

· 植物保护 ·

DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20240084



主持人: 缪卫国, 吴少英

Open Access

# 桔小实蝇种群动态及其与气象因子的相关性分析

莫武<sup>1#</sup>, 龚治<sup>2\*</sup>, 易克贤<sup>2</sup>

(1. 海南大学热带农林学院, 海南海口 570100 中国; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南海口 571101 中国)

**摘要:** 为了探明海南地区桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis*)种群动态规律, 在海南主要农业生产区域, 对桔小实蝇种群进行调查, 并探讨其与气象因子间的相关性。结果表明, 桔小实蝇在海南可全年发生, 5—8月为桔小实蝇发生高峰期, 而11—12月为其发生低谷期。部分地区的桔小实蝇种群监测数据与平均温度、最高温度和最低温度存在正相关性, 而与降水量、相对湿度和雨日数间相关性不明显。这为海南桔小实蝇的防治策略制定提供了较好的数据基础。

**关键词:** 害虫监测与预报; 桔小实蝇; 种群动态; 海南; 气象因子

**中图分类号:** S433 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-7054(2025)05-0701-06

莫武, 龚治, 易克贤. 桔小实蝇种群动态及其与气象因子的相关性分析 [J]. 热带生物学报, 2025, 16(5): 701-706. doi: 10.15886/j.cnki.rdswwb.20240084

害虫监测与预报一直是农业生产领域内安全风险防控的前哨, 是农业丰产的基础<sup>[1]</sup>。增强对害虫的监测预警能力, 提高其准确性和时效性, 是提高对其防控能力的迫切需求<sup>[2]</sup>。海南作为中国最南端的省份, 具备了发展特色热带水果的独特资源优势。然而, 研究表明, 广布于全岛的桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis*)、瓜实蝇(*Zeugodacus cucurbitae*)和南亚果实蝇(*Zeugodacus tau*)是海南危害最大的果蔬实蝇类害虫, 其寄主植物范围主要包括35种果蔬经济作物。桔小实蝇原产于东南亚<sup>[3]</sup>, 隶属于双翅目(Diptera)实蝇科(Tephritidae)果实蝇属(*Bactrocera* Macquart)的一种检疫性害虫, 也是海南热带果园的优势种, 对省内种植面积较广的芒果(*Mangifera indica*)、莲雾(*Syzygium samarangense*)、番石榴(*Psidium guajava*)和杨桃(*Averrhoa carambola*)等热带水果的危害极其严重。长期以来, 桔小实蝇在海南分布广泛, 种群数量大且世代重叠发生, 成为制约海南热带水果种植业发展的重要原因之一<sup>[4]</sup>。因此, 对海南主要果

蔬生产区域的桔小实蝇进行监测, 是对其防治的重要前提。

目前, 海南桔小实蝇的田间监测主要集中在保亭、儋州、琼海、三亚、文昌等地的果园, 其中, 以红毛丹(*Nephelium lappaceum*)<sup>[5]</sup>、芒果<sup>[6]</sup>、杨桃<sup>[7]</sup>、莲雾<sup>[8]</sup>、青枣(*Zizyphus mauritiana*)<sup>[9]</sup>及番石榴<sup>[10]</sup>等果园为主。监测结果显示, 桔小实蝇在果园的种群规模大于其他生境, 且主要在7—8月间出现种群数量的急剧增长, 并达到峰值; 有的果园还在之前的5—6月间, 还会出现一个小高峰<sup>[8]</sup>; 桔小实蝇发生高峰期基本上与其寄主植物的结果物候期保持一致。以上这些研究主要以某一作物或某一小面积的区域范围为对象进行实蝇监测, 而且以果园的实蝇监测居多, 对重要大田洋(大田洋即133.33 hm<sup>2</sup>以上连片田块)的实蝇监测则几乎没有。而这些大田洋主要分布在海南岛四周平地, 是海南省农业生产的主要集中地, 也是耕地组成的重要部分。另外, 近年来随着农业耕种制度的改变以及轮作和套作制度的大面积推广, 田间桔

