

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.04.16

# 生境及气象因子对瓜实蝇雄成虫数量动态的影响

李 磊<sup>1</sup>, 马华博<sup>2</sup>, 牛黎明<sup>1</sup>, 张方平<sup>1</sup>, 韩冬银<sup>1</sup>, 陈俊谕<sup>1</sup>, 符悦冠<sup>1\*</sup>

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海口 571101; 2. 海南大学环境与植物保护学院, 海口 570228)

**摘要:** 本研究监测了不同生境下瓜实蝇雄成虫的数量动态, 分析了气象因子与其数量变动的相关性。结果表明儋州地区瓜实蝇雄成虫发生低谷为每年 12 月和 1 月; 从 2 月开始, 瓜实蝇雄成虫数量逐渐增加, 4–8 月达到高峰, 从 9 月开始数量逐渐下降。生境显著影响了瓜实蝇的雄成虫数量, 混合菜地、园林区以及混合果园诱集的瓜实蝇雄成虫数量多于住宅区、农贸市场、苦瓜地诱集的雄成虫数量。气象因子也显著影响了瓜实蝇雄成虫的数量。经逐步回归分析发现瓜实蝇雄成虫数量变动受月降水量、月均最高气温、月均最小湿度综合影响, 其中月均最高气温是影响瓜实蝇雄成虫数量变动的最重要因素。因此, 瓜实蝇防控应不仅局限在其寄主园区生境, 还应根据其监测的数据对多生境的瓜实蝇进行治理。

**关键词:** 瓜实蝇; 生境; 气象因子; 数量动态

中图分类号: Q968.1; S433.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 04-0766-05

## Effect of habitats and climatic factors on the quantitative dynamics of male *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)

LI Lei<sup>1</sup>, MA Hua-Bo<sup>2</sup>, NIU Li-Ming<sup>1</sup>, ZHANG Fang-Ping<sup>1</sup>, HAN Dong-Yin<sup>1</sup>, CHEN Jun-Yu<sup>1</sup>, FU Yue-Guan<sup>1\*</sup> (1. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China; 2. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou 570228, China)

**Abstract:** The quantitative dynamics of male *Bactrocera cucurbitae* were monitored in different habitats, and the correlation between its quantitative fluctuation and climatic factors were analyzed. The results showed that male *B. cucurbitae* had low valleys in December and January in Danzhou. The population of male *B. cucurbitae* gradually increased from February, then they had high peaks from April to August. The population gradually decreased from September. Habitats significantly influenced the quantity of male *B. cucurbitae*. The number of *B. cucurbitae* in mixed vegetable plot, landscape area and mixed orchard were more than those in residential area, farmer's market and bitter melon field. Climatic factors significantly affected the quantity of male *B. cucurbitae*. The stepwise regression analysis indicated that the quantitative fluctuation of male *B. cucurbitae* was controlled by monthly rain fall amounts, mean monthly maximum temperature and monthly minimum relative humidity, hereinto, mean monthly maximum temperature was the most important factors. Based on these results, the control of *B. cucurbitae* was not limited in its host habitats. *B. cucurbitae* should be managed in other habitats according to its monitoring data.

**Key words:** *Bactrocera cucurbitae*; habitat; climatic factor; quantitative dynamics

基金项目: 国家科技支撑计划 (2015BAD08B03); 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103026)

作者简介: 李磊, 男, 1985 年生, 湖北十堰人, 博士, 助理研究员, 研究方向为有害生物综合治理, E-mail: lee\_lay@163.com

\* 通讯作者 Author of correspondence, E-mail: fygcatas@163.com

收稿日期 Received: 2016-01-07; 接受日期 Accepted: 2016-03-23

瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) 是一种重要的入侵性害虫,起源于印度,目前已广泛分布于世界各地的热带、亚热带及温带地区 (Dhillon *et al.*, 2005)。在我国,该虫主要分布在华南和西南各省区 (马镭等, 2010)。瓜实蝇寄主广泛,可为害 120 多种蔬菜和水果,尤其偏好为害葫芦科和茄科植物果实 (Dhillon *et al.*, 2005; 马镭等, 2010)。该虫主要以成虫产卵和幼虫果实内钻蛀取食为害,常造成果实畸形、黄化、腐烂及脱落等,严重影响果实的品质和产量,世界大多国家和地区均已将瓜实蝇列为重要检疫对象 (Dhillon *et al.*, 2005; 欧剑峰等, 2008; 马镭等, 2010)。我国也将瓜实蝇列入第一批国家重点管理外来入侵物种名录。

