



# 橘小实蝇实验种群在北京地区的越冬研究

赵岩<sup>1</sup>, 段永恒<sup>2</sup>, 赵紫华<sup>1</sup>, 王宇宁<sup>1</sup>, 吴沁<sup>1</sup>, 丁建云<sup>2</sup>, 李志红<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业大学植物保护学院, 北京 100193; 2. 北京市植物保护站, 北京 100029)

**摘要:** 为明确橘小实蝇实验室种群早期蛹能否在北京越冬, 于2017年冬季在北京市房山区、平谷区、顺义区的果园内开展试验。将在实验室适宜温、湿度条件下饲养并经低温驯化的橘小实蝇早期蛹掩埋于园内土壤中, 并用养虫笼罩住。2018年4—10月, 每2个月检查1次橘小实蝇蛹的羽化情况, 未发现羽化现象, 10月回收时发现蛹均变黑、僵化而死亡。因此, 得出结论: 橘小实蝇实验室种群早期蛹不能在北京地区果园土壤中越冬。

**关键词:** 橘小实蝇; 实验种群; 蛹; 北京; 越冬

中图分类号: S41-33 文献标识码: B 文章编号: 1672-6820(2019)10-0068-04

## Study on overwintering of experimental population of *Bactrocera dorsalis* in Beijing

Zhao Yan<sup>1</sup>, Duan Yongheng<sup>2</sup>, Zhao Zihua<sup>1</sup>, Wang Yuning<sup>1</sup>, Wu Qin<sup>1</sup>, Ding Jianyun<sup>2</sup>, Li Zhihong<sup>1</sup>

(1. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The study on overwintering of early pupae of *Bactrocera dorsalis* experimental population was conducted in orchard in Fangshan District, Pinggu District and Shunyi District of Beijing in China in 2017. Early pupae of *B. dorsalis* lab population treated with low temperature acclimation were buried under the soil in the orchards and covered with cages. The emergence of *B. dorsalis* was investigated once every 2 months from April to October in 2018. No emergence was found, and the pupae turned black, ossified and died as recycling in October. It was concluded that experimental population of *Bactrocera dorsalis* can not overwinter in the soil in orchards in Beijing.

**Key words:** *Bactrocera dorsalis*; experimental population; pupae; Beijing; overwinter

橘小实蝇 [*Bactrocera dorsalis* (Hendel)], 俗称果蛆, 又称东方果实蝇<sup>[1]</sup>, 隶属于双翅目 (Diptera) 实蝇科 (Tephritidae) 果实蝇属 (*Bactrocera*)<sup>[2]</sup>, 被我国列为进境植物检疫性有害生物和国家重点防控的农业外来入侵生物<sup>[3]</sup>。橘小实蝇食性杂, 繁殖力强, 易暴发, 且寄主范围广, 是一类可造成重大经济损失的害虫<sup>[4]</sup>。有研究表明, 橘小实蝇在我国各地均可安全越冬, 冬季低温是限制其在国内分布的主要气候因子<sup>[4]</sup>。关于该虫在我国的适生分布, 詹开瑞等根据

其致死温度、有效积温和生物气候相似距, 构建了橘小实蝇适生性分析计算机模型, 将该虫分布北界定为  $(30 \pm 2)^\circ\text{N}$ <sup>[6]</sup>。我国已报道的橘小实蝇为害区包括海南、广东、广西、福建、云南、贵州、四川、重庆等地<sup>[7]</sup>, 其种群有不断向北扩散的趋势<sup>[8]</sup>。2012年, 北京房山周口店有监测报道, 7—11月诱捕到橘小实蝇成虫<sup>[9]</sup>。

近年来, 华北地区的平均温度总体呈波动变暖趋势, 据预测, 华北冬季的平均气温将上升, 降水量将增

收稿日期: 2019-05-22

基金项目: 国家自然科学基金 (31772230)

作者简介: 赵岩, 硕士研究生, 研究方向为植物检疫与入侵生物学。E-mail: zhaoyan1996@126.com

\* 通讯作者: 李志红, 教授, 研究方向为植物检疫与入侵生物学。E-mail: lizh@cau.edu.cn

© 1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

加<sup>[10-11]</sup>,这些气候变化有利于橘小实蝇的越冬。同时,农作物种植结构的改变,尤其是蔬菜等经济作物种植面积的持续增长<sup>[12]</sup>,也为果实蝇类害虫的发生提供了寄主条件,有利于其适生区北移。橘小实蝇是否能够在我国北方地区(如北京)越冬引起了关注。

