



云南元江地区芒果园桔小实蝇发生特点与关键 气象因子分析

张柳¹, 余代宏², 李红卫¹, 石旺鹏⁴, 王雅娜¹,
于艳雪^{1*}, 谌爱东^{3*}

(1. 中国检验检疫科学研究院植物检验与检疫研究所, 北京 100176; 2. 云南元江县植保植检站, 云南玉溪 653300; 3. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 4. 中国农业大学植物保护学院, 北京 100193)

摘要: 桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* 是芒果生产中的一种毁灭性害虫。本研究对 2020-2022 年云南元江县桔小实蝇的周年发生动态进行了监测, 并分析了气象因子与该虫数量的相关性。结果表明, 元江芒果园中桔小实蝇周年发生, 总体呈现出种群数量冬季低、夏季高的规律。该地区桔小实蝇种群每年有 2 个快速增长期, 3 月种群数量快速增长, 4-5 月发生下降或增幅变缓, 6 月后种群数量再次快速增长, 至 7 月达到发生高峰, 后开始下降, 到 12 月和次年 1 月为发生低谷。相关性分析表明, 元江芒果园中桔小实蝇发生量与月均气温、月平均最高气温和平均最低气温呈正相关关系, 月降水量、月日照时数、月平均相对湿度和月最小相对湿度对桔小实蝇的发生影响小。经逐步回归分析发现, 月平均气温是影响桔小实蝇种群数量变化的最关键气象因子, 这为元江县或相同气候区蔬菜瓜果等重要经济作物的桔小实蝇防控提供了理论依据。

关键词: 桔小实蝇; 种群动态; 气象因子; 干热河谷气候

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in mango orchard in Yuanjiang county, Yunnan Province with an analysis of related climatic factors

ZHANG Liu¹, YU Dai-Hong², LI Hong-Wei¹, SHI Wang-Peng⁴, WANG Ya-Na¹, YU Yan-Xue^{1*}, SHEN Ai-Dong^{3*} (1. Institute of Plant Inspection and Quarantine, Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station of

基金项目: 中国检验检疫科学研究院基本科研业务费项目 (2024JK053); “果树果实蝇类害虫优势种生态控制技术研究及示范 (202102AE090006)”

作者简介: 张柳, 女, 1991 年生, 籍贯河北保定, 博士, 助理研究员, 主要从事昆虫化学生态研究, E-mail: zhangliucan@163.com

*共同通讯作者 Author for correspondence: 于艳雪, 女, 博士, 研究员, 主要从事植物检疫及昆虫化学生态研究, E-mail: yuyx@caiq.org.cn;

谌爱东, 男, 博士, 研究员, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: shenad68@163.com

收稿日期 Received: 2023-10-28; 修回日期 Revision received: 2024-05-10; 接受日期 Accepted: 2024-05-11

Yanjiang County, Yuxi 653300, Yunnan Province, China; 3. Institute of Agricultural Resources and Environment, Yunnan Academy of Agricultural Science, Kunming 650205, China; 4. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: The oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), is a destructive pest in mango cultivation. Here, we monitored the population dynamics of *B. dorsalis* with methyleugenol-baited traps over the past 3 years from 2020 to 2022 in Yuanjiang, Yunnan, China, and analyzed the correlation between the population change of *B. dorsalis* and the climatic factors. The results showed that *B. dorsalis* occurred all the year during the monitored periods. In the mango orchards, *B. dorsalis* showed low population in winter and high population in summer. There were 2 rapid population growth periods every year in Yuanjiang. The population of *B. dorsalis* increases significantly in March, then decreases or slows down in April-May. The population increases rapidly again in June and reached a peak in July. Then, the population dropped and reached the lowest level in December and January of the following year. There was a positive correlation between the *B. dorsalis* populations and mean monthly maximum temperature, mean monthly minimum temperature and monthly mean temperature, and a negative correlation between it and monthly mean air pressure. The stepwise regression analysis indicated that the monthly mean air pressure was the major factor affecting the *B. dorsalis* populations. Monthly mean air pressure and monthly mean temperature are the key factors that affect the population dynamics of *B. dorsalis*. This study provides a theoretical basis for the prevention and control of *B. dorsalis* in Yuanjiang County or areas with the same climate.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; population dynamics; climatic factors; Dry-Warm Valley climate

