

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2016.01.007

温度、光照强度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

崔志富^{1,2}, 曹凤勤^{1*}, 程立生³, 符悦冠⁴, 万方浩⁵, 张桂芬⁵

¹海南大学环境与植物保护学院, 海南 海口 570228; ²海南省农垦科学院, 海南 海口 570206;

³琼台师范高等专科学院, 海南 海口 571127; ⁴中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101; ⁵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 100193

摘要:【背景】瓜实蝇是我国南方瓜果的主要害虫。本试验分析了影响瓜实蝇成虫飞行行为及活跃度的原因,以便能更有效地控制瓜实蝇危害。【方法】在已知瓜实蝇的生物学特性及部分活动规律的基础上利用智能人工气候箱等设施,分别测定温度、光照对瓜实蝇的飞行行为的影响。【结果】瓜实蝇成虫在 15 ℃ 下开始飞行,飞行活动的群体数量随着温度的升高而增加,最适飞行活动温度范围为 20~30 ℃,低温 10 ℃ 明显对其飞行行为有抑制作用,高温(35 ℃ 以上)明显对其有刺激作用,促进其飞行行为的发生。瓜实蝇成虫的活跃度在 25~40 ℃ 下较高,均大于 50%,在 10、15 和 45 ℃ 下则为 0。瓜实蝇成虫在 2400 lx 光照条件下开始飞行活动,飞行活动的群体数量随着光照强度的升高而增强,最适飞行活动的光照为 9600 lx,但高强度光照 12000 lx 对其飞行行为有抑制作用。活跃成虫的数量随着光照强度的升高而增加。【结论与意义】温度、光照强度过高或过低对瓜实蝇的飞行行为都有抑制作用,适度的高温有促进作用。

关键词: 瓜实蝇; 温度; 光照; 飞行行为

Effects of temperature and light on take-off activity of *Bactrocera cucurbitae*

Zhi-fu CUI^{1,2}, Feng-qin CAO^{1*}, Li-sheng CHENG³, Yue-guan FU⁴, Fang-hao WAN⁵, Gui-fen ZHANG⁵

¹College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China; ²Hainan Agricultural Reclamation Academy of Sciences, Haikou, Hainan 570206, China; ³Qiongtai Teachers College, Haikou, Hainan 571127, China; ⁴Institute of Environment and Plant Protection, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China; ⁵State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests/Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China

Abstract: 【Background】 *Bactrocera cucurbitae* is the important pest of Amphisarca in Sourthern China. The objective of this study was to examine the fly movement of *B. cucurbitae* to between control this fly. 【Method】 Based on the known biological characteristics, artificial climate chamber and some other equipment were used to study the effects of temperature and light changes on fly behavior activity of *B. cucurbitae*. 【Result】 The results showed that the fly activities increased with temperature starting at 15 ℃ with an optimum temperature between 20 and 30 ℃. Flying activities were obviously the greatest at temperatures above 35 ℃ and the least when temperatures dropped under 10 ℃. The activity percent of *B. cucurbitae* is more than 50% at 25~40 ℃, but it is 0% at 10、15 and 45 ℃ respectively. Light intensity also affected fly behavior with fly activities increasing over 2400 lx and reaching a peak at 9600 lx. Extreme light intensity (12000 lx) inhibited flight behavior. The number of take-off activity of *B. cucurbitae* increased with the increase of light intensity. 【Conclusion and significance】 Extremes in temperature and light intensity may limit flight activity of *B. cucurbitae*. Moderate high temperature can encourage fly behavior.

Key words: *Bactrocera cucurbitae*; temperature; light; flight activity

瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett), 又称黄瓜实蝇、瓜小实蝇、“针蜂”、瓜蛆, 属双翅目 *Diptera* 实蝇科 *Tephritidae*, 寄主范围广, 约 125 种, 主要危害苦瓜、节瓜、冬瓜、南瓜、黄瓜、丝瓜、西葫芦等葫芦科蔬菜作物, 在我国多分布于江苏、福建、海南、广东、广西、贵州、云南、四川、湖南、台湾等地(陈绵才, 2003; 黄仲生和张芝莉, 2002; 江昌木等, 2006)。瓜实蝇对我国南方瓜果造成严重危害, 通常在瓜类落花后开始产卵危害, 主要以成熟瓜类为主, 卵孵化后幼虫钻入瓜内取食瓜肉, 直到 3 龄老熟幼虫跳落土中化蛹。