为明确橘小实蝇能否在北京地区当前气候和农业种植条件下顺利越冬,笔者于2017年12月至2018年10月,以橘小实蝇实验室种群早期蛹为材料,经低温驯化后,在北京房山区、平谷区、顺义区的果园中开展虫蛹越冬观测试验,为明确橘小实蝇能否在北京越冬提供证据,为进一步制定橘小实蝇防控措施提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本研究采用的橘小实蝇供试样品为实验室培养多代的种群,源自广东省广州市,采集后在人工气候培养箱中恒温、恒湿条件下饲养。饲养条件:温度 $25\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度65%~75%,光暗周期14h:10h(L:D)。用袁盛勇等<sup>[13]</sup>记载的饲料配方饲养橘小实蝇幼虫,成虫饲料蛋白胨:蔗糖=1:3。在幼虫化蛹前1~2d将其转移至湿润的砂土中化蛹。

本研究所用的养虫笼(35 cm×35 cm×35 cm,

200目)材质为尼龙纱网、喷塑钢管支架,不易破损,较细的网眼能防止天敌蜘蛛、蚂蚁、蠼螋等进入取食,并防止橘小实蝇逃逸。

本研究所用北京地区气候资料来自国家气象信息中心及《中国统计年鉴》,2015—2017年的月均温、最高气温和最低气温如图1所示。

### 1.2 试验方法

将在人工气候培养箱中饲养至3龄末期的橘小实蝇幼虫挑至湿润的砂土中化蛹,2d后将蛹置于 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中低温驯化3d。分别设1个实验组和2个对照组,每组5个重复。实验组每个重复80粒蛹,对照组每个重复30粒蛹。

实验组处理方式:在北京地区3个试验点(表1)果园的果树下用铁锹挖约20 cm深的土坑,放入养虫笼,笼内填埋约10 cm厚的土层,将经低温驯化的供试虫蛹均匀放置土层表面,再用约10 cm厚的细土将蛹盖住,保证笼子内外土壤高度一致,做好标记,以备后续调查(图2)。翌年4月起,每两个月检查1次蛹的越冬情况,直至10月回收所有样品,确定橘小实蝇能否在试验地越冬。

对照组1处理方式:将蛹在 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下低温驯化3d后置于人工培养箱内饲养。对照组2处理方式:将蛹在 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下低温处理至翌年4月气温高于 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时

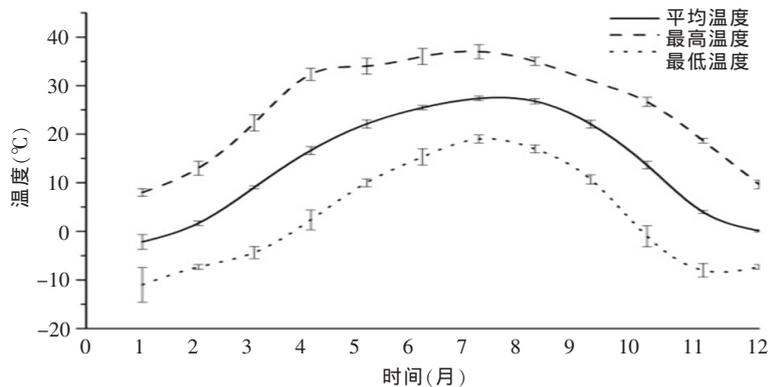


图1 北京地区2015—2017年的月均温、最高气温与最低气温

表1 北京地区橘小实蝇越冬试验埋蛹地点与时间信息

| 埋蛹地点           | 经纬度                           | 埋蛹时间<br>(年-月-日) | 回收时间<br>(年-月-日) |
|----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| 房山区拴马桩村        | 39°39'45.5" N, 115°53'48.7" E | 2017-12-21      | 2018-10-14      |
| 平谷区环湖路         | 40°10'7.9" N, 117°16'54.7" E  | 2017-12-21      | 2018-10-14      |
| 顺义区北京市植保站检疫隔离区 | 40°9'8.1" N, 116°35'36.6" E   | 2017-12-21      | 2018-10-14      |