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 为双翅目实蝇科的害虫, 寄主涵盖芒果、柑橘、番石榴等 250 余种重要果蔬, 是亚太地区果树种植业中的一种毁灭性害虫 (Drew and Romig, 2013)。桔小实蝇成虫产卵于寄主果实内, 幼虫蛀食果肉, 造成果实腐烂或未成熟即脱落, 对农产品的产量和质量造成严重影响 (梁光红等, 2003)。在我国, 桔小实蝇每年可发生 5~10 代, 发生代数受发生地气候条件和食物等的影响 (蒲金基和韩冬银, 2014)。很多研究统计分析了桔小实蝇在不同地区和寄主上的发生动态和为害情况 (陆春显和赵岩, 2020; 张锡等, 2020; 郭俊等, 2022; 尹可锁等, 2023), 为桔小实蝇的预测预报和有效防控提供了重要的参考。云南省玉溪市元江县坝区属于典型的干热河谷气候, 是我国重要的热带水果产地, 同时也是桔小实蝇高危害地区, 对热带水果 (芒果等) 的危害率为 10%~20% 左右, 严重危害时可达 40%。气候是影响入侵害虫分布和发生的重要因素之一 (Mutamiswa *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2022)。受近年来气候变化的影响, 桔小实蝇的危害日趋严重, 威胁该地区芒果产业的健康和优质发展。研究显示, 广西和福建的年平均气温和季节平均气温均呈现不同程度的上升趋势, 期间桔小实蝇在福建的发生高峰和结束日期均显著提前, 在广西春季出现的时间也显著提前 (Cai *et al.*, 2023)。目前, 关于近几年元江县芒果园

桔小实蝇的发生情况及其与该地区气象因子的相关性关系还未见有报道。

本研究总结了近 3 年元江地区桔小实蝇种群的发生动态，同时分析了气温、降水量等气象因素对桔小实蝇发生动态的影响，为科学制定桔小实蝇高效防控策略，并促进热带瓜果产业的发展提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

桔小实蝇引诱剂（2 mL/瓶，神绿植保，宁波纽康生物技术有限公司），主要成分为甲基丁香酚 Methyl eugenol。诱捕器为黄色果蝇诱捕器（广州瑞丰生物科技有限公司）。

1.2 试验方法

在云南省玉溪市元江县选取多个芒果园进行桔小实蝇发生动态的监测试验，试验时间为 2020-2022 年全年（1-12 月），调查地点信息见表 1。每个试验区内设置 3 个诱捕器，各诱捕器悬挂于果树阴面通风处，距离地面高度为 1.5 m，诱捕器悬挂两两之间间隔大于 20 m。每隔 7 d 调查统计诱捕器中桔小实蝇的数量，并清理诱捕器中的虫子，每 15 d 更换 1 次引诱剂，连续监测。

表 1 2020-2022 年桔小实蝇年活动规律监测点

Table 1 Monitoring sites of *Bactrocera dorsalis* annual activity from 2020 to 2022

调查地点 Survey sites	2020 年 2020	2021 年 2021	2022 年 2022	芒果品种 Mango variety
	元江植保站	元江植保站	元江植保站	
1	Yuanjiang plant protection station (23°36'10"N 101°58'39E)	Yuanjiang plant protection station (23°36'10"N 101°58'39E)	Yuanjiang plant protection station (23°36'10"N 101°58'39E)	贵妃 Guifei mango
	澧江老虎箐	澧江老虎箐	澧江老虎箐	
2	Laohujing, Lijiang Subdistrict (23°33'58"N 101°59'55" E)	Laohujing, Lijiang Subdistrict (23°33'58"N 101°59'55" E)	Laohujing, Lijiang Subdistrict (23°33'58"N 101°59'55"E)	贵妃、台农 1 号 Guifei mango, Tainong No.1
	甘庄街道朋程	甘庄街道朋程	甘庄街道朋程	
3	Pengcheng, Ganzhuang Subdistrict (23°41'20"N 101°1'41"E)	Pengcheng, Ganzhuang Subdistrict (23°41'20"N 101°1'41"E)	Pengcheng, Ganzhuang Subdistrict (23°41'20"N 101°1'41"E)	台农 1 号 Tainong No.1
	甘庄街道红新	甘庄新学	甘庄新学	
4	Hongxin, Ganzhuang Subdistrict (23°41'31"N 101°59'21"E)	Xinxue, Ganzhuang Subdistrict (23°41'31"N 101°59'21E)	Xinxue, Ganzhuang Subdistrict (23°41'31"N 101°59'21E)	台农 1 号 Tainong No.1
	—	红河街道打炭	红河街道打炭	
5	—	Datan, Honghe Subdistrict (23°38'8"N 101°58'16E)	Datan, Honghe Subdistrict (23°38'8"N 101°58'16E)	台农 1 号、本地 3 年芒 Tainong No.1、Local mango

