

烟粉虱成虫在日光温室内的分布和日活动规律

侯茂林, 文吉辉, 卢 伟

(中国科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100094)

摘要:采用中色粘虫板(黄板)和植株调查方法在河北省固安县日光温室内研究了烟粉虱成虫在黄瓜结瓜盛期(4月下旬~5月上旬)的分布和日活动规律。结果表明,温室北边平均诱集量((668.8 ± 663.9) 头/(板·d))是南边((357.5 ± 349.4) 头/(板·d))的1.87倍;除8:00~10:00以外,其他时段内北边诱集量均显著高于南边;同时,北边植株上烟粉虱成虫数量也显著高于南边。温室东边逐日和各时段诱集量均高于西边,但差异不显著。在垂直方向,烟粉虱成虫在黄瓜所有叶片上均有分布。烟粉虱成虫从6:00~18:00各时段均很活跃,但不同时段活动水平存在差异。8:00~10:00平均诱集比例最高($25.7\% \pm 9.7\%$),12:00~14:00最低($13.2\% \pm 5.2\%$);8:00~10:00的诱集量显著高于其他时段。另外,黄板南面诱集量((352.5 ± 186.1) 头/(板·d))显著高于北面诱集量((160.7 ± 90.4) 头/(板·d))。对日光温室黄瓜上烟粉虱的监测、成虫诱杀和综合治理的意义进行了讨论。

关键词:烟粉虱;日光温室;黄瓜;黄板;活动;分布

文章编号:1000-0933(2006)05-1431-07 中图分类号:Q968.1 文献标识码:A

Distribution and daily activities of *Bemisia tabaci* (Gennadius) adults within solar greenhouse

HOU Mao-Lin, WEN Ji-Hui, LU Wei (Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, State Key Laboratory of Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Beijing 100094, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(5): 1431 ~ 1437.

Abstract: Distribution and daily activities of *Bemisia tabaci* adults in solar greenhouse (east-west oriented) were investigated with yellow sticky traps (YSTs, 25 × 30 cm in size) and by plant inspection in Gu'an County, Hebei Province from late April to early May when cucumber was vigorous fruiting. Results show that the YSTs installed in the north side of the greenhouse caught 1.87-fold more whitefly adults than those in the south side (668.8 adults/(trap·d) vs 357.5 adults/(trap·d)). Catches within each of the five two-hour intervals from 6:00 to 18:00 by YSTs in the north side were significantly greater than in the south side with an exception of the two-hour interval from 8:00 to 10:00. Number of *B. tabaci* adults on plants in the north side was also significantly greater than that in the south side. In the east-west direction, catches (daily average and averages within each two-hour interval) in the east side were not significantly different from those in the west side. *B. tabaci* adults were more active at certain periods of time than at others during the day as indicated by the percentages of adults caught on the YSTs at different time intervals; the highest percentage of adults was caught between 8:00 to 10:00 (25.7%) and the lowest, between 12:00 to 14:00 (13.2%). When the YSTs were arranged at east-west direction, the surface facing south caught significantly more *B. tabaci* adults than the surface facing north. The current results are discussed with reference to monitoring, adult trapping and IPM of *B. tabaci* on solar greenhouse cucumber.

基金项目:国家社会公益研究专项资助项目(2004DIB4J156);教育部留学回国科研基金资助项目

收稿日期:2005-11-11; **修订日期:**2006-04-25

作者简介:侯茂林(1968~),男,湖南人,博士,副研究员,主要从事昆虫生态、生物防治和害虫综合治理研究. E-mail: maolinhou@cjac.org.cn.

致谢:感谢长江大学实习本科生乔飞、胥小平、杨光全参与试验调查;河北省固安县蔬菜管理局于觉民、杜永清在温室使用和工作上提供诸多方便

Foundation item: The project was supported by Program on Research for Public Good, MOST of China (No. 2004DIB4J156) and SRF for ROCS, MOE. of China

Received date: 2005-11-11; **Accepted date:** 2006-04-25

Biography: HOU Mao-Lin, Ph.D., Associate professor, mainly engaged in research work in the fields of insect ecology, biological control and IPM. E-mail: maolinhou@cjac.org.cn

Key words: sweetpotato whitefly; *Bemisia tabaci*; solar greenhouse; cucumber; yellow sticky trap; activity; distribution