在国内,瓜实蝇一年可发生 3–8 代,但各地表现出的高峰期或高峰数也表现出不同的差异 (陈海东等, 1995; 蒋小龙等, 2003; 欧剑峰等, 2008; 韦淑丹, 2011)。室内研究发现瓜实蝇种群数量的增长或降低受到光照、温度、湿度、寄主等生态因子的影响 (周昌清等, 1995; Dhillon *et al.*, 2005; Huang and Chi, 2012),但田间的因子往往是复杂多变,而且是多个因子综合影响的,尤其是气象因子的影响无处不在。因此,综合考虑气象因子对瓜实蝇成虫数量变动的影响更加有意义。此外,研究发现瓜实蝇成虫傍晚后大多喜停留在周边边界植物上,尤其是喜欢停留在木薯或玉米上 (Mcquate, 2011; Atiama – Nurbel *et al.*, 2012),白天才飞回瓜地产卵为害 (Mcquate and Vargas, 2007),这说明瓜实蝇的生境不仅仅局限在寄主瓜地内,可能随着其行为的改变或生理的需求而转移生境。本文研究了不同生境下瓜实蝇雄成虫的数量动态,分析了不同气象因子与瓜实蝇雄成虫数量变动的相关性,为能更准确的、适时的防控该虫提供重要的生态学数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料和气象资料

瓜实蝇雄虫引诱剂—诱蝇酮 (Cuelure, 纯度  $\geq 98\%$ ) 和瓶式诱捕器均来源于广州瑞丰生物科技有限公司。

儋州市每月气象资料由海南省气象局提供。

### 1.2 监测时间和地点概况

试验于 2014 年 3 月–2015 年 2 月在中国热带农业科学院儋州院区及其试验基地进行,分住宅区、混合菜地、园林区、农贸市场、苦瓜地、混合果园以及 6 个监测点同时进行,监测总面积  $120 \text{ hm}^2$ 。住宅区位于院区东部住宅区,每栋楼间种有稀疏的大王棕、散尾葵、凤凰木、印度紫檀等绿化树;混合菜地毗邻住宅区南面和北面,长年种植各类蔬菜,监测期间种植的蔬菜有黄瓜、丝瓜、苦瓜、葫芦瓜、南瓜、四季豆、豇豆、萝卜、白菜等;园林区位于院区内海南热带植物园周边,园内和周边主要种植 1000 多种热带植物,以乔木为主;市场位于院区西面,主要经营蔬菜、水果、肉禽及其他农产品等,周边零星种植大王棕、凤凰木等行道树;苦瓜地位于院区丘凡试验基地,监测期间主要成片种植苦瓜;混合果园位于园林区向东 1 km 的中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所的果树基地,主要种植大片的芒果、黄皮、人心果以及零星的杨桃和莲雾。整个监测地点以中国热带农业科学院儋州院区总部大楼为中心向四周辐射。

### 1.3 试验方法

将瓜实蝇雄虫诱剂滴于诱捕器中的高密度纤维板上,诱捕器悬挂于各个监测点的遮阴处,距离地面约 1.5 m,每个监测点 4 个诱捕器,每个诱捕器间隔约 50 m。每隔 10 d 统计诱捕器内的瓜实蝇,并清理瓶内虫子,每隔 20 d 添加 1 次诱剂,每半年更换 1 次诱捕器。

### 1.4 统计分析

儋州地区瓜实蝇雄虫数量动态由 6 种生境下瓜实蝇诱集的总数得来。通过 SAS 9.0 进行数据统计分析,以每月瓜实蝇雄虫诱集的数量为因变量,以气象因子为自变量进行相关性分析和逐步回归分析,并对观测的瓜实蝇发生数量与理论的发生数量进行适合性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生境对瓜实蝇雄成虫数量动态的影响

由图 1 可知,儋州地区瓜实蝇雄成虫发生低谷为每年 12 月和 1 月,诱集的瓜实蝇雄成虫数量均低于 40 头/月;从 2 月开始,瓜实蝇雄成虫的数量逐渐增加,至 4–8 月达到高峰,期间每月诱集的数量均在 300 头以上,从 9 月开始数量逐渐下降。