1.3 数据分析

2020-2022 年每月的气象资料由元江县气象局提供，主要包括月平均气温（℃）、月均最高气温（℃）、月均最低气温（℃）、月平均气压（24 h, hpa）、20-20 时月降水量（mm）、月平均相对湿度（%）、月最小相对湿度（%）、月日照时数（h）共 8 个气象因子。桔小实蝇种群数量为每月平均单个诱捕器的诱虫量。采用 Graphpad 软件对调查数据进行统计分析，结合元江县的气象资料，对桔小实蝇的发生量和各个气象因子进行相关性分析和逐步回归分析。

2 结果与分析

2.1 元江地区芒果园诱集实蝇种类

对元江县植保站、澧江老虎箐等 5 个监测点诱集到的实蝇进行鉴定和统计，2020 年、2021 年和 2022 年实蝇总诱捕量分别为 45 647 头、64 745 头和 48 121 头，桔小实蝇占比分别为 100.0%、98.8%和 99.6%，是该地区芒果园的优势种。除了桔小实蝇外，2021 年和 2022 年还在芒果园诱集到少量的番石榴果实蝇 *Bactrocera correcta* (Bezzi)。

表 2 元江芒果园全年诱集各实蝇种类占比

Table 2 The proportion of fruit flies in mango orchard, Yuanjiang

调查年份 Survey year	总诱蝇量 The total number of fruit flies caught	桔小实蝇占比 (%) The proportion of <i>Bactrocera dorsalis</i>	番石榴果实蝇占比 (%) The proportion of <i>Bactrocera correcta</i>
2020	45 647	100.0	0
2021	64 745	98.8	1.2
2022	48 121	99.6	0.4

2.2 元江县芒果园桔小实蝇种群动态

如图 1 所示，2020 年-2022 年桔小实蝇在芒果上的周年发生动态趋势整体一致，年度间没有显著差异。调查结果显示桔小实蝇在元江县周年发生，桔小实蝇冬季发生量低，春季发生量快速上升，其中 2020 年和 2022 年均显示在 3 月份达到 1 个高峰，4 月发生数量短暂小幅回落后又开始较快速的增长，而 2021 年桔小实蝇发生数量经历 3 月份的快速增长后 4-5 月增幅变缓。3 年调查均显示桔小实蝇在夏季发生量很大并于 7 月达到发生量最高峰，单个诱捕器月均诱虫量最高分别达到 2 165 头（2020 年）、2 526 头（2021 年）、1 810 头（2022 年）。8 月后桔小实蝇种群数量快速下降，并于 12 月和次年 1 月到达最低水平。