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius), 属同翅目(Homoptera), 粉虱科(Aleyrodidae)。20 世纪 80 年代后, 烟粉虱在世界各地危害日趋严重, 目前在全球引起作物产量损失率达 30% ~ 100%, 平均每年造成的经济损失超过 3 亿美元^[1]。烟粉虱除直接刺吸植物汁液致植株衰弱外, 若虫和成虫还分泌蜜露, 诱发煤污病, 密度高时叶片呈黑色, 严重影响光合作用。另外, 烟粉虱可在 30 种作物上传播 70 种以上的病毒病^[2]。烟粉虱在我国早有记载^[3], 但在近几年暴发成灾, 对我国棉花、蔬菜的生产构成了严重威胁^[4]。

目前, 烟粉虱防治主要依赖化学农药。在华北日光温室, 防治黄瓜上的烟粉虱一般 3 ~ 6d 喷药 1 次, 不但成本高, 而且因为黄瓜是连续采摘蔬菜, 导致农药残留高, 同时致使烟粉虱抗药性发展快^[1,5]。因此, 在烟粉虱的防治上如何抓住用药窗口时期、减少用药次数以及在对幼期进行防治的同时对成虫也进行防治至关重要。用药窗口期的确定有赖于准确的虫情监测, 而用药次数的减少除了适时用药外, 主要依赖于降低成虫种群数量。无论是掌握用药窗口期还是降低成虫种群, 均与成虫监测和诱杀有关。

烟粉虱成虫对黄色有强烈的趋性, 黄板诱杀对烟粉虱种群具有良好的控制作用^[6,7]。但是, 采用黄板进行烟粉虱监测和诱杀的前提是明确其在作物上的分布规律和活动节律。前人曾报道温室白粉虱在温室中的分布规律^[8], 以及烟粉虱在露地作物上的日活动节律^[9-11], 但是在我国华北, 特别是针对日光温室作物, 尚缺乏烟粉虱成虫分布和日活动规律的研究。由于生态区域上的差异, 特别是日光温室内环境因素和露地存在显著差异, 因此进行了本试验, 旨在了解日光温室内烟粉虱成虫的分布和日活动规律, 为烟粉虱的监测、成虫诱杀和综合治理提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验地和昆虫

本试验在河北省固安县北赵各庄进行, 该村有日光温室 500 多栋, 98% 的温室生产越冬茬黄瓜, 年产值达 800 万元。大多数温室种植历史在 4a 以上, 温室内粉虱发生严重。温室周围主要作物为小麦和梨树。本试验调查对象为粉虱, 经行为观察和室内形态特征鉴定^[12], 证明温室中发生的粉虱为烟粉虱。

1.2 板诱集

1.2.1 供试温室 该温室为短后坡半拱型, 长 120m、宽 8.5m、高 4m, 坐北朝南。作物为越冬茬黄瓜(品种为津园 1 号和 JZ2), 采用宽窄行小高垄种植, 宽行 0.8m, 窄行 0.4m, 株距 0.25m, 垄上覆膜。黄瓜长势良好, 生长一致。试验期间黄瓜处于结瓜盛期, 冠层离地 1.4m。该温室在试验期间烟粉虱发生严重。

1.2.2 黄板及其设置 黄板采用三合板制作, 大小为 25cm × 30cm。用中黄油漆均匀地漆成中黄色, 漆干后用机油(添加少许黄油以增强粘性)涂在三合板上制作而成。黄板用尼龙绳垂直悬挂于黄瓜冠层上部 20cm 高处, 板面朝东西方向排成南北两排, 每排 4 块。南北两排黄板分别与垄南北两边缘相距 1.8m, 板间东西相距 18m^[13]、南北相距 4m。黄板悬挂位置固定, 并分别进行编号。两黄瓜品种中各悬挂 4 块黄板。从 2005 年 4 月 27 日至 2005 年 5 月 1 日连续 5d, 每天 6:00 悬挂黄板, 每隔 2h 用重新涂抹机油的干净黄板更换温室中的黄板直到 18:00, 替换下来的黄板用白纸包裹带回室内, 统计各板各面所诱集烟粉虱成虫数及可能粘附在白纸上成虫数, 计数完毕后清理黄板上的虫体。同时, 每天 8:00 更换黄板时, 在温室南北边悬挂黄板位置附近各随机采取 8 片顶部第 3 片叶带回室内进行镜检, 每叶随机检查 3 点, 每点 4cm², 统计各点烟粉虱卵和若虫数量, 然后折算为单叶卵和若虫数量。试验期间未灌水, 4 月 27 日下午喷施 10% 吡虫啉粉剂 2500 倍液, 其他时间未使用农药。黄板诱集期间天气晴朗, 日照时数 9 ~ 12h, 温室外平均气温 19.6 ~ 24.5℃。