收稿日期: 2024-05-20

修回日期: 2024-05-28

基金项目: 海南省重点研发项目(ZDYF2024XDNY269)

\*第一作者: 莫武(1995—), 男, 海南大学热带农林学院2020级硕士研究生。E-mail: 1028730171@qq.com

\*通信作者: 龚治(1977—), 男, 副研究员。研究方向: 外来入侵害虫防控。E-mail: zhigong11@163.com

小实蝇寄主植物呈现多样化,其寄主植物结果期等物候时间交替交错,致使田间桔小实蝇的种群动态规律可能发生变化。因此,本研究团队通过比较海南不同区域和大田洋的桔小实蝇种群动态,为防治桔小实蝇提供更加精准的预判数据作支撑。

## 1 材料与方 法

**1.1 实验材料** 桔小实蝇诱捕器和引诱剂均来自广州瑞丰生物科技有限公司生产的便携式实蝇诱

捕器(直径 5 cm,高度 6 cm,需与引诱剂、矿泉水瓶配合使用)和桔小实蝇引诱剂(包含甲基丁香酚等引诱成分)。

**1.2 监测样地的选取** 分别于 2020-04-28—2020-04-30 在海南的 11 个区域(表 1)的瓜菜地或果园进行桔小实蝇的监测。监测样地基本选取在瓜果蔬菜种植区域。每个监测样地各放置 4 个桔小实蝇诱捕器。各诱捕器之间的距离不少于 500 m。

表 1 监测点情况

Tab. 1 Monitoring location

监测地点 Monitoring location	监测面积/km <sup>2</sup> Monitoring area/km <sup>2</sup>	纬度/°N, 经度/°E, latitude/°N, Longitude/°E	主要寄主植物 Main host plants
1.儋州市长坡洋瓜菜生产基地 1. ChangpoYang Guacai Production Base in Danzhou City	7.794	19.708 5 109.415 2	瓜类、茄果类、椒类、豆类等 Melons, eggplants, peppers, beans, etc
2.东方市板桥镇 2. Banqiao Town, Dongfang City	7.961	18.833 1 108.677 7	西瓜、哈密瓜等瓜类、茄果类、豆类等 Watermelon, cantaloupe, solanaceae vegetables, beans, etc
3.海口市桂林洋开发区 3. Guilinyang Development Zone, Haikou City	9.622	19.996 0 110.492 6	瓜类、茄果类、椒类、豆类等 Melons, sikabaceae plants, peppers, beans, etc
4.乐东市黄流镇抱孔洋 4. Baokongyang, Huangliu Town, Ledong City	4.445	18.509 3 108.863 4	瓜果类、豆类 Melons, Fruits and legumes
5.陵水县妙景村 5. Miaojing Village, Lingshui County	8.444	18.559 4 110.085 6	西瓜、哈密瓜等瓜类、茄果类、椒类、豆类 Watermelon, cantaloupe and other melons, solanaceae plants, peppers, and beans
6.琼海市大路洋 6. Daluyang, Qionghai City	5.126	19.390 5 110.456 3	瓜类、茄果类、椒类、豆类、番石榴等水果 Melons, eggplants, peppers, legumes, guava and other fruits
7.三亚市凤凰国际机场 7. Sanya phoenix international Airport	4.691	18.327 9 109.413 2	芒果等水果、茄果类、椒类、豆类等 Mango and other fruits, solanaceae gplants, peppers, beans, etc
8.万宁市大奶洋 8. Danaiyang in Wanning City	8.278	18.772 4 110.428 6	瓜类、茄果类、椒类、豆类等 Melons, solanaceae plants, peppers, beans, etc
9.文昌市冠南村 9. Guannan Village, Wenchang City	4.837	19.469 7 110.777 2	瓜类、茄果类、椒类、豆类等 Melons, eggplants, peppers, beans, etc
10.昌江县七叉镇 10. Qicha Town, Changjiang County	6.401	19.077 3 109.047 7	芒果等水果、茄果类、椒类、豆类等 Mango and other fruits, solanaceae plants, peppers, beans, etc
11.五指山市毛阳镇 11. Maoyang Town, Wuzhishan City	3.117	18.919 6 109.454 4	瓜类、茄果类、椒类、豆类等 Melons, solanaceae plants, peppers, beans, etc