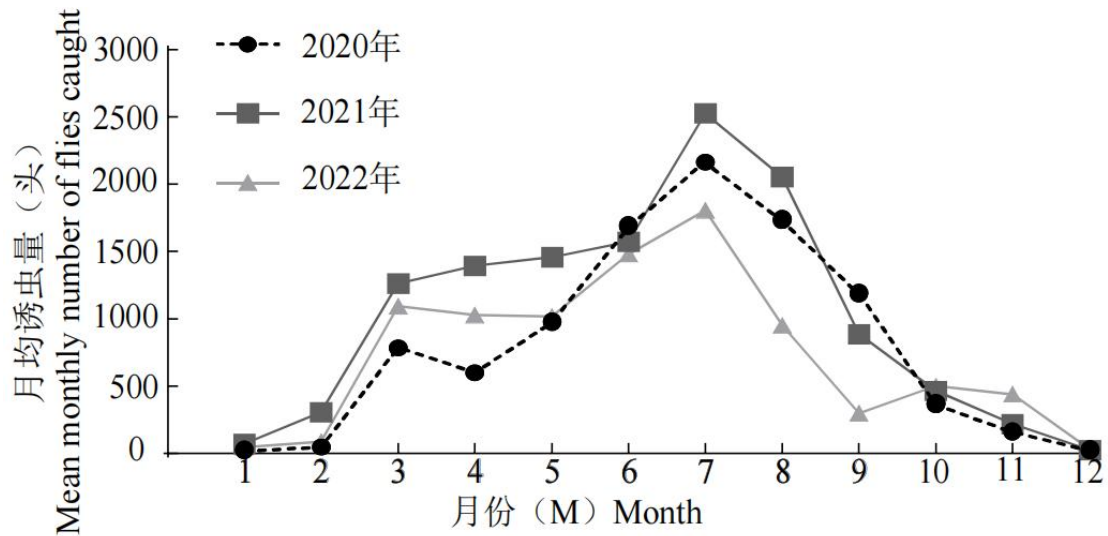


图1 2020-2022年云南元江县芒果园桔小实蝇全年发生动态

Fig. 1 Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in mango orchard, Yuanjiang County, Yunnan, from 2020 to 2022

2.3 元江县重要气象因子动态

对2020-2022年3年内8个重要气象因子的统计分析,结果显示元江1-12月的月平均温度为17.7~30.0°C,且年温差较小,月平均日最高温为23.3~36.0°C,月平均日最低气温为13.6~26.1°C(图2-A),该气温变化幅度处于桔小实蝇最适生长温度范围内。如图2-B所示,全年的月平均气压为945.4~958.4 Hpa,在5-8月处于气压低谷,1-2月和10-12月处于高位;全年月降水量在23.2~117.5 mm,每年的1-3月和10-12月降水量较低,且低于50 mm,7-9月降水量相对较高。1-12月的月平均相对湿度和月最小相对湿度分别为56%~71.7%、8.3%~30.3%,年度差距较小,每年3月的最低(图2-C)。月日照时数在170.3~244.8 h之间,秋冬相对较少(图2-D)。