1.3 植株调查

另外选择 5 个温室目测调查黄瓜植株上烟粉虱成虫数量。温室大小为 80 ~ 100m 长、7 ~ 8m 宽、3.5 ~ 4.0m 高。从 2005 年 4 月中旬到 6 月下旬, 每隔 5d 调查 1 次共 14 次, 定点、定株、逐叶调查所有叶片上的成虫数量。每温室 3 点, 每点调查 10 株, 与黄板诱集温室一样, 样点分南北分布, 南北边样点距离垄南北边缘为

1.5~2.0m。调查数据依据温室、样点、植株和叶片记载。调查期间,温室内进行正常农事操作。

1.4 数据分析

黄板诱集试验中设置4块黄板,连续调查5d,因此相当于重复20次,依此进行数据分析。计算诱集量的平均数和标准差。采用方差分析检验诱集时段对烟粉虱成虫诱集量的效应,采用Duncan's新复极差法进行多重比较。为克服方差变异,先将诱集量数据转换为百分比,经平方根反正弦转换后再进行方差分析^[14]。两组数据之间的比较采用非参数检验法Mann-Whitney进行。所有数据分析采用SPSS 10.0 for windows进行。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱成虫在日光温室内的分布规律

2.1.1 南北分布 板诱集结果表明,温室北边平均每日诱集量为 (668.8 ± 663.9) 头/板,南边为 (357.5 ± 349.4) 头/板,北边诱集量是南边的1.87倍。Mann-Whitney分析表明,南北边黄板诱集量之间存在显著差异(图1)。同时,南北边黄瓜植株叶片上烟粉虱卵和若虫数量也存在差异,北边单叶平均数量(卵 (38.4 ± 17.4) 粒,若虫 (47.8 ± 17.7) 头)分别显著高于南边(卵 (21.8 ± 11.7) 粒,若虫 (26.7 ± 10.8) 头)。所以,无论是成虫诱集量还是卵和若虫数均表明烟粉虱成虫在温室北边分布和活动多于温室南边。

为分析温室南北两边黄板诱集量差异的原因,对不同时段内南北边黄板的诱集量进行了比较(图2)。在各个时段内北边黄板的诱集量均高于南边的诱集量;在诱集量最大的8:00~10:00,南北边黄板的诱集量之间没有差异;而在其他时段内,北边黄板诱集的烟粉虱成虫显著多于南边。可见,温室南北边黄板诱集量的差异主要来源于8:00~10:00时以外的时段。另一方面,温室南边和北边黄板对烟粉虱成虫诱集量的日变化规律极为相似(Pearson相关系数0.943, $p = 0.005$)。

从植株调查结果看,温室北边黄瓜植株上烟粉虱成虫数量平均为 (111.3 ± 53.6) 头/10株,温室南边为 (55.0 ± 21.8) 头/10株,前者显著高于后者(图3)。因此,植株调查结果进一步验证了黄板诱集结果,即烟粉虱成虫在温室北边的植株上分布多。

2.1.2 东西分布 板诱集结果表明,温室东边和西边黄板的诱集量存在差异。黄板诱集期内,东边各日的平均诱集量是西边诱集量的1.2~1.5倍,诱集期内平均诱集量也是东边 $((595.6 \pm 578.0)$ 头/(板·d))大于西边 $((430.8 \pm 379.2)$ 头/(板·d)),但无论是各日平均诱集量还是诱集期内平均诱集量,东西边差异均不显著(图4)。从不同时段平均诱集量看,在所有6个2h的时段内东边的诱集量均高于西边,不过也不存在显著差异(图5)。

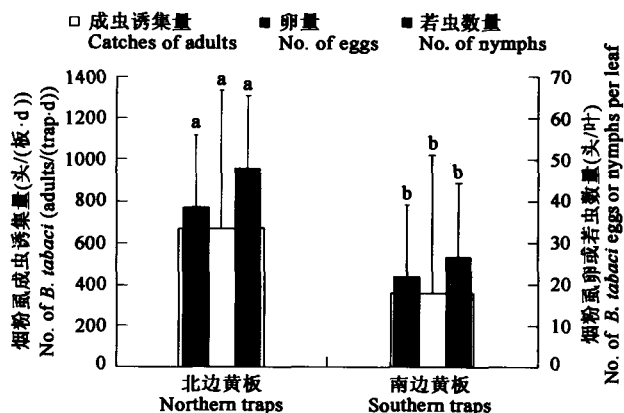


图1 温室南北边黄板对烟粉虱成虫的诱集量及南北边黄瓜叶片上烟粉虱卵和若虫数量

Fig.1 Catches of *B. tabaci* adults by yellow sticky traps installed at the north and the south sides in relation to number of eggs and nymphs on leaves of cucumber plants at the north and the south sides of solar greenhouse
平均值±标准差,其他图与此相同;同类柱形图上字母不同表示差异显著 Means±SD, it is the same in the following figures; Different letters on the bars of the same category indicate significant difference