**1.3 实验方法** 监测时,将对应的实蝇引诱剂各自缓缓滴到诱芯面上,单次使用 2 mL,矿泉水诱瓶注入少量的 5%(v/v)高效氯氰菊酯,诱捕器和矿泉

水瓶拧紧衔接,用挂扣或者铁丝穿过诱捕器顶部的悬挂孔,挂置于桔小实蝇寄主植物上或邻近的非寄主植物上,诱捕器高度一般距离地面 1.5 m 左

右,应避免被树叶遮蔽,但要有较好透光性且避免阳光直射。每半月定期收集诱捕器内的实蝇并同时更换诱瓶,每个月添加 1 次引诱剂,以确保达到诱捕效果。采集完成后做好后续监测记录工作。

**1.4 气象数据和统计分析** 海南各地区气温和降水情况从海南省气象局查询得知,采用 GraphPad Prism9.0.2 和 SPSS 27.0 进行数据分析和绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 桔小实蝇田间种群发生动态变化** 根据 2020 年 5 月至 2021 年 12 月间的桔小实蝇种群监

测结果(图 1),由图 1 可知,海南 11 个监测地点均可诱捕到桔小实蝇。其中,三亚监测点平均单个诱捕器诱捕到的桔小实蝇总头数为 23 194.50 头,是所有监测点中最高的,其他监测点平均单个诱捕器诱捕到的桔小实蝇总头数为琼海(13 600.75 头)、昌江(10 069.67 头)、五指山(7 347.71 头)、文昌(5 420.75 头)、乐东(4 755.25 头)、海口(4 648.00 头)、东方(4 384.50 头)、万宁(3 557.00 头)、儋州(3 506.75 头)、陵水(2 540.50 头),陵水监测点是所有监测点中最低的。监测结果表明海南不同区域的桔小实蝇种群数量是不相同的。

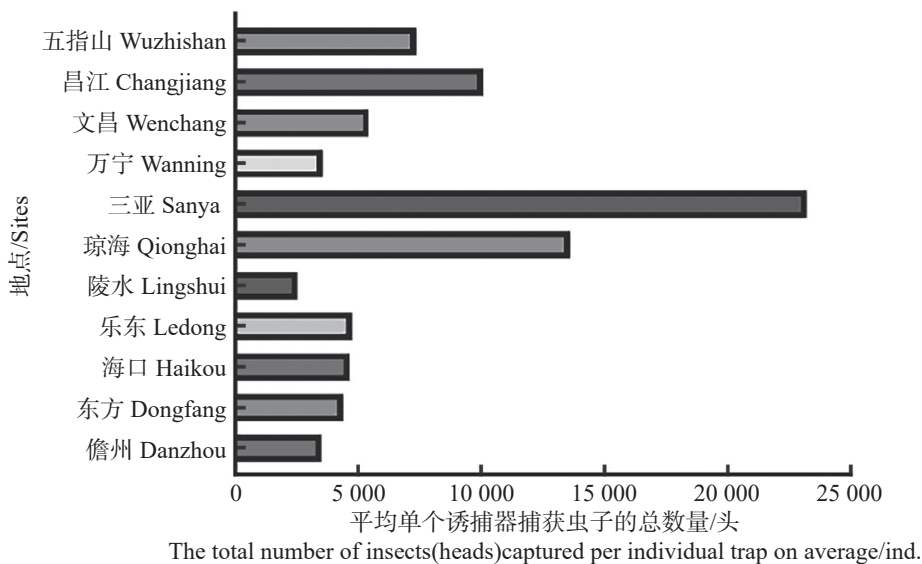


图 1 在全监测时间内不同监测点平均单个诱捕器诱获桔小实蝇的总数量

Fig. 1 The total number of *B. dorsalis* captured by a single trap on average at different monitoring sites during the entire monitoring period