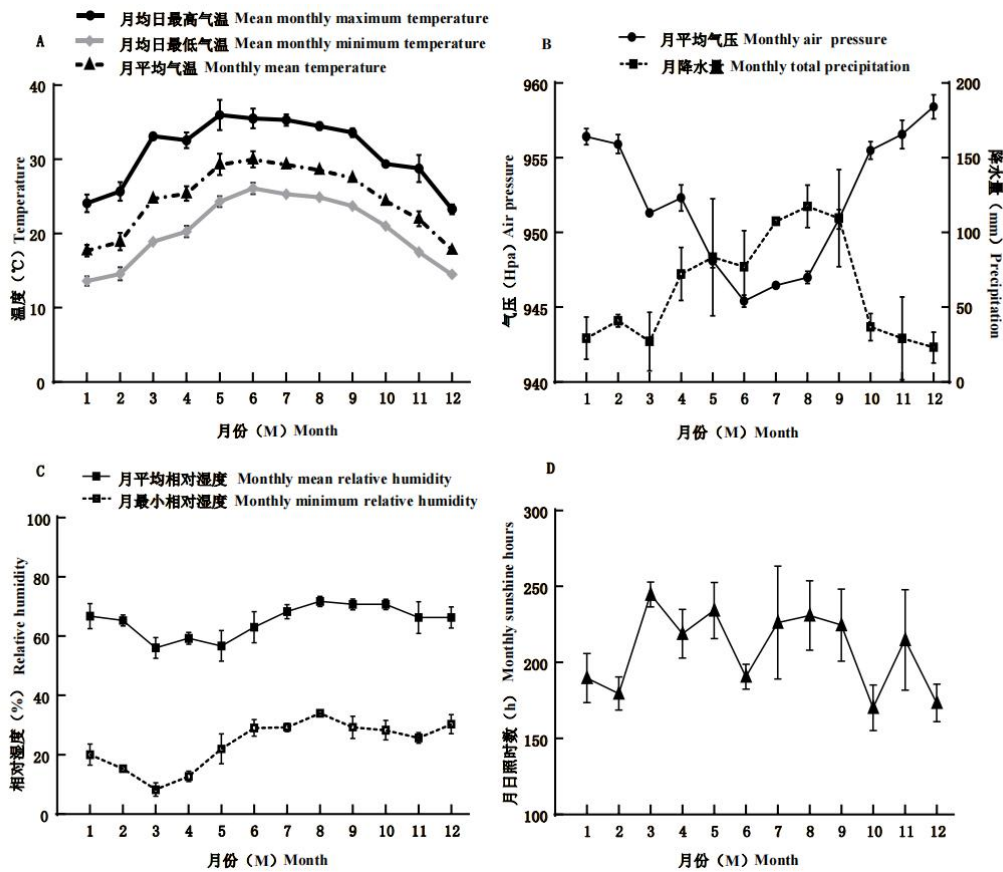


图2 2020-2022年元江县气象情况

Fig. 2 Meteorological situation of Yuanjiang County from 2020 to 2022

注：A，气温；B，月平均气压和月降水量；C，相对湿度；D，月日照时数。Note: A, Temperature; B, Monthly mean air pressure and monthly total precipitation; C, Relative humidity; D, Monthly sunshine hours.

2.4 气象因子与桔小实蝇种群数量的相关性分析

对桔小实蝇诱虫量 (Y) 与月均日最高气温 (°C, X1)、月均日最低气温 (°C, X2)、月平均气温 (°C, X3)、月降水量 (mm, X4)、月日照时数 (h, X5)、月平均相对湿度 (% , X6)、月最小相对湿度 (% , X7)，共 7 个气象因子进行相关性分析，结果显示，桔小实蝇诱虫量与月平均最高气温、平均最低气温和月平均气温均与桔小实蝇发生量呈现正相关关系 ($r_{X1-Y} = 0.804$; $r_{X2-Y} = 0.860$; $r_{X3-Y} = 0.833$)。气温与桔小实蝇发生量的相关性极高，说明气温是影响芒果园桔小实蝇种群数量的关键气象因子。月降水量和月日照时数与桔小实蝇的发生量相关性较小，月平均相对湿度和月最小相对湿度与桔小实蝇发生相关性未达到显著水平，说明这 4 种气象因子对种群动态的影响较小 (表 3)。

为了进一步明确各气象因子对桔小实蝇种群动态的影响，进行逐步回归分析，采用步进法，初始参数输入回归方程式的 F 的概率 ≤ 0.05 ，要剔除回归方程式的 F 的概率 ≥ 0.1 ，月平均最高气温 (X1)、月平均最低气温 (X2)、月降水量 (X4)、月日照时数 (X5) 被从回归方程中被剔除，最终获得桔小实蝇诱虫量和关键气象因子的回归方程式： $Y = 129.06 X3 - 2323.86$ ($R = 0.902$, $F(1, 34) = 76.918$, $P < 0.0001$)，调整后的 R^2 为 0.684。该

结果说明月平均气温（X3）是影响元江桔小实蝇种群动态最重要的参数。

表3 元江地区桔小实蝇种群数量与主要气象因子的相关性分析

Table 3 Correlation analysis between population of *Bactrocera dorsalis* and climatic factors in Yuanjian

参数 parameters	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y	P
X1		0.911	0.974	0.402	0.631	-0.333	-0.017	0.804	<0.001*
X2			0.979	0.574	0.343	-0.025	0.340	0.860	<0.001*
X3				0.494	0.483	-0.192	0.169	0.833	<0.001*
X4					0.082	0.483	0.442	0.517	0.001*
X5						-0.460	-0.334	0.336	0.045*
X6							0.687	-0.057	0.743
X7								0.183	0.286

注：X1，月均日最高气温（℃）；X2，月均日最低气温（℃）；X3，月平均气温（℃）；X4，月降水量（mm）；X5，月日照时数（h）；X6，月平均相对湿度（%）；X7，月最小相对湿度（%）；Y，桔小实蝇诱虫量；*代表在显著性水平上相关。Note: X1, Mean monthly maximum temperature (°C); X2, Mean monthly minimum temperature (°C); X3, Monthly mean temperature (°C); X4, Monthly total precipitation (mm); X5, Monthly sunshine hours (h); X6, Monthly mean relative humidity (%); X7, Monthly minimum relative humidity (%); Y, The number of *Bactrocera dorsalis* trapped; * The asterisk indicated correlation at the significance level.