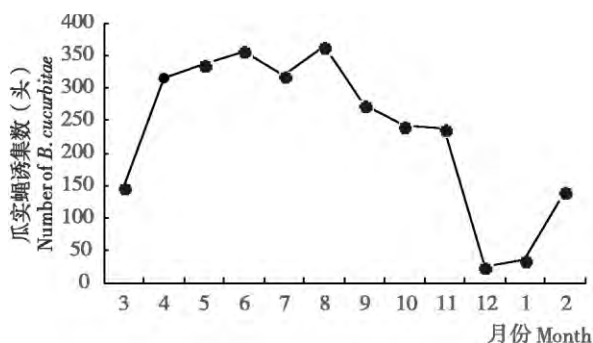


图1 儋州地区瓜实蝇雄虫数量动态

Fig. 1 Quantitative dynamics of *Bactrocera cucurbitae* in Danzhou

瓜实蝇雄虫在6种生境的数量动态趋势大致相同,均在12月和1月数量较少,从2月份起数

量开始上升,但在不同生境下其雄虫数量动态的高峰表现出不同差异。在住宅区,瓜实蝇雄虫的发生高峰在8月和11月,诱集蝇数分别为63头和55头;混合菜地的高峰在4-8月,诱集数量每月均在100头以上;在园林区,4月和10月是瓜实蝇雄虫明显发生高峰期,分别为164和131头,8月份有1个小高峰,为84头;在农贸市场区,瓜实蝇的发生高峰为6月和9月,诱集蝇数均为18头;在苦瓜园区,发生高峰在8月,诱集数量为34头;在混合果园,瓜实蝇雄虫发生高峰在7月,诱集数量为91头(见图2)。混合菜地、园林区以及混合果园诱集的瓜实蝇数量显著多于在住宅区、农贸市场、苦瓜地诱集的数量。

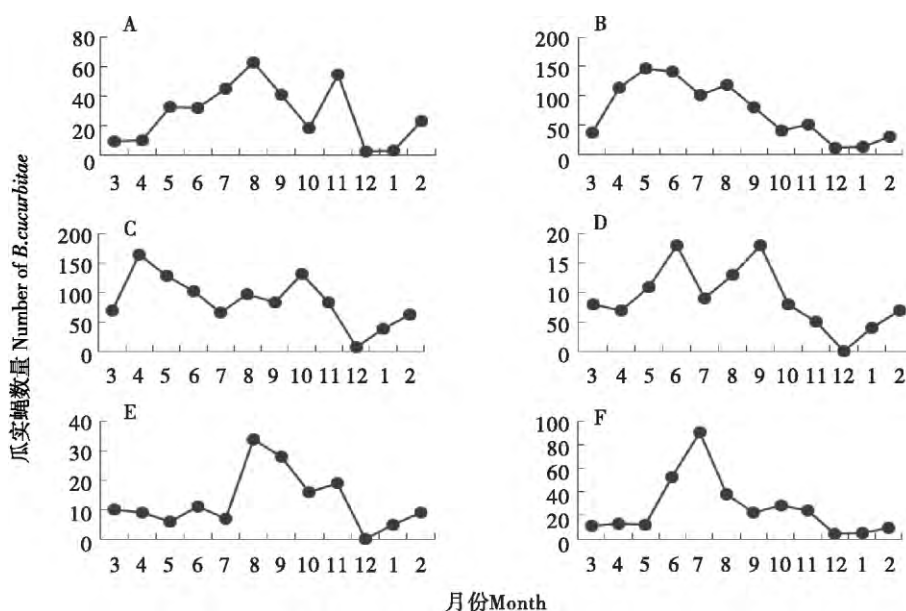


图2 不同生境下瓜实蝇雄虫的数量动态

Fig. 2 Quantitative dynamics of *Bactrocera cucurbitae* in different habitats

注: A、B、C、D、E、F 分别代表住宅区、混合菜地、园林区、农贸市场、苦瓜地、混合果园。A, B, C, D, E and F stand for residential area, mixed vegetable plot, landscape area, farmer's market, bitter melon field and mixed orchard, respectively.