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(王荫长, 2004)。这说明昆虫的飞行行为与温度密切相关。此外, 郑凌燕(2009)研究发现, 螺旋粉虱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, 白光光强在 349.88 lx ($\log 1.0$)、0.10 lx ($\log 4.5$) 处反应趋性明显, 随光强度增强反应趋性增强, 所以光照也应该是影响飞行行为的重要因子。由于瓜实蝇危害的特殊性, 只有找到影响其成虫飞行行为的环境因子, 才能选择在其大量飞行活动的时间段对瓜实蝇进行化学防治, 进而更有效地控制瓜实蝇的产卵为害、迁移和扩散。因此, 作者设置不同的温度和光照条件来测定其对瓜实蝇飞行行为的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

毛笔、脱脂棉、泡沫、广口塑料杯、保鲜膜、橡皮筋、塑料小瓶、培养皿(7.3 cm×1.3 cm 和 6 cm×1.3 cm)、塑料盒(22 cm×15 cm×7 cm)、智能人工气候箱(型号: PRX-350B, 产自: 宁波海曙赛福仪器厂)、照度计(Topcon IM-2D)、养虫笼(两侧为玻璃、另两侧有纱布开口)。

1.2 试验虫源

室内受害瓜置于塑料盒中, 盒盖上装有尼龙筛网(100 目)。每天定时向盒内添加新鲜南瓜肉以确保幼虫有充足的食物。待出现老熟幼虫(以可弹跳为标准), 用毛笔将其轻轻挑出, 转移至下方铺有 5 cm 细砂(砂土含水量 8%~10%, 一般<25%)(袁盛勇等, 2005; Jackson & Klungness, 1998; Roger & John, 1990)的广口塑料杯中, 使其化蛹。杯的开口

用保鲜膜封住, 并扎上橡皮筋, 保鲜膜上用细针扎多个小孔, 将浸水的脱脂棉置于膜表面一角(起保湿作用)。待成虫羽化后, 将其转移至已消毒的养虫笼中饲养, 2~3 d 后待用。

1.3 温度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

在智能人工气候箱内, 光照 1385~1391 lx、光周期 L:D=14:10、相对湿度(80±5)%的条件下, 依次设 10、15、20、25、30、35、40 和 45 °C 共 8 个温度梯度, 每个温度 5 个重复, 分别用塑料小瓶取成虫(40±5)头, 置于气候箱内的养虫笼中适应 5 min 后, 打开瓶盖将其释放。0.5 h 后观察、统计飞出成虫的头数; 同时, 对飞出成虫的活动状况进行观察。飞出后静止不动的虫体视为不活跃虫体; 反之, 飞出后四处飞行的虫体视为活跃虫体。统计活跃虫体的数量。

1.4 光照对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

在智能人工气候箱内, 温度(27±1) °C、相对湿度(80±5)%的条件下, 依次设 0、2400、4800、7200、9600、12000 lx 共 6 个光照梯度, 每个光照强度 5 个重复。在 4 个相同的塑料小瓶内各装 10 只成虫, 共计 40 只, 置于气候箱内的养虫笼中适应 10 min 后, 打开瓶盖将其释放。0.5 h 后观察、统计飞出瓶外虫体的数量, 并对其活动状况进行观察, 判断标准同 1.3。

1.5 数据统计方法

昆虫在某一温度、光照条件下的飞行能力, 即为该虫飞出塑料小瓶的头数占总虫数的百分比。昆虫在某一条件下的活跃度, 即为该虫飞出小瓶且连续活动的头数占总虫数的百分比。根据统计的数据, 计算出瓜实蝇成虫在不同条件下的飞行活动情况, 利用 Excel 绘制带有数据标记的折线图。采用 SPSS 统计软件进行差异显著性分析, 不同光照强度下瓜实蝇成虫的飞行能力和活跃度的比较采用 Duncan's 进行多重比较分析($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 温度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

不同温度下瓜实蝇成虫的飞行活动情况见图 1。10 °C 时瓜实蝇进行飞行活动的成虫数量为 0, 15 °C 时, 少量成虫进行飞行活动, 且活动总数随温度升高而增加; 25~35 °C 飞行活动数量的增加尤为明显, 35 °C 时, 飞行活动的成虫数量达 87% 左右;

