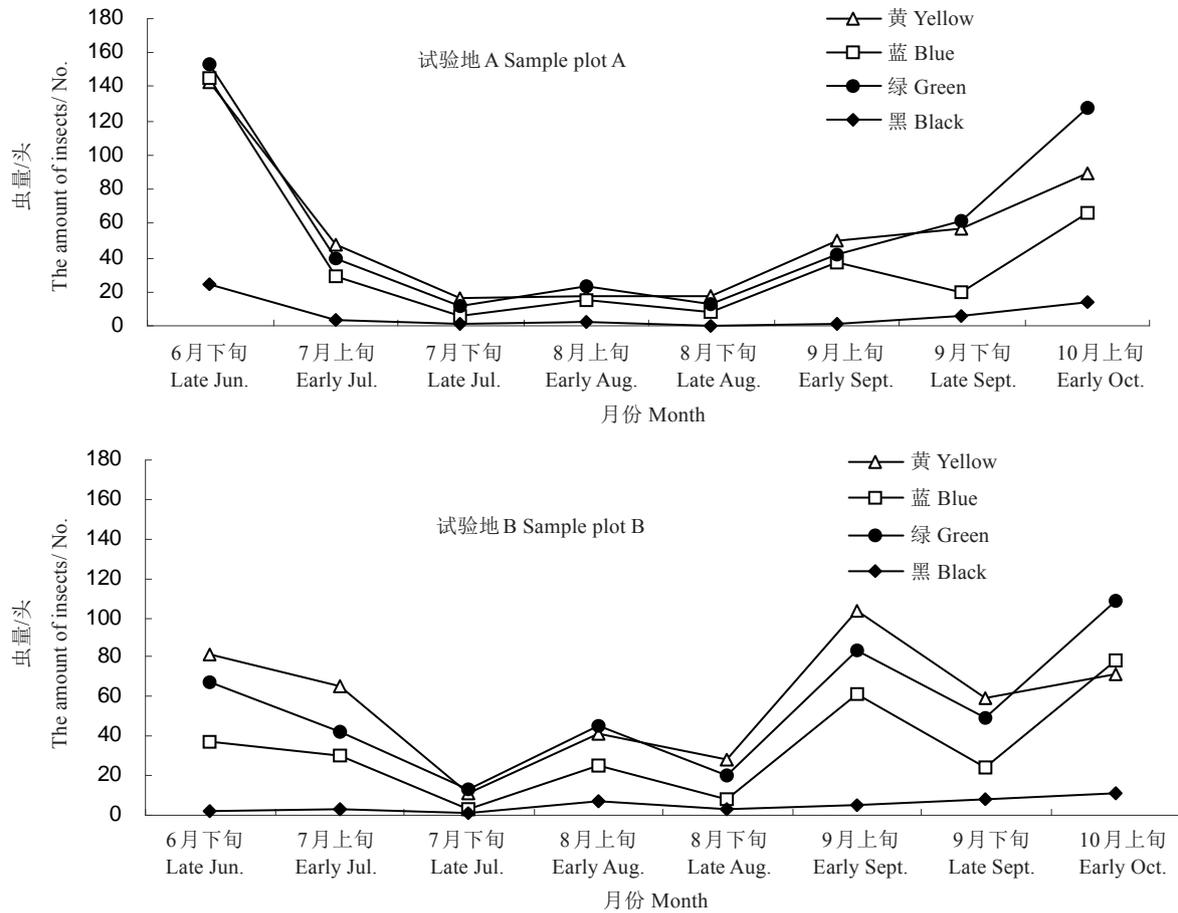


图2 各颜色粘虫板对枣园绿盲蝽诱集效果的时间变化

Fig. 2 The time variation trend for trapping effects of the different color sticky cards

验地A个别月份诱虫量变化较为显著,如7、8月下旬诱虫量极少,9月下旬诱虫量也较少,究其原因可能是由于试验地B分别于7、8、9月下旬人工除草的原因。

通过对1 hm²(15个重复),75个诱捕器的虫量统计表明,不同月份性诱剂诱捕器对枣园绿盲蝽的诱集效果不同(图3),每666.7 m²虫量在26只(9月

上)至98只(6月下)之间,其变化趋势与粘虫板诱虫量表表征基本相同,也表现出“两端多,中间少”的变化趋势,其中,6月下旬、10月上旬诱虫量显著高于其他时间段,7月下、8月上、9月上诱虫量显著低于其他时间($F=89.42, p < 0.0001$),另外,8月下显著高于两侧时间段的原因可能与诱芯(性信息素)的替换有关。