## 2.2 气象因子与瓜实蝇数量动态的相关性

将瓜实蝇雄虫诱集数( $Y$ )与月降水量( $X_1$ )、月平均风速( $X_2$ )、月平均气温( $X_3$ )、月均最低气温( $X_4$ )、月均最高气温( $X_5$ )、月平均气压( $X_6$ )、月平均相对湿度( $X_7$ )、月最小相对湿度( $X_8$ )和月日照时数( $X_9$ )9种气象因子进行相关性分析发现(表1):瓜实蝇雄成虫诱集数量与月平均气温( $X_3$ )、月均最低气温( $X_4$ )、月均最高气温( $X_5$ )、月日照时数( $X_9$ )成正相关,

与月平均气压( $X_6$ )和月平均相对湿度( $X_7$ )成负相关,且相关性均达到显著水平,这说明这些气象因子显著影响了瓜实蝇雄成虫的数量动态。此外,瓜实蝇雄虫的数量动态与月降水量( $X_1$ )和月平均风速( $X_2$ )呈正相关,与月最小相对湿度( $X_8$ )呈负相关,但相关性均未达到显著水平,这说明这3种气象因子对瓜实蝇雄虫数量动态的影响较小。

表 1 瓜实蝇雄成虫数量动态与气象因子的相关性

| Table 1 Correlation relationships between the quantitative dynamics of male <i>Bactrocera cucurbitae</i> and climatic factors |       |         |        |        |        |         |         |         |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 参数 Parameter                                                                                                                  | $X_1$ | $X_2$   | $X_3$  | $X_4$  | $X_5$  | $X_6$   | $X_7$   | $X_8$   | $X_9$   | $Y$     |
| $X_1$                                                                                                                         |       | -0.2958 | 0.5661 | 0.5648 | 0.5536 | -0.6554 | 0.0683  | 0.399   | 0.5092  | 0.4968  |
| $X_2$                                                                                                                         |       |         | 0.1435 | 0.1141 | 0.2028 | 0.0121  | -0.4537 | -0.3252 | 0.1849  | 0.2531  |
| $X_3$                                                                                                                         |       |         |        | 0.9962 | 0.9864 | -0.9135 | -0.5289 | 0.3349  | 0.7954  | 0.7604  |
| $X_4$                                                                                                                         |       |         |        |        | 0.9688 | -0.902  | -0.485  | 0.4113  | 0.7597  | 0.7136  |
| $X_5$                                                                                                                         |       |         |        |        |        | -0.9182 | -0.5889 | 0.1916  | 0.8396  | 0.8302  |
| $X_6$                                                                                                                         |       |         |        |        |        |         | 0.4594  | -0.2554 | -0.7484 | -0.7761 |
| $X_7$                                                                                                                         |       |         |        |        |        |         |         | 0.3221  | -0.7525 | -0.6299 |
| $X_8$                                                                                                                         |       |         |        |        |        |         |         |         | 0.0279  | -0.2267 |
| $X_9$                                                                                                                         |       |         |        |        |        |         |         |         |         | 0.7235  |
| $Y$                                                                                                                           |       |         |        |        |        |         |         |         |         | 0.0000* |

注:  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_9$ 、 $Y$  分别代表月降水量 (mm)、月平均风速 (m/s)、月平均气温 (℃)、月均最低气温 (℃)、月均最高气温 (℃)、月平均气压 (hpa)、月平均相对湿度 (%)、月最小相对湿度 (%)、月日照时数 (h)、瓜实蝇诱集数量。\* 代表在 0.05 水平上显著相关。 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_9$  and  $Y$  stand for monthly rain fall amounts, mean monthly wind velocity, mean monthly temperature, mean monthly minimum temperature, mean monthly maximum temperature, monthly atmospheric pressure, monthly relative humidity, monthly minimum relative humidity, monthly sunlight hours and number of *B. cucurbitae*, respectively. \* indicate significant correlation at level of 0.05.

以瓜实蝇诱集数量为因变量, 以气象因子  $X_i$  为自变量进行逐步回归分析, 得到方程为:  $Y = 64.3659 + 0.1412X_1 + 19.9420X_5 - 10.1744X_8$  ( $R = 0.9398$ ,  $F = 20.16$ ,  $P = 0.0004$ ), 这表明月降水量 ( $X_1$ )、月均最高气温 ( $X_5$ )、月均最小湿度 ( $X_8$ ) 综合影响了瓜实蝇雄虫的数量动态, 且通过分析可以得出月均最高气温 ( $X_5$ ) 直接作用最大, 可以直接作为影响瓜实蝇雄虫数量动态的重要参数。

将影响瓜实蝇数量动态的关键气象因子参数依次代入上述方程得到不同月瓜实蝇雄虫发生的理论数量 (图 3), 经  $\chi^2$  检验发现瓜实蝇发生的理论数量与实际数量间无显著差异 ( $\chi^2 = 17.1296$ ,  $P = 0.1041$ ), 这也表明上述拟合的回归方程能准确反应瓜实蝇雄虫数量动态与气象因子的关系。