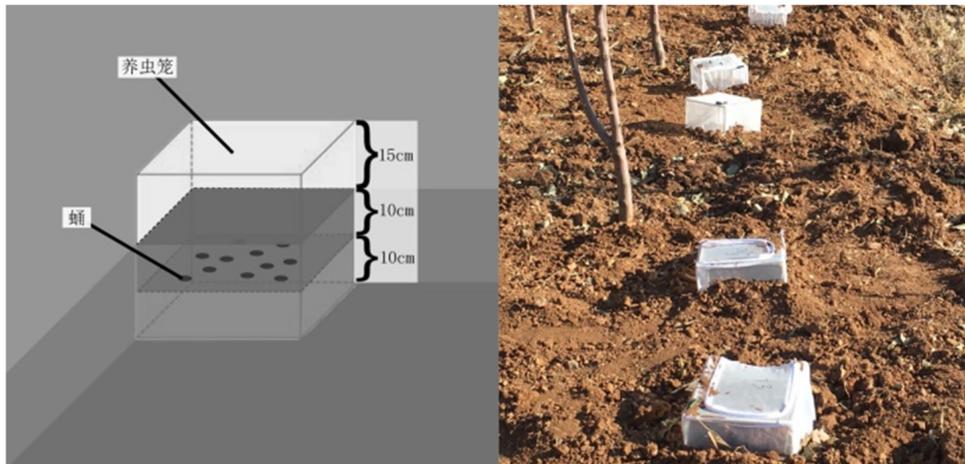


图2 橘小实蝇北京越冬实验装置结构及放置



图3 经冬后翌年10月从北京果园土壤回收的橘小实蝇蛹变黑僵化

取出,置于人工培养箱内饲养。

## 2 结果与分析

### 2.1 对照组(室内)橘小实蝇羽化情况

12℃低温驯化3 d后,将蛹置于人工培养箱内25℃下饲养(对照组1),观察发现,其平均羽化率接近80%。12℃低温处理4个月,将蛹置于25℃下饲养(对照组2),仍有接近40%的个体成功羽化。说明在较低温度下经历4个月后的橘小实蝇蛹,一旦遇到适宜温度,仍具有继续发育到下一个阶段的能力。

### 2.2 北京地区橘小实蝇越冬情况

通过2018年4—10月的4次调查(4月21日、6月10日、8月15日、10月14日)发现,北京各试验点(房山、平谷、顺义)果园所埋橘小实蝇均无羽化现

象。10月回收的橘小实蝇蛹均变黑、僵化而死亡(图3)。由此得出:在本试验所设条件下,橘小实蝇实验室种群早期蛹不能在北京地区果园土壤中越冬。

## 3 讨论

橘小实蝇是我国重要的果蔬害虫,不同地区地理环境、气候、寄主植物等条件不同,该虫的生活史也不完全一样。任璐等认为,该虫在其最适宜分布区能终年发生,世代重叠,且无严格越冬现象;而在有明显冬季低温的中纬度地区,则很可能以老熟幼虫、蛹和成虫越冬,以获得较高的存活基数<sup>[14]</sup>。相对于南方地区,北京纬度更高、冬季平均温度更低,橘小实蝇在该地的越冬情况、发生规律可能有较大差别,但相关的调查报道较为少见,且不系统。

冬季低温对昆虫的影响比较复杂,加之试验难以完全模拟自然条件,着重考虑了以下几个方面进行设计:①橘小实蝇在温带地区以老熟幼虫、蛹、成虫3种虫态越冬<sup>[15]</sup>,且3、4日龄蛹的耐寒性最强<sup>[14]</sup>,故选择3日龄的蛹做为越冬研究对象。②将昆虫提前在较低温度下驯化可提高昆虫的耐寒性<sup>[16]</sup>,因此,先将供试实蝇蛹样品在较低的温度下驯化3 d,目的是使其适应野外更低的环境温度。根据袁盛勇等研究,在恒温下用人工饲料饲养橘小实蝇,其发育起点温度为12.19℃<sup>[17]</sup>,故选择12℃为驯化温度。③果园的向背阳光、土质的疏松坚硬以及含水量高低都会影响橘小实蝇蛹的存亡。一般情况下,阳坡果园和砂质土壤有利于蛹的越冬、化蛹和羽化<sup>[18]</sup>,故特别



选择在害虫发生较重且光照充足的果树下掩埋橘小实蝇蛹。④土壤温度随深度的增加而提高,越深其保温性越好,但埋蛹过深也会因土层通透性差而导致蛹死亡率上升。根据前人研究,10 cm 是埋蛹试验最合适的深度<sup>[19]</sup>。

温度和降雨量是影响橘小实蝇越冬的重要因子。根据有效积温法则,昆虫在生长过程中需从外界摄取一定的热量才能完成某一阶段的发育,当环境温度低于发育起点温度时昆虫不发育<sup>[20]</sup>。降水量和降水频率通过土壤湿度影响蛹的羽化<sup>[21]</sup>。一般情况下,冬春雨量适中、土壤含水量在 10%~15%之间、土温在 5~12 °C 范围内有利于蛹的越冬和羽化<sup>[18]</sup>。中国气象局资料(图 1)表明,北京冬季干冷,下雪后很容易结冰,这极大影响了橘小实蝇的越冬。