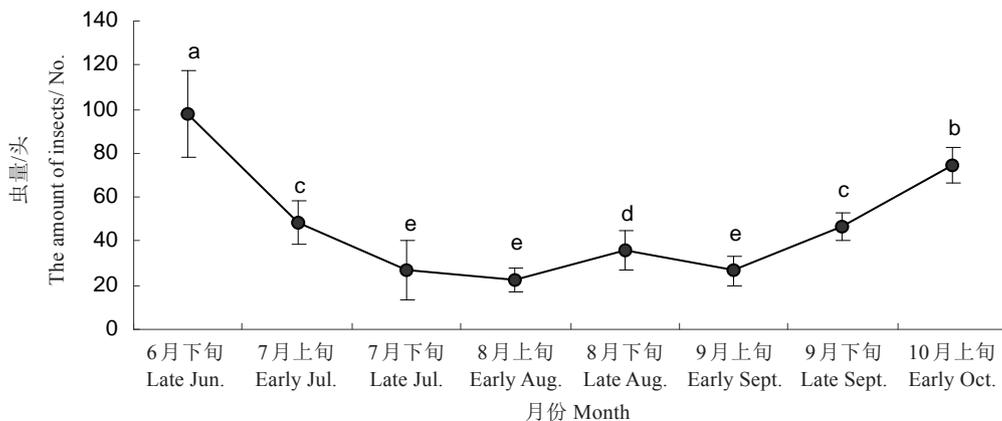


图3 性信息素诱捕器对枣园绿盲蝽诱集效果的时间变化

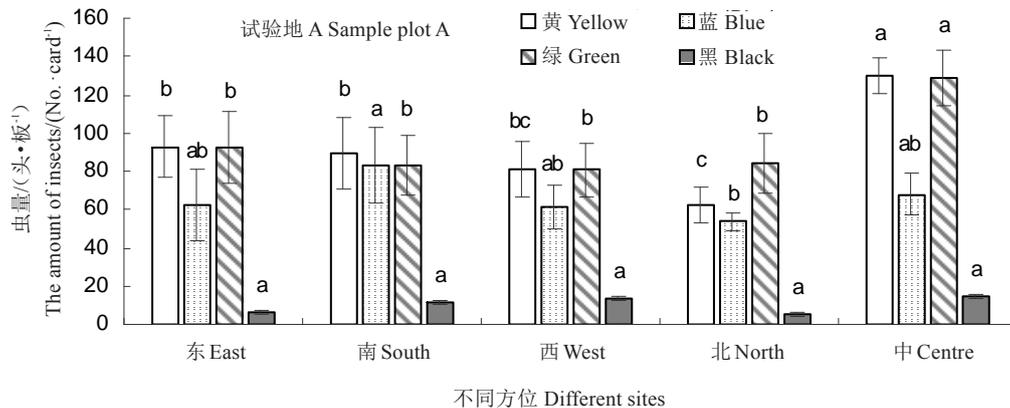
Fig. 3 The time variation trend for trapping effects of the pheromone traps

2.3 不同方位各粘虫板的诱集效果

枣园不同方位设置的不同颜色粘虫板诱集效果不同(图4),绿色和黄色粘虫板在不同方位诱虫量差异显著,黑色在不同方位诱虫量差异不显著。其中,绿色粘虫板在枣园中部诱虫量显著多于其他方位($F=4.97, p=0.0182$),且其他方位间无显著差异;黄色粘虫板在中部诱虫量显著多于其他方位($F=9.19, p=0.0022$),在北部显著少于其他方位,在东南、西部居中且相互间差异不显著;蓝色粘虫板在南部诱虫量显著多于北部,与其他方位无显著差异。

以上研究结果表明,在枣园生境中,绿色和黄色粘虫板诱集绿盲蝽效果最好,且悬挂于枣园中间位置的绿色和黄色粘虫板诱虫数量均显著多于其他位置,由此推断样地中部的绿盲蝽种群数量较大,这可能与样地所处的环境有关,样地北边有少量灌丛与乔木,西边为约6 m宽的水泥路,南边和东边为约4 m宽的小路,中间部分为每月引水灌溉1次的水渠,因此只有中间部位有良好且无人干扰的生存环境。

2.4 粘虫板样地、颜色、方位间的交互效应对绿盲



图中相同颜色条柱上部不同小写字母表示 $p < 0.05$ 水平差异显著。

Different lower-case letters at the top of the same color bar show significant difference in $p < 0.05$ level.