3 结论与讨论

本研究选用了瓜实蝇雄虫诱剂诱蝇酮作为数量动态监测的材料, 所引诱的瓜实蝇基本为雄虫, 但瓜实蝇在自然界中的雌雄性比接近 1:1 (梁广勤等, 2008; Huang and Chi, 2012; 李亚辉和吴伟坚, 2015), 因此其雄虫的数量也可反应出瓜实蝇成虫在自然界的数量动态。类似的研究也表现在利用

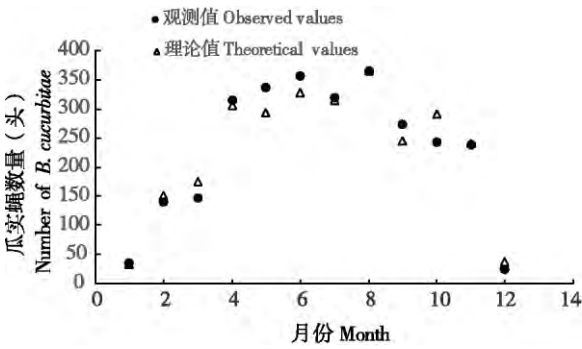


图 3 不同月份瓜实蝇雄虫发生的理论数量  
Fig. 3 Theoretical quantity of male *Bactrocera cucurbitae* in different month

桔小实蝇雄虫诱剂甲基丁香酚监测其数量动态 (陈鹏等, 2006; 郑思宁, 2013)。通过监测发现瓜实蝇在儋州地区的发生低谷 12 月和 1 月, 而这时的月平均气温为 17.2℃ - 17.8℃, 月最低气温 14.5℃ - 15.1℃, 月均最高气温 20.2℃ - 23.1℃, 月平均相对湿度 80% - 87%。研究发现瓜实蝇嗜好生长发育以及活动的温度为 25℃ - 32℃, 相对湿度为 60% - 70% (Dhillon et al., 2005; 韦淑丹等, 2011), 这说明 12 月和 1 月不适宜的温度和湿度影响了瓜实蝇数量的发生。而从 2 月份起瓜实蝇数量逐渐上升, 尽管期间也有不适宜瓜实蝇生

长发育和活动的温度,但月均最高气温均 $\geq 26^{\circ}\text{C}$ ,这也间接说明月均最高气温在所有的气象因子中所起的直接作用最大,是影响瓜实蝇数量动态最重要的参数。此外,与瓜实蝇数量显著相关的气象因子还有月日照时数和月平均气压,但具体如何影响还需进一步验证。

本研究共设立了6种生境,其中混合菜地、园林区以及混合果园的生境较为复杂,植被种类繁多;住宅区、农贸市场以及苦瓜地生境较为简单,种植的植物也较为单一。通过瓜实蝇雄虫数量动态监测发现混合菜地、园林区以及混合果园诱集的雄虫数量显著高于住宅区、农贸市场、苦瓜地诱集的数量,这说明瓜实蝇更偏好在复杂的生境中活动,这同时也说明瓜实蝇的防治应不仅仅局限于寄主园区。

综上,生境和气象因子显著影响了瓜实蝇雄虫的数量动态,生境复杂的混合菜地、园林区以及混合果园诱集的瓜实蝇雄虫数量多于生境简单的住宅区、农贸市场、苦瓜地诱集的雄虫数;月降水量、月均最高气温、月均最小湿度综合影响了瓜实蝇的数量动态,其中月均最高气温是影响瓜实蝇数量变动的最重要的因素。基于本研究结果,瓜实蝇的防控应不仅仅局限在其寄主园区生境,应根据其监测的数据对多生境的瓜实蝇进行治理。