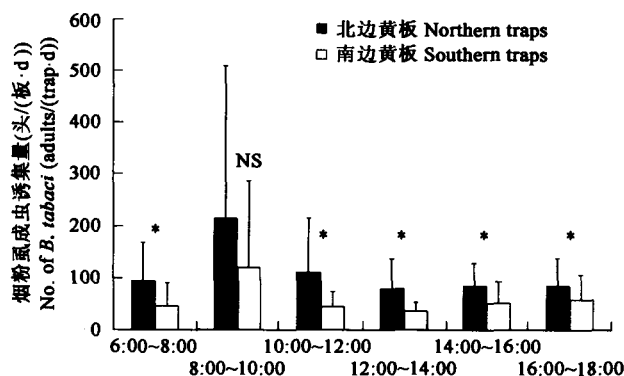


图2 温室南北边黄板在不同时段内对烟粉虱成虫的诱集量
Fig.2 Catches of *B. tabaci* adults within two-hour intervals by yellow sticky traps installed at the north and the south sides of solar greenhouse
*表示差异显著, NS表示差异不显著;下列图形中一样 Indicates significant difference, NS shows no difference; it is the same in the following figures

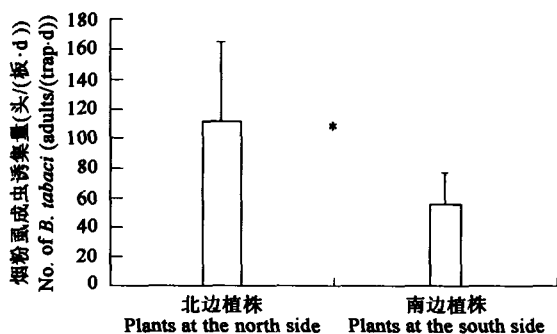


图3 温室南北边黄瓜植株上烟粉虱成虫数量

Fig.3 Number of *B. tabaci* adults on cucumber plants at the north and the south sides of solar greenhouse

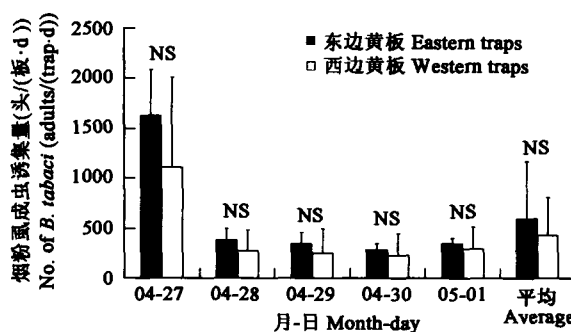


图4 温室东西边黄板逐日对烟粉虱成虫的诱集量

Fig.4 Daily and average catches of *B. tabaci* adults by YSTs installed at the east and the west sides of solar greenhouse

2.1.3 垂直分布 植株调查结果显示,烟粉虱成虫在黄瓜植株所有叶片上均有分布。顶部第2片叶上数量最高,占11.9%;然后随叶位下降而下降,在第5片叶上降低到6.2%;此后又有所上升,在第8、9、10片叶上占9%~10%;在底部的11、12片叶上又下降到6%左右(图6)。

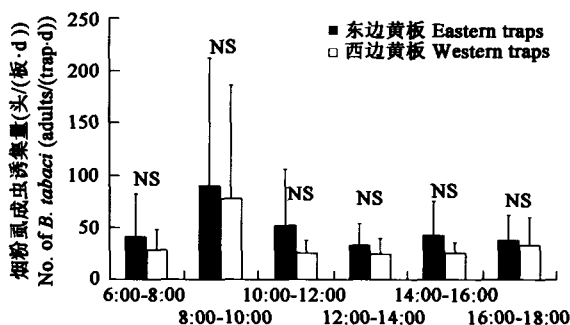


图5 温室东西边黄板在不同时段内对烟粉虱成虫的诱集量

Fig.5 Catches of *B. tabaci* adults within two-hour intervals by yellow sticky traps installed at the east and the west sides of solar greenhouse