图 4 不同方位各颜色粘虫板对枣园绿盲蝽的诱集效果

Fig. 4 Trapping effects of the different direction on *Apolygus lucorum*

蝽诱集效果的影响

对粘虫板颜色、分布方位和分布样地3种因素造成诱虫效果的影响因子进行3因素不同水平的方差分析(表2)。结果表明,不同颜色、不同方位和不同样地对绿盲蝽诱集效果主效应均极显著($F=28.52, p < 0.0001$),在二维互作中,方位×颜色互作主效应极显著,说明当粘虫板颜色和方位都使用恰当时,对绿盲蝽的诱集效果最好,而样地×方位、样

地×颜色互作主效应不显著,在三维互作中,方位×样地×颜色互作主效应不显著,因此不能认为不同样地与粘虫板颜色、分布方位的交互作用对绿盲蝽的诱集效果有影响。

3 讨 论

本次研究结果表明绿色和黄色粘虫板的诱集效果最好,绿盲蝽倾向于绿色粘虫板可能与枣园及枣园植被环境有关,枣树叶片、果实及枣园草本植物均为绿色^[13],倾向于黄色粘虫板可能是由于绿盲蝽成虫活动时间集中在傍晚,而傍晚时分对于黄色趋性更为敏感。此外,本研究结果与刘平等^[16]、王丽丽等^[13]、宋海燕等^[11]一致,与梁启富等^[17]不一致,这与寄主或栖息地环境有关,有研究表明美国牧草盲蝽 *Lygus pratensis* 在桃园中对粉红色趋性显著强于其他颜色^[18],而在紫花苜蓿田中更多趋向于绿色、蓝色和黄色^[19];西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 对甘蓝

表 2 粘虫板颜色、方位与样地的交互效应分析

Table 2 The factorial analysis of sticky cards color, direction and field

来源 Source	df	F	P
方位 Direction	4	17.92	<0.000 1
样地 Sample plot	1	8.65	0.004 3
颜色 Color	3	317.14	<0.000 1
方位×样地 Direction×Sample plot	4	1.65	0.170 1
方位×颜色 Direction×Color	12	3.90	0.000 1
样地×颜色 Sample plot×Color	3	2.03	0.116 8
方位×样地×颜色	12	1.75	0.071 2
Direction×Sample plot×Color			

和莴苣叶片颜色的选择趋性显著大于茄子和大蒜^[20]。

不同颜色、不同方位、不同样地对绿盲蝽诱集效果均极显著,颜色对诱集效果的影响主要与绿盲蝽对不同颜色趋性有关;样地对诱集效果的影响与样地内地表植物生物量、植被类型及绿盲蝽的扩散有关,如本次研究中试验地B较试验地A有更少的植物生物量;方位对诱集效果的影响与不同方位间栖息地的生境有关,如本研究中枣园中部诱虫量显著多于其他方位,这与梁启富等^[17]、Blackmer等^[19]的研究结果不同,但结论相同,可能由于本研究中部存在引灌水渠且中部杂草人为干扰程度较轻,为绿盲蝽提供了较好的栖息环境。

