

文章编号:1674-7054(2010)01-0027-04

温度及光照变化对螺旋粉虱起飞活动的影响

艾怡雯¹, 程立生², 李国寅¹, 刘万学³, 符悦冠⁴

(1. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 儋州 571737; 2. 琼台师范高等专科学校, 海南 海口 571127;
3. 中国农业科学院 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; 4. 中国热带
农业科学院 环境与植物保护研究所, 海南 儋州 571737)

摘要: 为了分析影响螺旋粉虱迁移的原因, 在已知的螺旋粉虱的生物学特性及部分活动规律的基础上, 利用人工气候箱等设施对温度及光照变化对螺旋粉虱起飞活动的影响进行了研究。结果表明: 螺旋粉虱从 15 ℃ 开始起飞, 起飞的数量随着温度的升高而增加, 最适起飞温度为 30 ℃; 从黑暗到给光的处理比从给光到黑暗的处理更能引起螺旋粉虱起飞数量的增加; 雄虫在光照有变化的条件下会产生求偶反应; 起飞成虫的性比大于 1。

关键词: 螺旋粉虱; 温度; 光照变化; 起飞活动

中图分类号: Q 968.1

文献标志码: A

螺旋粉虱 *Aleurodicus dispersus* Russell 属于半翅目粉虱科^[1]。其成虫及若虫吸食植物汁液而引起植物组织枯萎, 严重时甚至危害植物果实; 其分泌的蜡粉粘在叶片表面不仅阻碍光合作用, 而且严重污染环境, 尤其是分泌的蜜露还会招引数种蚂蚁并引起煤污病。据报道, 该虫在美国佛罗里达州还可传播可可、椰子致死黄化病毒^[2]。

螺旋粉虱成虫不仅逆气流飞翔能力较强, 存活时间较长, 而且还可随寄主植物、动物(猫、狗、人等)、交通工具及落叶等传播^[2]。国外有报道称光因子对其迁移起重要作用^[3]。许多蛾类起飞前振翅是为了提高飞行肌的温度, 使其正常收缩, 如果温度很低, 即使振翅也不能使其正常飞行^[4]。这说明昆虫的起飞与温度密切相关, 因而有必要研究温度对螺旋粉虱起飞的影响。此外, 雌成虫对浅桃红色光源趋性明显, 对短波光(340~380 nm)的趋性最强, 光密度值在 5.0~0.0 范围内, 白光光强在 349.88 lx(log 1.0), 0.10 lx(log 4.5)处反应趋性明显, 光密度值在 3.5~1.0 范围内, 随光强度增强反应趋性增强^[5], 所以光照也应该是影响起飞的重要因子。因此, 笔者设置不同的温度和光照条件来测定其对螺旋粉虱起飞的影响。螺旋粉虱成虫的起飞是其进行迁移的第一步, 因此, 研究引发螺旋粉虱起飞的各项因子, 对进一步开展螺旋粉虱迁移的研究很有必要。由于螺旋粉虱一般栖息在植物的叶背, 常规的施药方法很难使其接触到药液, 所以, 只有找到影响其成虫起飞的环境因子, 才能选择在其大量起飞的时间段对螺旋粉虱进行化学防治, 进而更有效地控制螺旋粉虱的迁移和扩散。

1 材料与方法

1.1 材料 于 2009 年 7~8 月, 在海南大学儋州校区附近野生木薯叶片上采集羽化后 1 d 的螺旋粉虱成虫(受干扰能在叶片上爬行但不起飞), 用打孔纸箱带回实验室进行试验观察。

1.2 方法

1.2.1 试虫处理 将所有带虫叶片去除蛹, 叶背朝上, 使成虫在室温和室内光照条件下适应 30 min, 将

收稿日期: 2009-10-16

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAD08A15); 公益性行业科研专项项目(200803023); 海南大学省级、校级重点学科项目(2006BAD08A17)

作者简介: 艾怡雯(1986-), 女, 陕西安康人, 海南大学环境与植物保护学院 2008 级硕士研究生。

通信作者: 程立生, 男, 琼台师范高等专科学校校长, 教授。

叶片保湿放入 20 cm×15 cm 的透明保鲜盒再适应 30 min;在已打好孔的保鲜盒盒盖里层涂抹昆虫胶(河北新星林业科技开发公司生产),在每保鲜盒中放入 100 头试虫,将盖上涂抹了昆虫胶保鲜盒盖的盛放试虫的保鲜盒放入人工气候箱(宁波市机电工业研究设计院 RXZ 型,温度 0~45℃,波动范围为 1℃,光照度 3 000~35 000 lx)。