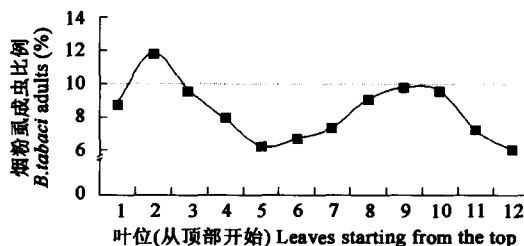


图6 烟粉虱成虫在温室黄瓜植株上不同高度叶片上的分布比例(植株调查)

Fig.6 Percentage of *B. tabaci* adults on leaves of cucumber plants in solar greenhouse (by plant inspection)

2.2 烟粉虱成虫在日光温室内的日活动节律

从6:00到18:00之间,黄板对烟粉虱成虫每2h的诱集比例如表1所示。从诱集比例看,烟粉虱成虫在白天各个时段都很活跃,但在不同时段活动水平存在差异。方差分析表明,时段对烟粉虱成虫的活动存在显著影响(ANOVA, $F_{(5,29)} = 3.93$, $P = 0.01$)。8:00~10:00平均诱集比例最高($25.7\% \pm 9.7\%$),单日最大诱集量达到了全天的42.4%;12:00~14:00平均诱集比例最低($13.2\% \pm 5.2\%$);8:00~10:00的成虫诱集量显著高于其他5个2h时段的诱集量,其他5个时段之间没有显著差异。6:00~12:00烟粉虱成虫诱集量显著(Wilcoxon signed ranks test, $p = 0.011$)多于12:00~18:00,占全天诱集量的55.8%。

2.3 黄板南北面对烟粉虱成虫诱集的比较

诱集期内,黄板南面平均诱集量((352.5 ± 186.1) 头/(板·d))是北面((160.7 ± 90.4) 头/(板·d))的2.2倍。Mann-Whitney分析表明,黄板南北面烟粉虱成虫诱集量之间存在极显著差异。其次,各时段黄板南面诱集量均高于北面,除6:00~8:00和16:00~18:00两时段以外,其余时段的南北面诱集量差异均达到显著水平。再次,诱集量南面对北面的比值随时间的推进增长很快,到10:00~12:00时达到最大值(4.02),之后开始下降(图7)。这种结果和烟粉虱成虫的趋黄性有关,由于黄板是板面朝东西方向垂直悬挂,黄板南面反射的光强度高,因而诱集烟粉虱成虫的机会也就大。特别是在中午时分(10:00~12:00),南北面反射的光强度差别最

高,因此诱集量比值也达到最大值。

表 1 黄板在不同时段内对烟粉虱成虫的诱集比例

日期 Date (Month day)	烟粉虱成虫诱集比例 Percentage of catches of <i>B. tabaci</i> adults (%)					
	6:00 ~ 8:00	8:00 ~ 10:00	10:00 ~ 12:00	12:00 ~ 14:00	14:00 ~ 16:00	16:00 ~ 18:00
4/27	12.7	42.4	14.3	8.3	10.5	11.8
4/28	15.4	18.6	17.0	21.9	16.0	11.1
4/29	18.1	22.1	16.7	11.4	16.3	15.4
4/30	13.3	19.6	13.9	11.4	17.9	24.0
5/1	12.5	26.0	16.5	12.9	16.3	15.8
平均 Avg	14.4 a	25.7 b	15.7 a	13.2 a	15.4 a	15.6 a
标准差 Stdev	2.3	9.7	1.5	5.2	2.8	5.1

* 平均值后字母不同表示差异显著 Different letters following the averages denote significant difference

3 讨论

3.1 烟粉虱成虫在温室中的空间分布

本文结果表明,烟粉虱成虫在日光温室内的分布具有一定的规律。在温室南北方向,黄板诱集和植株调查均表明北边烟粉虱成虫数量多于南边(图 1、图 2 和图 3),而且与黄板诱集同时进行的烟粉虱卵和若虫调查结果(图 1)也说明了这一现象,这与申培增等^[8]报道的冬春季节温室白粉虱在日光温室中的分布类似。温室内北边烟粉虱成虫数量高于南边,可能是由于烟粉虱成虫由放风口迁入而直接停留在北边,也可能是温室内部种群迁移扩散的结果。黄板诱集期间(4 月下旬至 5 月初),露地烟粉虱种群数量还很低,而且本调查区露地没有烟粉虱嗜好的寄主作物,因此调查期间温室内的烟粉虱种群应该不是从温室外迁入的,而是在温室内发育