绿盲蝽性信息素作为绿盲蝽靶标引诱剂,特异性强,专一性高,因此可以准确的监测和评估虫害的发生规律^[6],本研究中应用性诱捕器的调查结果与粘虫板的调查结果相互吻合,继而可以佐证粘虫板对枣园绿盲蝽诱集效果的变化趋势。两块样地不同颜色粘虫板与诱捕器的诱集结果均表明6月下旬、10月上旬诱虫量最多,其他时间较少,这也与王丽丽等^[13]的研究结果一致,绿盲蝽对枣树的危害程度与其在枣树地的发生规律有关^[13,21],即枣树受害的敏感生育期与绿盲蝽的危害爆发期相吻合,绿盲蝽第1、2代危害正值枣树幼芽、嫩叶、花蕾的发育关键期,第5代危害与枣果的成熟期相吻合,因此危害严重,第3、4代正值枣果速长期,且食源丰富,因此危害较轻。此外,越冬卵的虫源基数与适宜绿盲蝽为害的环境条件如温度、降雨等也是影响绿盲蝽为害的重要因素^[22]。另外,样地A的调查结果表明,6月下旬、8月上旬、9月下旬、10月上旬的绿色粘虫板诱集效果较好,其他时间为黄色与蓝色诱集效果好,是否可认为每年不同为害时期,即绿盲蝽不同世代对不同颜色诱虫板的趋性不同,还需要通过多年份、多样地的诱集数据来评价粘虫板对绿盲蝽的诱集效果。

通过对粘虫板颜色、方位与样地的析因分析可知,方位与颜色互作效应极显著,可认为粘虫板不同方位与颜色间或不同颜色与方位间的交互作用对绿盲蝽诱集效果有显著影响。不同方位各颜色粘虫板的诱集表明,绿色与黑色粘虫板南北部诱虫量差异不显著,黄色与蓝色粘虫板南北部诱虫量差异显著,北部显著少于南部,可能原因是北部的灌丛乔木混

交林作为农业景观田间尺度上的非作物生境建设^[23],对绿盲蝽取食和繁衍的生存条件起到了较好的抑制作用,因此在实际生产中本林场可在南部较多的使用黄色和蓝色粘虫板,在北部较多的使用绿色粘虫板。此外,样地与方位、颜色间无显著互作效应,因此在实际操作悬挂粘虫板时可暂不考虑样地对诱虫量的影响。

此外,粘虫板的布置密度对于绿盲蝽的诱集效果影响显著^[24],如何设置最佳密度的粘虫板诱集到最可能多的虫量,还需要进一步的试验探究,从而明确粘虫板悬挂密度、经济成本、诱集虫量之间的关系。最后,研究还发现性信息素诱捕器对于天敌的保护作用明显高于粘虫板,粘虫板诱集过程中诱集到了大量天敌昆虫,如寄生蜂,食蚜蝇、草蛉等,这些天敌昆虫在枣园中具体生态位尚不明确,如何在诱集过程中保护天敌有待深入研究。

4 结 论

粘虫板、性诱捕器为近年来绿色、环保、高效的物理防控方法,值得大面积推广使用。在实际生产中针对枣园绿盲蝽的防治应注意以下几点:宁夏地区初夏与初秋为绿盲蝽危害枣园的关键时期;绿色、黄色粘虫板为防控绿盲蝽的最佳色板;利用粘虫板防控时需根据田间植被类型,小气候及周边非作物生境建设,布置恰当颜色、合理密度、适当时长的粘虫板。

参考文献 References:

- [1] LU Y H, QIU F, FENG H Q, LI H B, YANG Z C, WYCK-HUYS K A G, WU K M. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera: Miridae) on Bt Cotton in China[J]. Crop Protection, 2008, 27(3): 465-472.
- [2] 刘涛. 天津地区枣树绿盲蝽的发生规律及防治措施研究[D]. 天津:天津农学院, 2010.
- [3] LIU Tao. Studies on occurrence and control measures of *Lygus lucorum* Meyer in jujube in Tianjin region[D]. Tianjin: Tianjin Agricultural College, 2010.
- [4] 魏书艳, 肖留斌, 谭永安, 赵洪霞, 柏立新. 不同寄主受绿盲蝽危害后生理代谢指标的变化[J]. 植物保护学报, 2010, 37(4): 359-364.
- [5] WEI Shuyan, XIAO Liubin, TAN Yongan, ZHAO Hongxia, BAI Lixin. Changes of physiological indices of host plants infested by *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae)[J]. Journal of Plant Protection, 2010, 37(4): 359-364.
- [6] 高勇, 门兴元, 于毅, 周洪旭. 绿盲蝽危害后枣、桃、樱桃、葡萄叶片生理代谢指标的变化[J]. 中国农业科学, 2012, 45(22): 4627-4634.
- [7] GAO Yong, MEN Xingyuan, YU Yi, ZHOU Hongxu. Changes

