

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2016.01.006

低温对橘小实蝇羽化的影响

刘 奎*, 唐良德, 邱海燕, 付步礼

中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101

摘要:【背景】橘小实蝇是重要的检疫性害虫,发生危害严重。有关低温对橘小实蝇成虫羽化的影响尚未见报道。【方法】通过设置不同温度(8、4、0 和-4 ℃)及处理时间(12、18 和 24 h),研究了橘小实蝇羽化率和羽化时间的变化。【结果】随着温度的降低,橘小实蝇羽化率和羽化时间显著降低和延长。羽化率可从正常温度(28 ℃)下的 100.0%降低至 6.7%(0 ℃);羽化时间可从正常温度(28 ℃)下的 9.0 d 延长至 12.5 d(0 ℃)。当温度为-4 ℃时,橘小实蝇不能正常羽化。【结论与意义】橘小实蝇的耐寒性较差。本研究可为该虫适生区划定提供理论依据。

关键词: 低温; 橘小实蝇; 羽化

The effect of low temperatures on eclosion rates in the fruit fly *Bactrocera dorsalis*

Kui LIU*, Liang-de TANG, Hai-yan QIU, Bu-li FU

Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China

Abstract: 【Background】*Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) is an important quarantine pest, with wide occurrence and causing serious damage. The effect of low temperatures on eclosion of the fruit fly *B. dorsalis* is not reported. 【Method】The effect of low temperatures on eclosion of *B. dorsalis* were studied in the laboratory by setting different temperatures (8 ℃, 4 ℃, 0 ℃ and -4 ℃) and time treatments (12 h, 18 h and 24 h). 【Result】The emergence rate of *B. dorsalis* decreased from 100.0% under normal temperature (28 ℃) to 6.7% at 0 ℃. The period of eclosion time also increased, from 9.0 days under normal temperature (28 ℃) to 12.5 days at 0 ℃. When the temperature was -4 ℃, *B. dorsalis* was unable to emerge. 【Conclusion and significance】*B. dorsalis* demonstrated poor cold tolerance. This is useful for defining the distribution limits for *B. dorsalis*.

Key words: low temperature; *Bactrocera dorsalis*; eclosion

昆虫是变温动物,其整个生命过程、世代发生和种群进化无不受到温度的调控和影响。自然界中昆虫世代普遍要经历不同栖境和不同季节温度,包括夏季高温和冬季低温的胁迫。基于对高温和低温胁迫的反应,昆虫常表现出增强的耐热性和耐寒性,进而形成适应性特征的种群间变异、季节变异和地理变异等(陈兵和康乐,2003)。因此,昆虫在环境温度胁迫下的生存适应策略所导致的耐受性分化将直接决定其自然选择条件下的进化方向,并可预测种群的起源、分布和动态规律。

橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 是一种

世界性检疫害虫,原产于热带和亚热带地区(Drew & Hancock,1994; White & Elson-Harris,1992),但随着种群的进化和演变逐渐向温带地区扩散,适生范围越来越宽泛。目前,在我国长江流域和西南地区已有橘小实蝇发生和危害的报道(张智英等,1995)。温度是决定橘小实蝇地理分布的关键因子和必要条件(詹开瑞等,2006)。温度除了影响橘小实蝇的地理分布外,还可直接影响其活动、觅食、交配、产卵和扩散等行为。当环境温度低于 10 ℃时,绝大多数雄虫停止飞翔(刘建宏和叶辉,2006);而高温(35 ℃)对橘小实蝇的飞翔活动没有明显的抑

收稿日期(Received): 2015-06-09 接受日期(Accepted): 2015-12-10
基金项目: 2015 年中国热科院基本科研业务费(1630042015009); 农业部热带病虫害疫情监测与防治(10RZBC04); 南海气象防灾减灾科学开放研究基金(NH2008ZY01)
作者简介: 刘奎,男,副研究员,博士。研究方向: 农业昆虫与害虫防治
* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: lk0750@163.com

制作用(黄素青和韩日畴,2005)。橘小实蝇在 7~10℃ 时不能完成世代发育,而在 14~35℃,各虫态的发育历期随温度升高而缩短;各虫态的发育起点温度为预蛹期(15.21℃)>蛹期(12.83℃)>成虫(12.44℃)>卵(11.95℃)>幼虫(11.70℃)(袁盛勇等,2005)。橘小实蝇作为一种在热带和亚热带普遍发生的重要害虫,在低纬度的适生区能终年发生,世代重叠,无严格的越冬现象;而在中纬度地区冬季低温是该种群的主要限制性因子,其可能同时以老熟幼虫、蛹和成虫 3 种虫态越冬,以求获得来年较高的存活基数。橘小实蝇向北定殖需要打破低温的限制作用,所以研究低温对橘小实蝇生命活动的影响对了解其种群扩散规律和潜在危害具有重要意义,进而帮助我们有针对性地对其采取防御和控制措施。已有研究报道了不同季节和地理种群橘小实蝇的耐寒性以及不同寄主对其耐寒性的影响(任璐等,2006),同时明确了橘小实蝇不同发育阶段的过冷却点(侯柏华和张润杰,2005)。但有关低温对橘小实蝇成虫羽化的影响还未见报道,因此本文通过设置不同低温及不同处理时间,研究橘小实蝇羽化率和羽化时间的变化。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