的。本试验中,温室南北边种植同品种的黄瓜,植株发育和长势一致,因此南北边烟粉虱成虫分布上的差异与其寄主无关,可能是南北边物理环境因素上差异的结果。已经进行的前期测定表明,温室北边气温(24 ~ 28℃)、相对湿度(50% ~ 70%)和光照强度(40 ~ 45 lx)均适宜烟粉虱成虫活动。另有报道表明,春季温室北边 1.5m 高处的气温高于南边^[15],烟粉虱成虫活动最适宜相对湿度为 60%^[16],26℃是烟粉虱种群发育和繁殖的最佳温度^[17]。温室北边植物冠层离温室顶膜空间大,而南边靠近顶膜,烟粉虱成虫对银色有负趋性,这也可能使得北边成虫数量高。可以认为,烟粉虱成虫在温室南北边分布的差异是其向适宜栖境自主迁移的结果。

在东西方向,黄板诱集温室东边黄瓜品种为津园 1 号,西边为 JZ2 号,诱集结果显示东边各日和各时段诱集量均高于西边(图 4 和图 5),尽管差异不显著。本试验中,温室东西边诱集量的差异可能与环境适宜性有关,也可能与东西边不同的黄瓜品种有关。随着时间的变化,东西边温度、光照等物理因素会发生变化,如邵庆炉等^[15]发现在温室东西方向上,晴天上午西边气温略高于东边,下午东边气温略高于西边。如果烟粉虱成虫对东西边物理因素的变化发生反应的话,那么各时段的诱集量不应该始终是东边高于西边。这至少说明东西边物理因素的差异程度还不足以使烟粉虱成虫产生迁移性反应,同时也说明东西边诱集量的差异应该和烟粉虱成虫对黄瓜品种的喜好程度有关,即烟粉虱成虫更加嗜好津园 1 号。其他作者也曾报道表明烟粉虱成虫对寄主作物有很强的选择性^[18, 19]。

在垂直方向上,植株调查的结果显示烟粉虱成虫在黄瓜植株从顶部到底部所有叶片均有分布,但是在上部第 2 叶最高,在下部第 8、9、10 叶上次之,在中部叶片和底叶上分布较少(图 3)。这与申培增等^[8]报道的温室白粉虱成虫在温室黄瓜上的垂直分布有所不同,在甘肃 11 ~ 12 月份和 3 ~ 4 月份黄瓜上部 4 片叶上白粉虱

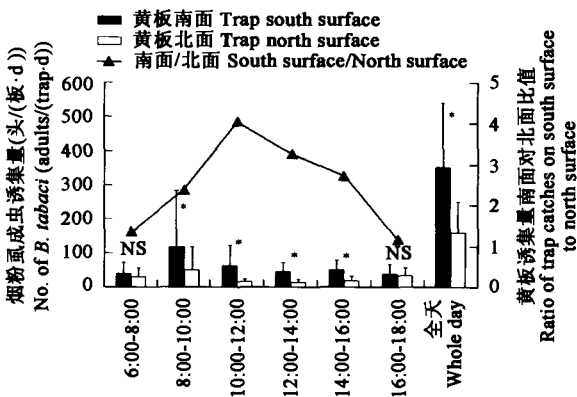


图 7 温室内黄板南北面在各时段内对烟粉虱成虫的诱集量

Fig.7 Catches of *B. tabaci* adults by the north and the south surfaces of yellow sticky traps in solar greenhouse within two-hour intervals and the whole day

成虫占 80% 以上,但在 1~2 月份只占 16%~36%。这可能和植株的生长势有关。在本试验调查地,温室黄瓜到 6 月底至 7 月中旬才拔秧,调查期间长势良好;而在甘肃,4 月中旬即拔秧了。后续试验将进一步调查烟粉虱成虫产卵对叶位的选择性。

3.2 烟粉虱成虫在温室中的日活动节律

昆虫的绝大多数行为活动均具有固定的节律性,这是对环境因素规律性变化的一种适应。本试验中黄板调查结果显示,烟粉虱成虫在全天均很活跃,但是其活动具有明显的时间节律(表 1)。诱集比例由 6:00 开始上升,到 10:00 达到最大,之后下降,到 14:00 时降到最低,此后又有所回升;而且温室南边和北边的诱集量表现出同样的变化趋势(具有显著相关关系)。其他作者对于烟粉虱成虫的日活动节律也有报道,如在秋季中午前后烟粉虱成虫对黄色趋性最强^[7];在福建的露地蔬菜地,夏季仅在 7:00~10:00 有一个活动高峰,而秋季分别在 8:00~11:00 和 16:00~18:00 出现两个活动高峰^[9];在扬州,黄板对 9~10 月份露地菜地烟粉虱的诱集时间以 11:00~15:00 最佳^[10];在露地木薯上烟粉虱成虫整天均有飞行活动,6:00~8:00 活动最强^[11];在 9 月中下旬露地西葫芦上,空中捕虫量 6:00 最低,10:00 最高^[20]。虽然这些研究均是在秋季露地作物上进行的,但与本试验结果基本类似。烟粉虱成虫活动的时间节律与温室内温湿度和光照强度的变化节律相关。本人的相关调查表明,与温室北边的情况类似,8:00~10:00 时整个温室的平均温度、湿度和光照强度均适宜烟粉虱成虫飞行活动。