每个诱捕器每天捕获的实蝇数(Flies per trap per day, FTD)是一个种群指数,表示在诱捕器暴露在野外的特定期限内,每个诱捕器每天捕获的目标物种的平均数量<sup>[11]</sup>。由每个监测点的桔小实蝇种群变化情况(图 2)可知,各个监测点的桔小实蝇种群数量在 2020 年和 2021 年的变化趋势基本保持一致。桔小实蝇冬季诱捕数量总体水平较低,夏季诱捕量呈现出全年间最大的增值高峰,全年种群消长规律呈现双峰型。其中,海口、儋州、琼海、文昌等 4 个监测点的桔小实蝇种群数量峰值出现在 8 月份;万宁和昌江 2 个监测点的桔小实蝇种群数量峰值则是在 7 月份;五指山和三亚 2 个监测点的桔小实蝇种群数量峰值则是 6 月份;东方、乐东、陵水 3 个监测点的桔小实蝇种群数量

峰值则出现在 5 月份。

**2.2 桔小实蝇田间种群动态与气象因子间的相关性** 通过分析 11 个监测点的桔小实蝇种群监测数据与气象因子间的相关性(表 2)可知,桔小实蝇种群数量与平均温度、最高温度、最低温度等气象因子间存在正相关性,尤其是东方、海口、乐东、万宁、文昌、五指山等地的相关性较高,三亚的相关性最低。桔小实蝇监测数据与降水量、雨日数的相关性不明显,部分区域与日照时数的相关性较好,如东方、海口、乐东、万宁、文昌等地,部分区域与平均湿度的相关性较好,如东方的相关系数  $r=-0.671$ ,  $P=0.002<0.01$ 。整体来看,东方、海口、乐东、万宁、文昌、五指山等地的桔小实蝇监测数据与平均温度、最高温度、最