超过 35 ℃ 时,飞行行为总量增加,但增幅趋于缓慢,45 ℃ 时,几乎全部成虫都飞出塑料瓶。

成虫在 10、15、45 ℃ 时活跃的成虫数均为 0。20 ℃ 时,41% 成虫活跃;在 20~40 ℃,成虫活跃度随温度的升高而增加;25 ℃ 开始,活跃度明显增大,30~40 ℃ 活跃度很高,保持在 90%~100%;当温度升至 45 ℃ 后,活跃度骤减为 0,可见高温对成虫活动能力有明显的抑制作用(表 1)。

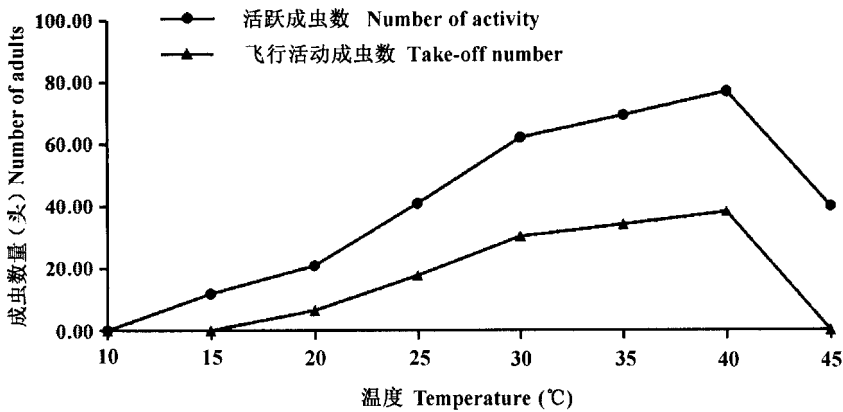


图 1 不同温度条件下瓜实蝇成虫的飞行活动

Fig.1 Flight activity of *B. cucurbitae* under different temperatures

表 1 温度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

Table 1 Effects of temperature changes on take-off activity of *B. cucurbitae*

温度 Temperature (°C)	飞行活动成虫数(头) Mean take-off number	飞行活动百分率 Mean take-off percent (%)	活跃成虫数(头) Mean number of activity	平均活跃度 Activity percent (%)
10	0.00±0.00e	0.00	0.00±0.00d	0.00
15	11.80±2.50d	30.06	0.00±0.00d	0.00
20	14.40±0.90d	30.38	6.40±1.20c	41.88
25	23.20±3.30c	47.08	17.60±1.80b	76.59
30	31.80±1.50b	78.03	30.20±1.90b	94.15
35	35.20±1.00ab	87.31	34.00±1.60a	96.81
40	38.80±0.30a	96.40	38.00±0.80a	97.71
45	39.80±0.40a	99.15	0.00±0.00d	0.00

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Letters within a column indicate significant differences among temperatures at $P<0.05$.

2.2 光照强度对瓜实蝇飞行行为的影响

在黑暗条件下,瓜实蝇成虫不飞行也不活跃。光照强度为 2400 lx 时,少量成虫飞行,活动数量随着光照强度的升高而增加;9600 lx 时,活动数量最多;高于 9600 lx 时,活动成虫数量骤然下降。就活

跃程度而言,活跃成虫的数量随着光照强度的升高而增加,12000 lx 时,活跃数量最多(表 2、图 2)。由此可推测:高强度光照对瓜实蝇成虫飞行活动能力的抑制作用弱于同条件下的低强度光照下的抑制作用。

表 2 光照强度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响

Table 1 Effects of light on flight activity of *B. cucurbitae*

光照 Light (lx)	飞行活动成虫数(头) Mean take-off number	飞行活动百分率 Mean take-off percent (%)	活跃成虫数(头) Mean number of activity	平均活跃度 Activity percent (%)
0	0.00±0.00e	0.00	0.00±0.00e	0.00
2400	7.80±2.59d	19.50	3.00±1.14d	12.50
4800	12.40±5.37cd	31.00	6.60±0.68c	16.50
7200	16.20±4.44cb	40.50	8.40±0.81c	21.00
9600	25.00±4.74a	62.50	12.20±0.86b	30.50
12000	18.00±4.00b	45.00	16.60±1.33a	41.50

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Letters within a column indicate significant differences among lights at $P<0.05$.