另外,本文结果显示烟粉虱活动强度受光照强度的影响强烈。具体表现为黄板向阳面诱集量显著高于背阳面,并且黄板两面诱集量的比值与光照强度有很强的正相关关系(图 7),在光照强度相对较小的早上和傍晚,黄板南北面诱集量的差异小;在光照强度最大的 10:00~12:00,黄板南北面诱集量的差异也达到了最大值。张慧杰等^[20]也报道了这一现象。

4 结语

本文揭示的烟粉虱成虫在日光温室黄瓜上表现出明显分布规律和日活动节律,分析表明这些分布和活动规律是烟粉虱成虫向适宜栖境和寄主自主迁移的结果。本文结果对于烟粉虱的监测、成虫诱杀和综合治理具有重要意义。进行烟粉虱监测时,应该重点调查温室北边植株上的虫量,调查时间应该选择成虫活动较弱的早上或傍晚,这样既能调查到卵和若虫数量还能观察到成虫的数量;同时,本文结果显示黄板能准确、及时地监测到烟粉虱种群数量,正如 Steiner 等^[21]指出的那样,它是一种快速、准确的监测方法。使用黄板进行诱杀时,应该在温室北边区域增大设置密度,以提高诱杀效果;同时,增大透光率、提高温室光照强度也有助于提高诱杀效果。对烟粉虱进行药剂防治时,也应将防治重点放在温室北边植株上,同时选择烟粉虱成虫反应迟钝、活动较少的早晚进行,这样能同时杀死大量成虫。另外,在温室中种植多种品种时,还应加强对烟粉虱成虫所喜好品种上的虫情监测和防治。

但是,烟粉虱成虫在温室中迁移扩散规律的深入揭示还有待于进一步的研究工作,这包括迁移扩散行为的适应机制、迁移扩散行为与其繁殖状况之间的关系、迁移扩散行为和产卵、取食等行为间的关系。

References:

- [1] Prabhaker N, Coudriet D L, Meyerdirk D E. Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol., 1985, 78: 748~752.
- [2] Luo C, Zhang Z L. Review on the studies of *Bemisia tabaci* (Gennadius). Beijing Agricultural Sciences, 2000, (Suppl.): 4~13.
- [3] Zhou Y. List of insects in China. Chin. J Entomol., 1949, 3(4): 1~18.
- [4] Zhang Z L. Considerations on the outbreak of *Bemisia tabaci*. Beijing Agricultural Sciences, 2000, (Suppl.): 1~3.
- [5] Cahill M, Denholm I, Byrne F J, et al. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci*-current status and implications for management. Proceedings 1996 Brighton Crop Protection Conference, 1996, 1: 75~80.
- [6] Chu C C, Henneberry T J, Natwick E T, et al. Efficacy of CC trap and seasonal activity of adult *Bemisia tabaci* argentifolii (Homoptera: Aleyrodidae) in Imperial and Palo Verde Valleys, California. J. Econ. Entomol., 2001, 94(1): 47~54.
- [7] Shen B B, Ren S X. Trap of *Bemisia tabaci* by yellow sticky cards and effects on populations. Journal of Southern China Agricultural University (Version