橘小实蝇幼虫采自海南省琼海市塔洋镇番石榴园。在实验室中人工饲养 1 代后,取各日龄蛹供试。

1.2 低温处理

分别将虫体大小一致的 10 头橘小实蝇当天老熟幼虫及 1、2、3、4 和 5 日龄蛹置于 8、4、0 和 -4℃ 下 12、18 和 24 h,共计 72 个处理,每个处理 3 次重复。经温度处理后的橘小实蝇置于人工气候箱进行正常培养,培养条件为(28±1)℃、湿度(75±5)%、光周期(L:D)14 h:10 h。以(28±1)℃ 为对照组,待各虫态羽化后记录羽化数。

1.3 数据统计分析

采用 SPSS 17.0 软件对橘小实蝇在不同低温及时间处理下的羽化率及羽化时间进行显著性分析。

2 结果与分析

从表 1 中可以看出,低温显著影响橘小实蝇的

羽化率,并且低温处理时间越长羽化率越低。当橘小实蝇老熟幼虫和各日龄蛹在 -4℃ 时,各处理时间下橘小实蝇均不羽化。因此,该温度是橘小实蝇北限分布的阈值低温,各地区可结合当地的气象资料制订检疫决策。

不同低温及处理时间除显著影响橘小实蝇的羽化率外,还显著影响其羽化时间。从表 2 中可以看出,随着温度的降低,橘小实蝇的羽化时间延长,表现出比较明显的负相关关系。在橘小实蝇适温(28℃)条件下,其羽化时间最短(<10 d);而在非适温范围内(0~8℃),橘小实蝇在各冷处理间的羽化时间差异不显著。

3 讨论

橘小实蝇是一种重要的国际检疫性害虫,低温是其重要的检疫措施。然而随着全球气候的变化,新形势下研究温度对橘小实蝇生物学特性的影响有着重要的意义。以往有研究表明,温度对昆虫的生长发育及其存活率有重要影响,在适合其生长发育的温度范围内,随着温度的升高,昆虫的发育速率加快,发育历期缩短(罗智心等,2009)。Hsu(1973)和 Vergas *et al.*(1996)曾报道了橘小实蝇卵、幼虫和蛹的发育速率与温度的关系。一般情况下温度与发育历期呈负相关,与发育速率呈正相关。本试验结果与这一结论相吻合,即温度降低会导致橘小实蝇的羽化时间延长和羽化率降低。当温度为 -4℃ 时,处理 12、18 或 24 h,橘小实蝇均不能羽化。

利用低温处理的方法杀死果实中的实蝇类害虫,已广泛被一些国家的植物检疫部门所采纳(梁广勤等,1992)。詹开瑞等(2013)研究表明,1.5℃ 处理 12 d,可完全杀死枇杷果实中的橘小实蝇,并且对果实无损伤。因此,低温可用于果实中橘小实蝇的检疫处理。

此外,詹开瑞等(2006)通过适生性分析明确了橘小实蝇在中国的地理分布北界为(30±2)°N,认为该虫在此以北占全国面积 68.14%左右的广大地区不可能生存。本研究结果表明,温度低于 -4℃ 超过 12 h,橘小实蝇则不能完成生活史。因此,冬季温度低于 -4℃ 的地区即可判定为橘小实蝇的非适生区。

表 1 低温及处理时间对橘小实蝇羽化率的影响
Table 1 The effect of low temperatures and different duration on the emergence rate of *B. dorsalis*

虫态 Insect state	羽化率 Emergence rate (%) after							
	处理 12 h Treatment for 12 h at				处理 18 h Treatment for 18 h at			
	28 °C	8 °C	4 °C	-4 °C	28 °C	8 °C	4 °C	-4 °C
老熟幼虫 Mature larvae	96.7±2.03a	96.7±1.45a	76.7±1.76b	36.7±1.67c	100.0±0.00a	86.7±0.88ab	70.0±1.15b	20.0±1.53c
1 日龄蛹 1st pupa	100.0±0.00a	93.3±0.88a	90.0±1.15a	36.7±0.88c	96.7±2.40a	83.3±2.03a	73.3±1.45a	36.7±0.88b
2 日龄蛹 2nd pupa	93.3±2.03a	83.3±2.33a	56.7±1.86b	16.7±1.20c	96.7±1.76a	80.0±1.73a	50.0±2.08b	13.3±1.45c
3 日龄蛹 3th pupa	96.7±0.88a	93.3±1.45a	80.5±0.58a	26.7±1.20b	96.7±1.67a	90.0±2.08b	83.3±2.03b	16.7±1.32c
4 日龄蛹 4th pupa	93.3±1.45a	90.0±2.08a	86.7±1.86a	43.3±1.76b	100.0±0.00a	86.7±3.18a	80.0±3.93a	20.0±2.08b
5 日龄蛹 5th pupa	100.0±0.00a	93.3±2.03a	83.3±1.45a	30.0±1.53b	100.0±0.00a	83.3±2.40b	73.3±1.45b	16.7±0.88c

同行平均数值后不同小写字母表示同一处理时间下不同温度间的羽化率差异显著 (Tukey's HSD 多重比较, $P<0.05$)。
Different lower-case letters in the same row indicate significant differences between emergence rates of different temperatures at the same treatment time (Tukey's HSD, $P<0.05$).