3 结论与讨论

本研究使用甲基丁香酚作为引诱剂，调查元江县芒果园中主要发生的实蝇种类为桔小实蝇，占比达98%以上。云南省元江县地处元江干热河谷腹地，年均降水量少为796.33 mm，年均相对湿度低，全年高温，四季温暖终年无霜，年平均气温高达23.8℃左右，是云南省的芒果最适种植产区之一（孙立红，2008；吴沅芳和周昆华，2022），该地温度条件适宜桔小实蝇生长发育（袁盛勇等，2005），适宜的食物源和气候条件为桔小实蝇的持续和大量发生提供了有利条件。

2020-2022年的调查结果显示桔小实蝇在元江的芒果园中全年发生，总体呈现出冬季种群数量较低，夏季种群数量高的规律，发生盛期在6-8月，这与以往报道相符（王树明等，2016；闫振华等，2016；朱学松等，2022）。我们的研究显示，影响芒果园桔小实蝇种群动态的关键气象因素是气温。元江芒果园中桔小实蝇发生量与月平均最高气温、平均最低气温和月均气温均呈现正相关关系。逐步回归分析发现月均气温对元江芒果园中桔小实蝇的种群动态影响最大，单一因子得到的回归方程即可很好的模拟当地桔小实蝇的月发生动态。

2003-2004年，元江地区桔小实蝇发生高峰在8月（刘建宏和叶辉，2005），2005-2007年元江芒果园桔小实蝇虫口在6月上旬开始上升，6月下旬-7月中旬到达发生高峰（刘浩强等，2009），我们的调查结果显示2020-2022年的发生高峰在7月。2014-2015年元江

芒果园桔小实蝇春季种群数量稳定在较低水平，4-5月随气温升高和降雨量增多以及果树开始挂果，橘小实蝇的种群数量开始逐渐增加(王树明等,2016)。较2014-2015年,2020-2022年元江地区桔小实蝇的发生量有所下降，春季种群动态也有一定改变，3月发生量的显著上升，随后4月发生量降低或增幅骤减，因此猜测桔小实蝇的发生动态与当地的气象变化相关。春季温度升高令越冬实蝇发育提前，并加快其发育速度(林进添等,2014)，2020-2023年元江县3月的气温升高，因此桔小实蝇诱捕量显著升高。此外，温度通过影响寄主植物的发育成熟期，间接对实蝇的发生盛期和高峰期产生影响。1-3月为元江芒果的花期，4-7月为果期，温度直接影响了芒果花器官的发育，干热的气候有利于芒果授粉和坐果(何麒峰等,2018;孙立红,2008;吴沅芳和周昆华,2022)，芒果园中桔小实蝇发生盛期与当地的芒果成熟期基本一致。本研究中4月较3月平均气温基本持平，而降水量显著增加，通过影响芒果发育间接影响桔小实蝇的种群增长。天敌的发生较害虫具有一定的滞后性，4-5月份天敌种群数量的增加和统防措施的实施也限制了桔小实蝇数量的增长。桔小实蝇的发生高峰依据发生年份、发生地区、气候和寄主条件而有所差异。桔小实蝇在滇西地区西柚园内有1个发生高峰，发生高峰期为6-7月(郭俊等,2022)。海南儋州地区芒果园中桔小实蝇1年有2个明显种群高峰，分别出现于2月和8月。在混栽果园内，桔小实蝇随种植品种的成熟期差异，呈现多个种群数量高峰(朱学松等,2022)。