中国农业大学与北京市植物保护站等单位合作,利用稳定同位素溯源技术进行分析,明确了 2014—2015 年在北京房山诱捕到的橘小实蝇不是本地定殖种群,可能来自南方<sup>[22]</sup>;并通过本研究证实了橘小实蝇实验室种群不能在北京地区的果园越冬。但橘小实蝇属于 *r* 对策害虫,其成虫寿命长,繁殖力与飞行能力强,故种群恢复能力与扩散迁移能力强、活动范围大、大发生的频率高,为爆发性害虫<sup>[4]</sup>,一旦传入就有种群迅速增长的可能。应在研究橘小实蝇生物学、生态学特性的基础上,摸清其行为习性、发生代数、种群消长规律,预测预报其发生期、发生量,以便及时采取有效措施预防该虫发生<sup>[1]</sup>。同时,也要加强对该虫检疫与防治措施的研究。针对北京地区,笔者建议在果园、温室大棚、果品批发市场等场所进一步加强橘小实蝇监测工作,及时发现,及时防除,避免该虫的入侵和暴发。

## 参考文献

[1] 梁光红,陈家骅,杨健全,等. 桔小实蝇国内研究概况[J]. 华东昆虫学报,2003(2):90-98.  
[2] 梁广勤,梁国真,林明,等. 实蝇及其防除[M]. 广州:广东科技出版社,1993,93-104.  
[3] 李志红,姜帆,马兴莉,等. 实蝇科害虫入侵防控技术研究进展[J]. 植物检疫,2013,27(2):1-10.  
[4] 黄素青,韩日畴. 桔小实蝇的研究进展[J]. 昆虫知识,2005,42(5):479-484.  
[5] 胡建峰. 橘小实蝇监测、生物防治及蛋白诱剂应用机理

[D]. 福州:福建农林大学,2012.  
[6] 詹开瑞,赵士熙,朱水芳,等. 桔小实蝇在中国的适生性研究[J]. 华南农业大学学报,2006(4):21-25.  
[7] Qin Y J, Krosch M N, Schutze M K, et al. Population structure of a global agricultural invasive pest, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)[J]. Evolutionary Applications, 2018, 11(10):1990-2003.  
[8] 郭腾达,宫庆涛,叶保华,等. 桔小实蝇的国内研究进展[J]. 落叶果树,2019,51(1):43-46.  
[9] 屈海学,孙静双. 北京地区橘小实蝇的生活习性观察[J]. 中国园艺文摘,2013,29(2):51.  
[10] 柳艳香,吴统文,郭裕福,等. 华北地区未来 30 年气候变化趋势模拟研究[J]. 气象学报,2017(1):45-51.  
[11] 付建,王小熙. 1981—2015 年华北地区气温变化特征及防灾减灾对策[J]. 现代农业科技,2018(13):223-231.  
[12] 李辉尚,王晓东,杨唯,等. 我国蔬菜市场 2017 年形势分析与后市展望[J]. 中国蔬菜,2018(1):7-12.  
[13] 袁盛勇,孔琼,肖春,等. 桔小实蝇成虫人工饲料的筛选[J]. 华中农业大学学报,2006(4):371-374.  
[14] 任璐,陆永跃,曾玲,等. 寄主对桔小实蝇耐寒性的影响[J]. 昆虫学报,2006(3):447-453.  
[15] 孔令斌,林伟,李志红,等. 气候因子对橘小实蝇生长发育及地理分布的影响[J]. 昆虫知识,2008(4):528-531.  
[16] Chen B, Kang L. Variation in cold hardiness of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) along latitudinal gradients [J]. Environmental Entomology, 2004, 33(2):155-164.  
[17] 袁盛勇,肖春,李正跃,等. 桔小实蝇实验室饲养技术研究[J]. 江西农业大学学报,2003,25(4):577-580.  
[18] 赵康. 柑橘大实蝇化蛹和羽化特性的研究[D]. 荆州:长江大学,2012.  
[19] 王旭. 湖北武汉橘小实蝇的发生动态及入侵来源[D]. 武汉:华中农业大学,2010.  
[20] Hodek I, Hodkova M. Multiple role of temperature during insect diapause: a review [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1988, 49(1-2):153-165.  
[21] 叶辉, 刘建宏. 云南西双版纳桔小实蝇种群动态[J]. 应用生态学报,2005, 16(7):1330-1334.  
[22] Zhao Z H, Lu Z L, Reddy G V P, et al. Using hydrogen stable isotope ratios to trace the geographic origin of the population of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) trapped in Northern China [J]. Florida Entomologist, 2013, 101(2):244-248.