## 参考文献 (References)

- Atiama - Nurbel T, Deguine JP, Quilici S. Maize more attractive than Napier grass as non - host plants for *Bactrocera cucurbitae* and *Dacus demmerezi* [J]. *Arthropod - Plant Interactions*, 2012, 6 (3): 395 - 403.
- Chen HD, Zhou CQ, Yang PJ, et al. On the seasonal population dynamics of melon - and oriental - fruit flies and pumpkin fly in Guangzhou area [J]. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1995, 22 (4): 348 - 354. [陈海东, 周昌清, 杨平均, 等. 瓜实蝇、桔小实蝇、南瓜实蝇在广州地区的种群动态 [J]. 植物保护学报, 1995, 22 (4): 348 - 354]
- Chen P, Ye H, Liu JH. Population dynamic of *Bactrocera dorsalis* along with analysis on the factors influencing the population in Ruili, Yunnan Provinve [J]. *Acta Ecological Sinica*, 2006, 26 (9): 2801 - 2809. [陈鹏, 叶辉, 刘建宏. 云南瑞丽桔小实蝇成虫种群数量变动及其影响因子分析 [J]. 生态学报, 2006, 26 (9): 2801 - 2809]
- Dhillon MK, Singh R, Naresh JS, et al. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: A review of its biology and management [J]. *Journal of Insect Science*, 2005, 5 (40): 1 - 16.
- Huang YB, Chi H. Age - stage, two - sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age - specific life tables to insect populations [J]. *Insect Science*, 2012, 19 (2): 263 - 273.
- Jiang XL, Ren LQ, Xiao S, et al. Study on the biology of *Bactrocera cucurbitae* [J]. *Plant Quarantine*, 2003, 17 (2): 74 - 76. [蒋小龙, 任丽卿, 肖枢, 等. 瓜实蝇在云南生物学习性研究初报 [J]. 植物检疫, 2003, 17 (2): 74 - 76]
- Li YH, Wu WJ. Spatio - temporal dynamics of adult *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in bitter gourd field [J]. *Journal of Biosafety*, 2015, 24 (1): 20 - 25. [李亚辉, 吴伟坚. 瓜实蝇成虫在苦瓜田间的时空动态 [J]. 生物安全学报, 2015, 24 (1): 20 - 25]
- Liang GQ, Liang F, Zhao JP, et al. Overview of the study on fruit flies quarantine in China [J]. *Journal of Enviromental Entomology*, 2008, 30 (4): 361 - 369. [梁广勤, 梁帆, 赵菊鹏, 等. 中国实蝇检疫研究概况 [J]. 环境昆虫学报, 2008, 30 (4): 361 - 369]
- Ma K, Zhang RP, Chen YH, et al. Reviews in biology characteristic and integrated control of melon fly [J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2010, 37 (8): 131 - 135. [马镭, 张瑞萍, 陈耀华, 等. 瓜实蝇的生物学特性及综合防治研究概况 [J]. 广东农业科学, 2010, 37 (8): 131 - 135]
- Ou JF, Huang H, Wu H, et al. Progress of *Bactrocera* (Zeugodcus) *Cucurbitae* (Coquillett) in China [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2008, 9: 33 - 37. [欧剑峰, 黄鸿, 吴华, 等. 瓜实蝇国内研究概况 [J]. 长江蔬菜, 2008, 9: 33 - 37]
- Wei SD. The Occurrence and Damage of Fruit Flies on Cucurbits and the Biological and Ecological Characteristics of *Bactrocera cucurbitae*, in Nanning, Guangxi [D]. Guangxi University, 2011. [韦淑丹. 广西南宁市瓜类实蝇的发生为害及瓜实蝇生物学和生态学特性 [D]. 广西大学, 2011]
- Mcquate GT. Assessment of attractiveness of cassava as a roosting plant for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, and the oriental fruit fly, *B. dorsalis* [J]. *Journal of Insect Science*, 2011, 11 (30): 1 - 10.
- Mcquate GT, Vargas RI. Assessment of attractiveness of plants as roosting sites for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, and oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* [J]. *Journal of Insect Science*, 2007, 7 (57): 1 - 13.
- Wei SD, Huang SS, Wang YQ, et al. Effect of temperature on the development and reproduction of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) population [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2011, 42 (7): 744 - 747. [韦淑丹, 黄树生, 王玉群, 等. 温度对瓜实蝇实验种群生长发育及生殖的影响研究 [J]. 南方农业学报, 2011, 42 (7): 744 - 747]
- Zheng SN. Population dynamics and density of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in different habitats [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33 (24): 7699 - 7706. [郑思宁. 不同生境中橘小实蝇种群动态及密度的差异 [J]. 生态学报, 2013, 33 (24): 7699 - 7706]
- Zhou CQ, Chen HD, Lin PQ. Comparison of the impact of temperature, humidity and photoperiod on the population reproductivity of three fruit flies [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1995, 34 (1): 68 - 75. [周昌清, 陈海东, 林佩卿. 光温湿因子对三种果实蝇种群生殖力影响的比较研究 [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 1995, 34 (1): 68 - 75]