大多情况下是多种气象因子共同作用影响桔小实蝇种群数量的变化。河南内乡地区桔小实蝇的种群动态同样与平均气温、平均最高气温、平均最低气温呈正相关关系，此外该地种群数量还与5cm地温呈极度正相关关系(陆春显和赵岩,2020)，这4个气象因子综合作用对该地桔小实蝇发生的影响最大。通过逐步回归分析，邢楚明等(2017)发现海南儋州地区芒果园中桔小实蝇种群动态主要受月平均气温、月均最低气温和月降水量3个因素综合影响；闫振华等(2016)的研究表明蒙自枇杷园内桔小实蝇种群动态主要由月平均气温、月极端最低气温、月雨日数及平均日照时数交互作用决定；陈鹏等(2006)研究发现瑞丽桔小实蝇种群的月变动受到月平均气温、月平均最高气温、月平均最低气温、月极端最高气温、月极端最低气温和月雨日数6个因素综合影响；以上研究中均以月平均气温与月平均最低气温的直接作用较大。相较于以上气象因子，空气湿度对桔小实蝇种群变化的影响较小(陈鹏等,2006;闫振华等,2016;陆春显和赵岩,2020)，这一点在我们的研究中也得到了证实。刘建宏和叶辉(2005)研究发现1992、1998、2003和2004年元江月平均气温、月均降雨量和寄主植物是影响元江桔小实蝇种群动态变化的主要气象因素。我们的研究显示，月平均气温是影响元江地区桔小实蝇种群动态最关键的因素，月降雨量与桔小实蝇种群动态相关性较小。元江独特的地理位置造成的气候特异性，因此推测这是造成这一差异的原因。

该研究以芒果园为代表，开展了云南省元江县桔小实蝇的周年发生动态研究，明确了其发生特点、主要发生时期，并分析了影响其发生的关键气象因子为月平均气温，这为元

江县或相同气候区蔬菜瓜果等重要经济作物的桔小实蝇防控提供了理论依据。

参考文献 (References)