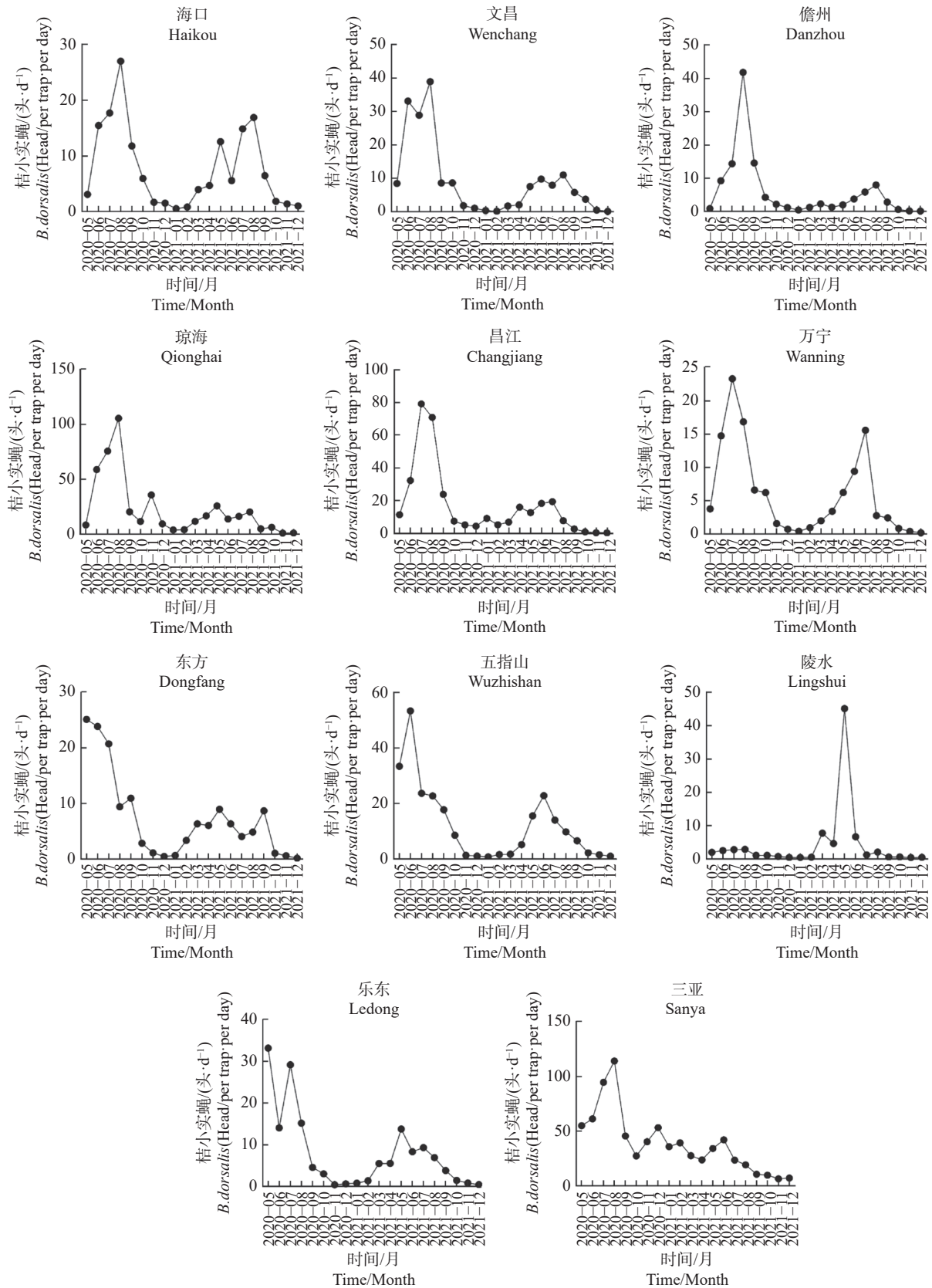


图 2 桔小实蝇在海南 11 个监测地点的种群发生动态

Fig. 2 Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* at 11 monitoring sites in Hainan

低温度和日照时数等气象因子间存在一定的相关性。另外,儋州、陵水、琼海、三亚、昌江等地区

的桔小实蝇监测数据与气象因子的相关性均不太高。

表 2 桔小实蝇不同地点的种群监测数据与气象因子间的相关性

Tab. 2 Correlation between population monitoring data and meteorological factors of the *B. dorsalis* at different locations

监测地点 Monitoring site	桔小实蝇种群数量与气象因子的相关系统R						
	Correlation coefficient r between <i>B. dorsalis</i> population and meteorological factors						
	平均温度/°C	最高温度/°C	最低温度/°C	降水量/mm	平均湿度/%	雨日数/d	日照时数/h
	Average Temperature/°C	Maximum Temperature/°C	Minimum Temperature/°C	Precipitation/mm	Average Humidity/%	Days with Rain/d	Sunshine Hours/h
儋州 Danzhou	0.334	0.335	0.349	0.274	0.118	0.452	0.088
东方 Dongfang	0.616**	0.610**	0.603**	-0.272	-0.671**	-0.279	0.677**
海口 Haikou	0.652**	0.663**	0.635**	0.169	-0.191	0.352	0.539*
乐东 Ledong	0.639**	0.720**	0.519*	0.144	-0.058	0.126	0.469*
陵水 Lingshui	0.256	0.244	0.222	-0.184	0.111	-0.029	0.425
琼海 Qionghai	0.420	0.419	0.416	-0.014	-0.132	0.083	0.312
三亚 Sanya	0.223	0.234	0.203	0.113	0.091	0.100	-0.140
万宁 Wanning	0.612**	0.615**	0.589**	-0.105	0.016	-0.011	0.538*
文昌 Wenchang	0.566*	0.568*	0.551*	-0.022	-0.346	-0.027	0.519*
昌江 Changjiang	0.438	0.468*	0.411	0.029	-0.082	0.301	0.266
五指山 Wuzhishan	0.665**	0.683**	0.580**	0.063	0.061	0.247	0.327

注: \*\*表示在0.01级别(双尾)相关性显著。\*表示在0.05级别(双尾)相关性显著。

Note: \*\* indicates significant correlation at the 0.01 level (two-tailed); \* indicates significant correlation at the 0.05 level (two-tailed).