1.2.2 温度对起飞影响实验的方法 设置 6 个温度处理:10℃,15℃,20℃,25℃,30℃,35℃,每个温度波动范围为±1℃,每处理温度设 5 个重复。光周期 L:D=14 h:10 h,湿度(70±7)%。实验数据统计方法:每 3 h 统计盒盖上粘附的成虫数量,每次统计结束,转动保鲜盒以使保鲜盒每侧都有光照。根据预实验结果,盒盖边缘 1.5 cm 以内的成虫是爬行至盒盖边缘的,所以不将其计入统计结果;边界上粘附的成虫按 50% 计入统计结果。

1.2.3 光照变化对起飞影响实验的方法 设定白天光照等级为 5(气候箱光照等级 0~9),夜晚光照等级为 0。观察时间总计 72 h。第 1 天上午 10:30 左右放虫入培养箱,13:30 观察第 1 次,此后 16:30,19:30 再分别观察,次日 7:30,10:30 各观察 1 次,每 24 h 内共观察 5 次,其中 19:30 观察时培养箱为黑暗阶段,7:30 观察时培养箱为给光阶段。为统计和制图方便,第 1 个 24 h 内的每一次观察分别记为 1-1,1-2,1-3,1-4,1-5,之后记法以此类推。相对应地,n-3 的光照条件为给光到黑暗,n-4 的光照条件为黑暗到给光。实验数据统计方法同 1.2.2。

1.2.4 数据处理 采用 SAS 软件 9.0 版对各组试验数据进行分析,采用 DUNCAN 多重比较法。

2 结果

2.1 温度对总的起飞数量的影响 从表 1 可见,10℃,15℃,35℃条件下处理间的结果差异不显著;30℃条件下的处理结果与其他处理相比差异极显著。从图 1 可见,15℃以下绝大多数成虫不起飞,该温度可能是螺旋粉虱的起飞下限;在 15~35℃范围内,成虫起飞总量随着温度的升高而增加;20℃开始起飞数量显著增加,表明从 20℃起环境条件有利于起飞;20~30℃之间起飞数量显著增加尤为明显,起飞总量与温度二者之间成正比例变化。这和野外观察到的螺旋粉虱 5:00~7:00 时开始活动,7:00~9:00 时达到活动高峰时的温度变化情况一致^[6]。35℃条件下起飞数量明显下降,但是仍高于 15℃条件下的水平,超过供试成虫的 10%。

表 1 不同温度处理下螺旋粉虱成虫起飞总量的均数多重比较						头
重复	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1	0	0	7.5	28	40	8
2	0	0	8	31	41	9
3	0	0	23.5	39	50	9
4	2	0	28	39.5	56.5	10
5	6	0.5	28.5	41.5	61	16
平均值±标准误	1.600±1.166 d	0.100±0.100 d	19.100±4.715 c	35.800±2.649 b	49.700±4.146 a	10.400±1.435 cd
方差	6.800	0.050	111.175	35.075	85.950	10.300
标准偏差	2.607 7	0.223 6	10.544 0	5.922 4	9.270 9	3.209 4