表 2 低温及处理时间对橘小实蝇羽化时间的影响
Table 2 The effect of low temperatures and different duration on the emergence time of *B. dorsalis*

虫态 Insect state	羽化时间 Emergence time (d) after							
	处理 12 h Treatment for 12 h at				处理 18 h Treatment for 18 h at			
	28 °C	8 °C	4 °C	-4 °C	28 °C	8 °C	4 °C	-4 °C
老熟幼虫 Mature larvae	9.6±0.33b	10.1±0.81a	10.1±0.59a	10.6±0.33a	9.4±0.12c	10.3±0.11b	10.0±0.12b	10.8±0.17a
1 日龄蛹 1st pupa	9.8±0.17a	10.0±0.58a	10.1±0.67a	10.1±0.35a	9.1±0.85b	10.0±0.29a	10.3±0.88a	10.5±0.29a
2 日龄蛹 2nd pupa	9.7±0.17b	10.1±0.32ab	10.5±0.29ab	11.0±0.58a	9.7±0.22b	10.1±0.49ab	10.1±1.00ab	10.8±0.44a
3 日龄蛹 3th pupa	9.2±0.23b	10.3±0.17a	10.1±0.26a	11.0±0.50a	9.7±0.15b	10.4±0.41ab	10.5±0.36ab	11.4±0.40a
4 日龄蛹 4th pupa	9.5±0.26a	10.0±0.00a	10.2±0.30a	10.0±0.25a	9.0±0.26b	9.9±0.44a	10.0±0.26a	9.8±0.42a
5 日龄蛹 5th pupa	9.7±0.19a	10.0±0.35a	10.2±0.45a	10.2±0.38a	9.3±0.24b	10.1±0.31a	10.0±0.50a	10.0±0.37a

同行平均数值后不同小写字母表示同一处理时间下不同温度间的羽化时间差异显著 (Tukey's HSD 多重比较, $P<0.05$)。
Different lower-case letters in the same row indicate significant differences between emergence times of different temperatures at the same treatment time (Tukey's HSD, $P<0.05$).

参考文献

- 陈兵, 康乐, 2003. 南美斑潜蝇地理种群蛹过冷却点随纬度递变及其对种群扩散的意义. *动物学研究*, 24(3): 168–172.
- 侯柏华, 张润杰, 2005. 基于 CLIMEX 的桔小实蝇在中国适生区的预测. *生态学报*, 25(7): 1570–1574.
- 黄素青, 韩日畴, 2005. 桔小实蝇的研究进展. *昆虫知识*, 42(5): 479–484.
- 梁广勤, 林楚琼, 梁帆, 古菊兰, 刘秀琼, 1992. 低温处理橙果实中桔小实蝇作为检疫措施. *华南农业大学学报*, 13(1): 36–40.
- 刘建宏, 叶辉, 2006. 光照、温度和湿度对桔小实蝇飞翔活动的影响. *昆虫知识*, 43(2): 211–214.
- 罗智心, 任荔荔, 祁力言, 周曙东, 戴华国, 2009. 温度对桔小实蝇种群发育的影响. *生态学杂志*, 28(5): 921–924.
- 任璐, 陆永跃, 曾玲, 庞淑婷, 2006. 寄主对桔小实蝇耐寒性的影响. *昆虫学报*, 49(3): 447–453.
- 袁盛勇, 孔琼, 肖春, 陈斌, 李正跃, 高永红, 2005. 桔小实蝇各虫态发育历期及有效积温研究. *西南农业大学学报* (自然科学版), 27(3): 316–318.
- 詹开瑞, 赵士熙, 朱水芳, 周卫川, 王念武, 2006. 桔小实蝇在中国的适生性研究. *华南农业大学学报*, 27(4): 21–25.
- 詹开瑞, 叶剑雄, 陈艳, 张晓燕, 2013. 低温处理对枇杷中橘小实蝇的杀灭效果. *生物安全学报*, 22(2): 132–135.
- 张智英, 何大愚, 余宇平, 王文心, 1995. 云南桔小寡鬃实蝇种群动态研究. *植物保护学报*, 22(3): 211–216.
- Drew R A I and Hancock D L, 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research Supplement Series*, 2: 1–68.
- Hsu E S, 1973. Biological studies on the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis*). II. The biological effects of temperatures and humidity on oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel). *Plant Protection Bulletin (Taiwan)*, 5: 59–86.
- Vergas R I, Walsh W A, Jang E B, Armstrong J W and Kanehisa D T, 1996. Survival and development of immature stages of four Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, 89(1): 64–69.
- White I M and Elson-Harris M M, 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. London: CAB International.

(责任编辑:杨郁霞)