### 3 讨论

桔小实蝇是影响海南果蔬生产的重要外来入侵害虫之一。在海南岛进行大范围的监测,掌握桔小实蝇种群动态变化规律,有利于对其进行高效防治策略的制定和扩散机制的探讨。本研究选取了海南 11 个重要的大田洋进行桔小实蝇种群监测,发现桔小实蝇在 5—8 月间出现种群高峰期,在 11—12 月间则出现低谷期。桔小实蝇的种群数量波动与其环境温度和日照时数等气象因子间存在一定的关联性。这些可为今后海南农业生产中桔小实蝇防控提供了虫情判断依据,并为其防治策略的制定提供数据基础。

桔小实蝇在中国南方全年发生,具有明显的世代重叠现象,每年可发生 2~8 代<sup>[12]</sup>。文献<sup>[13]</sup>显示,海南儋州桔小实蝇高峰期发生于 6 月,但其冬季种群数量较低。海南芒果园桔小实蝇雄虫种群数量在 2 月(短时高峰)和 8 月(高峰)出现高峰,12 月至 1 月为低谷<sup>[6]</sup>。海南琼海市番石榴园桔小实蝇种群在 6 月下旬至 7 月上旬或 8 月上旬为发生高峰期<sup>[10]</sup>。海南三亚地区的实蝇种群高峰期均在 7 月中旬<sup>[14]</sup>。桔小实蝇在海南杨桃园的发生高峰期在 7 月中下旬,其种群密度与杨桃被害率呈显著正相关性<sup>[7]</sup>。本研究的监测结果显示,海

南桔小实蝇的种群发生高峰期为 5—8 月,且在冬季海南桔小实蝇种群数量显著低于夏季,呈现低谷期,这与已有的研究结果一致。这表明,除了果园之外,在海南重要的大田洋区域,桔小实蝇种群仍然呈现出类似的种群波动变化规律。因此,本研究团队推测 5—8 月为桔小实蝇种群发生的高峰期,这在海南具有普遍性。

气候因素主要包括温度、湿度、光照、气流、气压等,这些因素单独或综合作用来影响种群数量<sup>[15]</sup>。文献<sup>[16]</sup>报道,温度和湿度是影响桔小实蝇分布的重要气候因子。其中,温度对海南儋州桔小实蝇种群数量的影响较大;温度升高,种群数量呈指数增长<sup>[13]</sup>。然而,本研究的结果显示儋州、陵水、琼海、三亚、昌江等地区的桔小实蝇监测数据与气象因子的相关性均不太高。这可能与本研究团队在儋州等地选取的监测点为田洋有关,田洋不仅面积大,而且寄主植物多样。文献<sup>[17]</sup>显示,寄主植物是影响桔小实蝇种群变动和大发生的重要因素之一。使用植物物候模型较天气模型更实用易用,能更准确地预测害虫种群<sup>[18]</sup>,这也是本研究中部分监测点的桔小实蝇种群与气象因子相关性不太高的主要原因。如何利用种群监测数据及其生物因子和非生物因子来准确预测预报桔小实蝇种群变化将在后续的研究中进一步深入