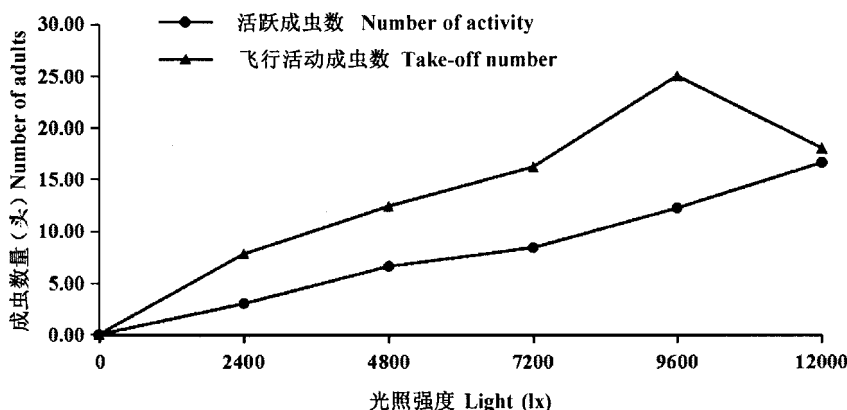


图 2 不同光照条件下瓜实蝇成虫的飞行活动

Fig.2 Flight activity of *B. cucurbitae* under different lights

3 讨论

温度是影响昆虫行为活动的重要因素之一,昆虫的耐热程度常因种类或生活环境而异(张孝羲, 2001)。本试验中,30~35℃是瓜实蝇成虫的最适飞行活动温度范围,其在40℃甚至45℃的飞行活动数量远远大于10℃,可见极端高温对成虫的刺激强于极端低温。但在极端高温(45℃)下结束试验时,一部分成虫昏厥,一部分死亡,而放置27℃1h后,大部分昏厥的成虫开始爬行,但丧失飞行能力。置于高温(35~40℃)24h后仍有成虫存活,低温(10℃)24h后的成虫大部分死亡,说明瓜实蝇对高温的耐受性远大于对低温的耐受性。由于海南常年高湿,高温时间持续较长,瓜实蝇可能形成了对高温的耐性。此次试验中,成虫飞行活动温度的上限(45℃)已突破了袁盛勇等(2008)认为的瓜实蝇几乎不能存活的温度上限(38℃)。

光照强度80%是瓜实蝇成虫的最适合起光照,而通过在其左右的临近2个处理区间(60%和100%)的数据可发现:光照强度为100%条件下,瓜实蝇成虫的飞行活动能力要高于60%条件下的,而在100%光照强度下,瓜实蝇成虫的活跃度最高。由此可以大胆推测:高光照强度($\geq 100\%$)对瓜实蝇成虫活跃度具有的刺激作用,对其飞行活动能力构成了影响。作者于夏季在田间测定的无太阳直射处光照强度为1000~10000 lx(早晨6:30—7:30及晚间18:30后除外,为37.21~362.1 lx),本试验中使用光照强度为1385~1391 lx,基本与夏季室外光强一致。由于室内研究结果并不能完全反映田间的真实状况,且昆虫的飞行活动还可受光、湿度、风力、天敌等其他因素的影响(张孝羲, 2001),故成

虫的飞行活动是否受温度影响最大,还有待进一步的深入研究。

本试验中,瓜实蝇成虫在光照强度100%下最活跃,亦即其活跃度的最适光照强度为12000 lx。然而,受试验条件的限制(实验室智能人工气候箱能提供的最高光照强度为12000 lx),未能做出范围更广且更精准的数据测定,还有待进一步研究。

参考文献

- 陈绵才, 2003. 瓜类、豆类蔬菜病虫害防治. 海口: 海南出版社.
- 黄仲生, 张芝莉, 2002. 黄瓜病虫害识别与防治. 北京: 中国农业出版社.
- 江昌木, 艾洪木, 赵士熙, 2006. 不同寄主营养条件下的瓜实蝇实验种群生命表. 福建农林大学学报(自然科学版), 35(1): 24-28.
- 王荫长, 2004. 昆虫生理学. 北京: 中国农业出版社.
- 袁盛勇, 孔琼, 张宏瑞, 田学军, 李河, 2008. 瓜实蝇的发育起点温度和有效积温研究. 江苏农业科学(6): 127-128.
- 张孝羲, 2001. 昆虫生态及预测预报. 3版. 北京: 中国农业出版社.
- 郑凌燕, 2009. 基于光、色和植物挥发物的螺旋粉虱监测技术研究. 硕士学位论文. 儋州: 海南大学.
- Jackson C G and Klungness L M, 1998. Death of four species fly (Diptera: Tephritidae) in sand with and without moisture. *Journal of Economic Entomology*, 91(1): 138-142.
- Roger I V and John D S, 1990. Population dynamics, habitat preference, and seasonal distribution patterns of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 19(5): 1820-1828.

(责任编辑:郭莹)