- of physiological indexes of jujube, peach, cherry and grape leaves damaged by *Apolysgus lucorum* in Northern China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(22): 4627-4634.
- [5] 陆宴辉, 吴孔明. 棉花盲椿象及其防治[M]. 北京: 金盾出版社, 2008.
LU Yanhui, WU Kongming. The cotton mirids and its control [M]. Beijing: Golden Shield Press, 2008.
- [6] 高成龙, 杜凯名, 王胜梅, 张连生, 马云波, 陆鹏飞, 骆有庆. 沙棘木蠹蛾成虫种群发生动态与性诱剂诱捕剂监测技术[J]. 应用昆虫学报, 2017, 54(6): 971-977.
GAO Chenglong, DU Kaiming, WANG Shengmei, ZHANG Liansheng, MA Yunbo, LU Pengfei, LUO Youqing. Population dynamics of *Eogystia hippophaecolus* in Liaoning province[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2017, 54(6): 971-977.
- [7] 傅建炜, 徐敦明, 吴玮, 尤民生. 不同蔬菜害虫对色彩的趋性差异[J]. 昆虫知识, 2005, 42(5): 532-533.
FU Jianwei, XU Dunming, WU Wei, YOU Minsheng. Preference of different vegetable insect pests to color[J]. *Entomological Knowledge*, 2005, 42(5): 532-533.
- [8] HODDLEA M S, ROBINSON L, MORGAN B D. Attraction of thrips (Thysanoptera: Thripidae and Aeolothripidae) to colored sticky cards in a California avocado orchard[J]. *Crop Protection*, 2002, 21(5): 383-388.
- [9] 胡小敏, 王云虎, 林星华, 陈太春, 安德荣, 雷仲仁. 蚜虫对不同色卡敏感性及对不同波长黄色粘虫板趋性[J]. 西北农业学报, 2011, 20(9): 190-193.
HU Xiaomin, WANG Yunhu, LIN Xinghua, CHEN Taichun, AN Derong, LEI Zhongren. Preference of aphids to different color sticky cards and different wavelengths of yellow sticky boards [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2011, 20(9): 190-193.
- [10] WU K M, LU Y H, FENG H Q, JIANG Y Y, ZHAO J Z. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton[J]. *Science*, 2008, 321(5896): 1676-1678.
- [11] 宋海燕, 李丽莉, 王凤月, 门兴元. 不同颜色粘虫板对棉田绿盲椿、中黑盲椿和赤须盲椿的诱集效果[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5): 713-721.
SONG Haiyan, LI Lili, WANG Fengyue, MEN Xingyuan. Trapping effects of different colored sticky cards to mirids *Apolysgus lucorum*, *Adelphocoris suturalis* and *Trigonotylus ruficonis* in cotton fields[J]. *Journal of Plant Protection*, 2016, 43(5): 713-721.
- [12] 朱丽娜. 不同颜色粘虫板诱捕绿盲椿的效果[J]. 河北果树, 2016(6): 10-12.
ZHU Lina. Trapping effects of the different color sticky cards on *Apolysgus lucorum*[J]. *Hebei Fruits*, 2016(6): 10-12.
- [13] 王丽丽, 王洪涛, 刘学卿, 任爱梅, 王英姿. 不同颜色粘虫板对葡萄园绿盲椿的诱集效果[J]. 果树学报, 2014, 31(2): 288-291.
WANG Lili, WANG Hongtao, LIU Xueqin, REN Aimei, WANG Yingzi. Attractive effect of the different color sticky traps on *Apolysgus lucorum* in vineyard[J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(2): 288-291.
- [14] 高秀梅, 刘涛, 田小卫, 李跃红, 范会鲜, 王瑞喜. 农业及物理防治对枣园绿盲椿及其天敌的影响[J]. 中国果树, 2009(5): 48-53.
GAO Xiumei, LIU Tao, TIAN Xiaowei, LI Yuehong, FAN Hui-xian, WANG Ruixi. Effect of agriculture and physical control of *Apolysgus lucorum* and its natural enemies in *Ziziphus jujube*[J]. *China Fruits*, 2009(5): 48-53.
- [15] 耿辉辉, 陆宴辉, 杨益众. 绿盲椿成虫的田间活动规律[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(3): 601-604.