注:表中相同字母为差异不显著;不同字母为差异显著,P<0.01。

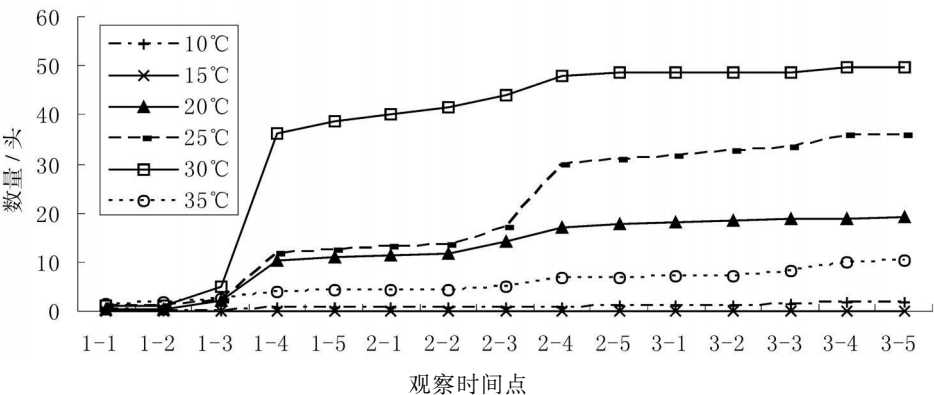


图 1 不同温度下螺旋粉虱成虫起飞数量变化的差异

2.2 光照变化对起飞活动的影响 从表 2 可见,25 ℃条件下,实验观察时段 1-4 的起飞数量显著高于 1-3 的起飞数量, $F=8.81, P=0.0179 (P<0.05)$; 2-4 的起飞数量显著高于 2-3 的起飞数量, $F=7.50, P=0.0255 (P<0.05)$; 3-3 和 3-4 期间的起飞数量差异不显著。30 ℃条件下实验观察时段为 1-4 的起飞数量极显著高于 1-3 的起飞数量, $F=79.49, P<0.05$; 其他时段期间的起飞数量差异均不显著。25 ℃及 30 ℃条件下,光照条件由黑暗到给光的变化能引起起飞数量的显著增加。10 ℃, 15 ℃, 20 ℃, 35 ℃条件下各实验观察时段期间的起飞数量差异均不显著。

表 2 不同光照条件下螺旋粉虱的起飞数量变化 头

重复	25 ℃各观察时段螺旋粉虱的起飞数量					
	1-3	1-4	2-3	2-4	3-3	3-4
1	0.0	7.0	12.0	21.0	24.0	28.0
2	2.0	8.0	10.0	30.0	30.0	31.0
3	2.0	5.0	11.0	27.0	35.0	39.0
4	4.0	20.5	26.0	36.5	38.5	39.5
5	3.0	17.5	26.5	35.5	39.5	41.5
平均值±标准误	2.200±0.663 b	11.600±3.096 a	17.100±3.750 b	30.000±2.850 a	33.400±2.878 a	35.800±2.649 a

重复	30 ℃各观察时段螺旋粉虱的起飞数量(100 头)					
	1-3	1-4	2-3	2-4	3-3	3-4
1	5.0	35.0	39.0	39.0	40.0	40.0
2	4.0	26.5	34.5	37.0	38.0	41.0
3	4.0	31.5	46.0	49.0	50.0	50.0
4	3.0	44.0	45.0	54.0	55.0	56.5
5	8.0	43.5	55.0	60.5	61.0	61.0
平均值±标准误	4.800±0.860 b	36.100±3.404 a	43.900±3.473 a	47.900±4.445 a	48.800±4.375 a	49.700±4.146 a

注:相邻两组数据字母相同表示差异不显著,不同表示差异显著

3 讨 论

3.1 起飞最适温度 据报道,螺旋粉虱羽化盛期在 6:00~8:00,迁飞盛期为 5:00~7:00,如遇气温低或阴天,其活动时刻延后。晴天多集中在上午活动,7:00~9:00 为活动高峰时段;阴天较少活动,活动时间较晴天晚且分散;雨天不活动。一般而言,雄虫迁飞力较雌虫弱,多停留原寄主植物叶上。雌虫卵巢内卵粒的成熟度与日龄有关,至第 3 日龄后,雌虫才开始陆续由原寄主植物处向上盘旋迁飞,以寻找新寄主植物之嫩叶产卵^[6]。成虫的活动温度为 12.3~32.3 ℃^[7]。Kumashiro 等认为降雨及低温影响螺旋粉虱的田间密度,成虫在 35~40 ℃以及低于 10 ℃的气候条件下死亡率均明显增加^[2]。在本实验设定的温度条件中,15~30 ℃螺旋粉虱成虫的起飞数量随着温度的升高而增加,30 ℃是最适于螺旋粉虱成虫起飞的温度。成虫在 35 ℃的起飞数量高于 10 ℃时的起飞数量,可见极端高温对成虫的刺激要强于极端低温的刺激,且在实验中观察到,低温条件(10 ℃)下 24 h 后成虫大部分死亡,而高温(35 ℃)条件下 24 h 后仍有成虫存活,这说明螺旋粉虱对高温的耐受性要强于对低温的耐受性。本实验中起飞温度的上限(35 ℃)已经突破了钱景秦等^[7]人所研究的成虫活动温度的上限(32.3 ℃),这可能与海南当地环境条件已经引起螺旋粉虱对高温抗性的变化有关。

3.2 起飞数量增长的变化 不同温度条件下起飞数量明显增长出现的次数及增长折线的斜率表明:25 ℃条件下的成虫起飞数量的变动最频繁,这可能与相对的高温(30 ℃)或相对低温(20 ℃)会消耗虫体能量有关,25 ℃应该是螺旋粉虱成虫最活跃的温度值。20 ℃条件下数量增加持续时间最长的原因可能是此温度下成虫发育减缓,其达到起飞要求所需的时间比正常条件下达到起飞要求所需的时间更长,而 30 ℃和 25 ℃条件下的成虫发育加快,其达到起飞要求所需的时间比正常条件下达到起飞要求所需的时间更短。所有温度下起飞成虫占供试成虫的比例超过 50% 的重复仅占全部重复的 3.3%,大部分成虫不起飞的原因除了温度条件的影响是否还存在别的原因尚需要进一步研究。