- Cai P, Song Y, Meng L, *et al.* Climate warming affects phenology of *Bactrocera dorsalis*: A case study of Fujian and Guangxi, China [J]. *Bulletin of Insectology*, 2023, 1 (76): 73-81.
- Chen P, Ye H, Liu JH. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) along with analysis on the factors influencing the population in Ruili, Yunnan Province [J]. *Acta Ecologica 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]
- Drew RAI, Romig MC. Tropical Fruit Flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia: Indomalaya to North-West Australasia [M]. Wallingford: CAB International, 2013.
- Guo J, Lai X, Wang Z, *et al.* Study on the dynamics of the occurrence of *Bactrocera dorsalis* in *Citrus paradisi* orchards in west Yunnan [J]. *Plant Quarantine*, 2022, 36 (5): 58-62. [郭俊, 赖新朴, 王自然, 等. 滇西地区西柚园桔小实蝇的发生动态研究 [J]. 植物检疫, 2022, 36 (5): 58-62]
- He QF, Dai YH, Huang WS. Climatic condition analysis of mango planting in Tiandong County [J]. *Journal of Meteorological Research and Application*, 2018, 39 (2): 68-71. [何麒峰, 戴雨茜, 黄伟圣. 田东县芒果种植的气候条件分析 [J]. 气象研究与应用, 2018, 39 (2): 68-71]
- Liang GH, Chen JH, Yang JQ, *et al.* Advances in research of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in China [J]. *Entomological Journal of East China*, 2003, 2 (2): 90-98. [梁光红, 陈家骅, 杨建全, 等. 桔小实蝇国内研究概况 [J]. 华东昆虫学报, 2003, 2 (2): 90-98]
- Lin JT, Liang GW, Lu YY, *et al.* Effect of hosts and temperature on biological parameters of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) adult [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2014, 36 (1): 2-11. [林进添, 梁广文, 陆永跃, 等. 温度和寄主植物对桔小实蝇成虫主要生物学参数的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2014, 36 (1): 2-11]
- Liu HQ, Ran C, Li HJ, *et al.* Distribution and occurrence regularity of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Yuxi [J]. *South China Fruits*, 2009, 38 (2): 36-37. [刘浩强, 冉春, 李鸿筠, 等. 玉溪地区桔小实蝇分布及其发生规律 [J]. 中国南方果树, 2009, 38 (2): 36-37]
- Liu JH, Ye H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Yuanjiang dry-hot valley, Yunnan with an analysis of the related factors [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2005, 48 (5): 706-711. [刘建宏, 叶辉. 云南元江干热河谷桔小实蝇种群动态及其影响因子分析 [J]. 昆虫学报, 2005, 48 (5): 706-711]
- Lu C, Zhao Y. Population dynamics of important economic crops fruit flies in Neixiang, Henan Province [J]. *China Fruits*, 2020, 206 (6): 41-45, 54. [陆春显, 赵岩. 河南内乡重要经济作物实蝇种群动态分析 [J]. 中国果树, 2020, 206 (6): 41-45, 54]
- Mutamiswa R, Nyamukondiwa C, Chikowore G, *et al.* Overview of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Africa: From invasion, bio-ecology to sustainable management [J]. *Crop Protection*, 2021, 141: 105492.
- Pu JJ, Han DY. Pests and Diseases of Mango and Their Control [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2014: 97-100. [蒲金基, 韩冬银. 芒果病虫害及其防治 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2014: 97-100]
- Sun LH. Overview of mango production and varieties in Yuanjiang [J]. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, 2008, 5: 31-34. [孙立红. 元江芒果生产及品种综述 [J]. 云南农业科技, 2008, 5: 31-34]
- Wang A, Peng S, Lian Y, *et al.* Distribution and interaction of the suitable areas of *Beauveria bassiana* and *Bactrocera dorsalis* (Hendel) [J]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, 10: 990747.
- Wang SM, Yu DH, Wang TZ, *et al.* Monitoring of population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in low-hot valley area of Yuxi City [J]. *Agricultural Science and Engineering in China*, 2016, 28 (6): 38-40. [王树明, 余代宏, 王田珍, 等. 玉溪市低热河谷区桔小实蝇种群动态规律监测研究 [J]. 中国农业文摘-农业工程, 2016, 28 (6): 38-40]
- Wu YF, Zhou KH. Effects of climatic conditions on mango production in Yuanjiang County [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2022, 12: 46-48. [吴沅芳, 周昆华. 元江县气候条件对芒果生产的影响 [J]. 现代农业科技, 2022, 12: 46-48]
- Xing CM, Han DY, Zhang FP, *et al.* Effect of climatic factors on population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in mango plantation [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2017, 37 (4): 48-51. [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]
- Yan ZH, Zhang JL, Fang XJ, *et al.* Host species of the insect pest *Bactrocera dorsalis* in Mengzi, Yunnan, and population dynamics of *Bactrocera dorsalis* and its related environmental factors in loquat garden [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2016, 35 (11): 3037-3044. [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]

- Yin K, Liu L, Yang B, *et al.* Field investigation of *Bactrocera dorsalis* infesting banana [J]. *Plant Quarantine*, 2023, 37 (3): 48-51. [尹可锁, 刘立娜, 杨宝明, 等. 桔小实蝇危害香蕉的田间调查研究 [J]. 植物检疫, 2023, 37 (3): 48-51]
- Yuan SY, Kong Q, Xiao C, *et al.* Developmental threshold temperature and effective cumulative temperature of *Bactrocera dorsalis* Hendel [J]. *Journal of Southwest Agricultural University (Natural Science)*, 2005, 27 (3): 316-318. [袁盛勇, 孔琼, 肖春, 等. 桔小实蝇各虫态发育历期及有效积温研究 [J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2005, 27 (3): 316-318]
- Zhang X, Yang QY, Fu QC, *et al.* Study on the occurrence regularity *Bactrocera dorsalis* Hendel in Mengzi City of Yunnan Province [J]. *China Fruit & Vegetable*, 2020, 40 (4): 68-73. [张锡, 杨秋艳, 付启春, 等. 桔小实蝇在云南蒙自地区的发生规律研究 [J]. 中国果菜, 2020, 40 (4): 68-73]
- Zhu XS, Duan ZQ, Chen P, *et al.* The damage and occurrence regularity of *Bactrocera dorsalis* in Qujing [J]. *South China Fruits*, 2022, 51 (6): 184-187. [朱学松, 段钟情, 陈平, 等. 曲靖市桔小实蝇为害情况及发生规律 [J]. 中国南方果树, 2022, 51 (6): 184-187]