- of Natural Sciences), 2003, 24(4): 40 ~ 43.
- [8] Shen P Z, Feng Y L, Gao Z Y, *et al.* Preliminary report of spatial distribution of *Trialeurodes vaporariorum* with sticky traps. Plant Protection Technology and Extension, 2002, 22(11): 7 ~ 8, 6.
- [9] Lu X S, Wang Q Y, Wang C F, *et al.* Activity of *Bemisia tabaci* adults monitored by yellow sticky cards. Acta Agriculturae Fujianensis, 2003, 18(4): 233 ~ 235.
- [10] Zhou F C, Du Y Z, Sun W, *et al.* Study on trapping of *Bemisia tabaci* in vegetable fields by yellow sticky cards. Entomological Journal of East China, 2003, 12(1): 96 ~ 100.
- [11] Colvin J, Fishpool L D C, Fargette D, *et al.* *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) trap catches in a cassava field in Côté d'Ivoire in relation to environmental factors and the distribution of African cassava mosaic disease. Bull. Entomol. Res., 1998, 88: 369-378.
- [12] Hu D X, Wu X X. Difference between *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Plant Protection, 2001, 27(5): 15 ~ 18.
- [13] Kim J K, Park J J, Park H, *et al.* Unbiased estimation of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, mean density using yellow sticky trap in cherry tomato greenhouses. Ent. Exp. Appl., 2001, 100: 235 ~ 243.
- [14] Zar J H. Biostatistical analysis, 3rd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.
- [15] Hao Q L, Xue X, Duan A W. Characteristics and change pattern of temperature in solar greenhouse. Journal of Irrigation and Drainage, 2003, 22(6): 49 ~ 53.
- [16] Chen Y J, Luo H W, Huang J, *et al.* Effects of humidity on laboratory populations of *Bemisia tabaci*. Entomological Journal of East China, 2001, 10(2): 76 ~ 80.
- [17] Qiu B L, Ren S X, Mandour N S, *et al.* Effects of temperature on development and reproduction of *Bemisia tabaci*. Insect Science, 2003, 10(1): 43 ~ 49.
- [18] Zhang Y J, Liang G M, Ni Y X, *et al.* Selection of host plants by *Bemisia tabaci* adults. Plant Protection, 2003, 29(2): 20 ~ 22.
- [19] Wu Q J, Xu B Y, Zhu G R, *et al.* Orientation of *Bemisia tabaci* B biotype to different vegetable varieties. Entomological Knowledge, 2004, 41(2): 152 ~ 154.
- [20] Zhang H J, Duan G Q, Zhang Z B, *et al.* Diel spatial and temporal dynamics and spatial pattern of *Bemisia tabaci* adults. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 2005, 11(1): 55 ~ 58.
- [21] Steiner M Y, Spöhr L J, Barchia I, *et al.* Rapid estimation of numbers of whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae) on sticky traps. Aust. J. Entomol., 1999, 38: 367 ~ 372.

参考文献:

- [2] 罗晨,张芝利. 烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius)研究概述. 北京农业科学, 2000, 增刊: 4 ~ 13.
- [3] 周尧. 中国昆虫名录. 中国昆虫学杂志, 1949, 3(4): 1 ~ 18.
- [4] 张芝利. 关于烟粉虱大发生的思考. 北京农业科学, 2000, 增刊: 1 ~ 3.
- [7] 沈斌斌,任顺祥. 黄板诱杀及其对烟粉虱种群的影响. 华南农业大学学报(自然科学版), 2003, 24(4): 40 ~ 43.
- [8] 申培增,冯宜林,摘作银,等. 在黏虫板控制状态下温室白粉虱空间分布调查初报. 植保技术与推广, 2002, 22(11): 7 ~ 8, 6.
- [9] 卢学松,翁启勇,王长方,等. 利用黄色粘虫卡对烟粉虱成虫活动规律的研究. 福建农业学报, 2003, 18(4): 233 ~ 235.
- [10] 周福才,杜予洲,孙伟,等. 黄板对菜地烟粉虱的诱集作用研究. 华东昆虫学报, 2003, 12(1): 96 ~ 100.
- [12] 胡敦孝,吴杏霞. 烟粉虱和温室白粉虱的区别. 植物保护, 2001, 27(5): 15 ~ 18.
- [15] 郜庆炉,薛香,段爱旺. 日光温室温度特点及其变化规律研究. 灌溉排水学报, 2003, 22(6): 49 ~ 53.
- [16] 陈夜江,罗宏伟,黄建,等. 湿度对烟粉虱实验种群的影响. 华东昆虫学报, 2001, 10(2): 76 ~ 80.
- [17] 邱宝利,任顺祥, Mandour N S, 等. 温度对烟粉虱发育和繁殖的影响. 昆虫科学, 2003, 10(1): 43 ~ 49.
- [18] 张永军,梁革梅,倪云霞,等. 烟粉虱成虫对不同寄主植物的选择性. 植物保护, 2003, 29(2): 20 ~ 22.
- [19] 吴青君,徐宝云,朱国仁,等. B型烟粉虱对不同蔬菜品种趋性的评价. 昆虫知识, 2004, 41(2): 152 ~ 154.
- [20] 张慧杰,段国琪,张战备,等. 烟粉虱成虫的昼夜时空动态及空间格局. 应用与环境生物学报, 2005, 11(1): 55 ~ 58.