3.3 光照对螺旋粉虱起飞数量的影响 虽然螺旋粉虱成虫趋光,但在本实验中,从黑暗到给光条件比从给光到黑暗条件更能引起螺旋粉虱起飞数量的增加。按照复眼转化理论,复眼转化越深趋光性越差,复

眼转化越浅趋光性越强^[8]。从培养箱开始黑暗的时间(19:00)到观察记录数据的时间(19:30)短于从培养箱开始给光(5:00)到观察记录数据的时间(7:30),因此,粉虱成虫复眼在短时间内的转化程度低于在长时间内的转化程度。按照复眼转化理论推断,从给光到黑暗条件下的起飞数量应该要高于从黑暗到给光条件下的起飞数量。实验结果与推论的相悖表明,螺旋粉虱可能是更喜欢在光照下活动,其在光照条件下的活动时间要远远长于在黑暗条件下的活动时间。其相关机理有待进一步实验证明。

3.4 雄虫的求偶反应 烟粉虱在光照条件下会发生求偶的反应^[9]。螺旋粉虱也有类似的行为,在本实验的每处理开始之前对叶片上成虫的光、温适应过程中,发现从纸箱中取出的雄成虫在突然变强的光照下会减少取食行为并产生明显的拍翅求偶行为,其拍打叶片时,甚至发出很大的“噗噗”声,这可能是有干扰其他雄虫竞争交配的作用。拍翅行为有间歇,间歇时间不定。另外,在从室内光源转移到解剖镜的光源下,雄成虫也会产生类似的行为。

3.5 起飞成虫的性比及雄性跟随现象 实验中所有起飞成虫的性比均大于1,这进一步说明雌虫的飞翔能力大于雄虫,雌虫的起飞迁移更主动。在较早观察时间点也发现先起飞的大多数为雌虫,雄虫后起飞,这可能是一种雌虫为产卵先迁移,雄虫为交配再跟随雌虫迁移,交配之后再转入新的产卵场所进行繁衍,此生态机理尚需要更多的研究工作来证明。

参考文献:

- [1] 梁爱萍. 关于停止使用“同翅目 Homoptera”目名的建议[J]. 昆虫知识, 2005, 42(3): 332-336.
- [2] 徐岩. 警惕螺旋粉虱入侵我国[J]. 植物检疫, 1999, 4(13): 233-234.
- [3] 温宏治. 螺旋粉虱之生态与防治研究[D]. 台北: 台湾大学植物病虫害学研究所, 1996.
- [4] 王荫长. 昆虫生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 291.
- [5] 郑凌燕. 基于光、色和植物挥发物的螺旋粉虱监测技术研究[D]. 儋州: 海南大学环境与植物保护学院, 2009.
- [6] 沈文君, 万方浩. 入侵害虫螺旋粉虱在我国的适生区预测[J]. 昆虫知识, 2007, 44(3): 368-369.
- [7] 钱景素, 周梁镒, 张淑珍. 螺旋粉虱之发生与生物防治[J]. 台湾昆虫特刊, 2002, 3: 93-108.
- [8] 侯无危, 侯小威. 夜蛾趋光特性的研究: 复眼转化过程中的行为变异[J]. 昆虫学报[J], 1979, 22(1): 34-40.
- [9] 安新城, 任顺祥, 沙海潮. 光照和寄主叶龄对烟粉虱产卵和取食行为的影响[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(3): 51-72.

Effects of Temperature and Light Change on Take-off Activity of *Aleurodicus disperses*

AI Yi-wen¹, CHENG Li-sheng², LI Guo-yin¹, LIU Wan-xue³, FU Yue-guan⁴

(1. School of Environment and Plant Protection, Hainan university, Dan Zhou 571737, China;

2. Qiongtai Teachers College, Haikou 571127, China; 3. National key laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests,

Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100094, China;

4. Institute of Environment and Plant Protection, Chinese Academy of Tropic Agricultural Sciences, Dan Zhou 571737, China)

Abstract: To analysis the reasons why spiraling whitefly move, based on the known biological characteristics and partial activity patterns, artificial climate chamber and some other equipments were used to study the effects of temperature and light change on take-off activity of spiraling whitefly *Aleurodicus disperses*. The results showed that the flying number began to increase since 15 °C, the optimum taking off temperature was 30 °C. From darkness to light, more whiteflies took off. With the change of light, male whiteflies made courtship response. The sex ratio of *Aleurodicus disperses* taking off was above 1.

Key words: *Aleurodicus disperses*; temperature; light change; take-off activity