GENG Huihui, LU Yanhui, YANG Yizhong. Activity of adult *Apolysgus lucorum* in cotton fields[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2012, 49(3): 601-604.
- [16] 刘平, 刘新云, 冯兴龙, 杨晋宇, 周俊义, 褚新房, 刘孟军. 粘虫板在枣树虫害防治中的应用研究[J]. 河北林果研究, 2007, 22(3): 294-298.
LIU Ping, LIU Xinyun, FENG Xinglong, YANG Jinyu, ZHOU Junyi, CHU Xinfang, LIU Mengjun. Study on application of sticky cards on insect control in *Ziziphus jujuba* Mill[J]. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research*, 2007, 22(3): 294-298.
- [17] 梁启富, 郭天娥, 张正群, 季静, 刘峰, 慕卫. 棉田使用诱虫板对绿盲椿和非靶标昆虫的诱集作用[J]. 中国棉花, 2012, 39(5): 10-14.
LIANG Qifu, GUO Tiane, ZHANG Zhengqun, JI Jing, LIU Feng, MU Wei. Evaluation of color traps for monitoring *Lygus Lucorum* Meyer-Dür and other non-target insects[J]. *China Cotton*, 2012, 39(5): 10-14.
- [18] LEGRAND A, LOS L. Visual responses of *Lygus lineolaris* and *Lygocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) on peaches[J]. *Florida Entomologist*, 2003, 86(4): 424-428.
- [19] BLACKMER J L, BYERS J A, RODRIGUEZ-SAONA C. Evaluation of color traps for monitoring *Lygus* spp.: design, placement, height, time of day, and non-target effects[J]. *Crop Protection*, 2008, 27(2): 171-181.
- [20] 曹宇, 郭军锐, 从春蕾, 宋琼章. 西花蓟马寄主选择性与寄主物理性状及次生物质的关系[J]. 植物保护, 2012, 38(4): 27-32.
CAO Yu, ZHI Junrui, CONG Chunlei, Song Qiongzhang. Relationships between host plant selection of *Frankliniella occidentalis* and physical characteristics and secondary plant compounds of host foliage[J]. *Plant Protection*, 2012, 38(4): 27-32.
- [21] 马兴莉, 宋宏伟, 张真, 卢绍辉, 袁国军, 马俊青. 河南枣区绿盲椿发生规律及绿色防控技术[J]. 中国森林病虫, 2016, 35(3): 38-41.
MA Xingli, SONG Hongwei, ZHANG Zhen, LU Shaohui, YUAN Guojun, MA Junqing. Occurrence regularity and biological management technology of *Apolysgus lucorum* in jujube-growing area in Henan[J]. *Forest Pest and Disease*, 2016, 35(3): 38-41.
- [22] 王振亮, 韩会智, 刘孟军. 枣园绿盲椿越冬卵的分布及其孵化规律研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(6): 148-158.
WANG Zhenliang, HAN Huizhi, LIU Mengjun. Distribution and hatching of overwintering eggs of *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae)[J]. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 2011, 39(6): 148-158.
- [23] 戴飘飘, 张旭珠, 肖晨子, 张鑫, 宇振荣, 刘云慧. 农业景观害虫控制生境管理及植物配置方法[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(1): 9-19.
DAI Piaopiao, ZHANG Xuzhu, XIAO Chenzi, ZHANG Xin, YU Zhenrong, LIU Yunhui. Habitat management and plant configuration for biological pest control in agricultural landscapes [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2015, 23(1): 9-19.
- [24] 赵政, 夏长秀, 姚志超, 严翔, 方贻文, 张宏宇. 不同色板和悬挂方式对柑橘木虱的诱集效果[J]. 果树学报, 2018, 35(5): 596-601.
ZHAO Zheng, XIA Changxiu, YAO Zhichao, YAN Xiang, FANG Yiwen, ZHANG Hongyu. The effects of different colors and different hanging modes for trapping Asian citrus psyllid[J]. *Journal of Fruit Science*, 2018, 35(5): 596-601.