研究。

### 参考文献:

- [1] 曾娟, 王建强, 王福祥, 等. 论《农作物病虫害监测与预报管理办法》的理论框架与实践意义[J]. *中国植保导刊*, 2022, 42(1): 5-9.
- [2] 刘万才, 刘宇, 龚一飞. 论重大有害生物数字化监测预警建设的长期任务[J]. *中国植保导刊*, 2011, 31(1): 25-29.
- [3] WU Z Z, LI H M, BIN S Y, et al. Sequence analysis of mitochondrial *ND1* gene can reveal the genetic structure and origin of *Bactrocera dorsalis* s. s.[J]. *BMC Evolutionary Biology*, 2014, 14(1): 55.
- [4] 林明光, 汪兴鉴, 曾玲, 等. 海南果蔬实蝇种类、地理分布及危害调查[J]. *植物检疫*, 2013, 27(5): 85-89.
- [5] 吴能义, 谭文丽, 崔志富, 等. 海南保亭红毛丹园桔小实蝇种群动态研究初报[J]. *中国热带农业*, 2020(4): 46-48.
- [6] 邢楚明, 韩冬银, 张方平, 等. 气象因子对芒果园桔小实蝇种群动态的影响[J]. *热带农业科学*, 2017, 37(4): 48-51.
- [7] 林明光, 张艳, 汪兴鉴, 等. 甲基丁香酚和蛋白饵剂对海南杨桃园橘小实蝇诱控效果研究[J]. *北方园艺*, 2013(16): 131-134.
- [8] 张艳, 林明光, 汪涛, 等. 海南莲雾园橘小实蝇种群动态与综合防治研究[J]. *农业研究与应用*, 2015(1): 1-5.
- [9] 陈川峰, 李祖莅, 王硕, 等. 三亚市橘小实蝇种群动态监测初探 [C]//中国植物保护学会. 病虫害绿色防控与农产品质量安全: 中国植物保护学会 2015 年学术年会论文集. 海南: 海南省三亚市农业技术推广服务中心植保植检站, 2015: 158-160.
- [10] 林明光, 张艳, 曾玲, 等. 海南番石榴园桔小实蝇种群动态与综合防治研究[J]. *中国南方果树*, 2014, 43(6): 60-63.
- [11] ENKERLIN W R, REYES-FLORES J. Trapping Guidelines For Area-Wide Fruit Fly Programmes[M]. Vienna: FAO/IAEA, 2018: 100.
- [12] 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.
- [13] 刘奎, 唐良德, 邱海燕, 等. 海南儋州地区橘小实蝇成虫数量动态[J]. *生物安全学报*, 2016, 25(1): 23-26.
- [14] 张永庆. 三亚市橘小实蝇种群动态观察研究[J]. *南方园艺*, 2015, 26(1): 22-23.
- [15] 宫庆涛, 李素红, 张坤鹏, 等. 橘小实蝇发生与环境关系研究进展[J]. *植物检疫*, 2022, 36(5): 17-26.
- [16] 侯柏华, 张润杰. 基于 CLIMEX 的桔小实蝇在中国适生区的预测[J]. *生态学报*, 2005, 25(7): 1569-1574.
- [17] 闫振华, 张金龙, 方薛交, 等. 云南蒙自桔小实蝇寄主种类和枇杷园内桔小实蝇成虫种群动态及其影响因子[J]. *生态学杂志*, 2016, 35(11): 3037-3044.
- [18] KAMALA JAYANTHI P D, VERGHESE A. Host-plant phenology and weather based forecasting models for population prediction of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel[J]. *Crop Protection*, 2011, 30(12): 1557-1562.

## Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* and the impact of meteorological factors

MO Wu<sup>1#</sup>, GONG Zhi<sup>2\*</sup>, YI Kexian<sup>2</sup>

(1. School of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570100, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China)

**Abstract:** To clarify the population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in Hainan region, surveys were conducted on the population of *B. dorsalis* in the main agricultural production areas of Hainan, and the correlation between the population and meteorological factors was explored. The results showed that *B. dorsalis* can occur throughout the year in Hainan, with the peak occurrence period from May to August, and the low occurrence period in winter from November to December. The monitoring data of *B. dorsalis* populations in some areas were positively correlated with average temperature, maximum temperature, and minimum temperature, but not significantly with precipitation, relative humidity, and rainy days was. This provides a good reference for formulating control strategies for *B. dorsalis* in Hainan.

**Keywords:** Pest Monitoring and Forecasting; *Bactrocera dorsalis*; populations dynamic; Hainan; meteorological factor

(责任编辑:叶 静)