

广州桔小实蝇 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 发生动态及气象因子

吕 欣¹, 韩诗畴^{1,*}, 徐洁莲¹, 黄 鸿¹, 吴 华¹, 欧剑峰¹, 孙 力²

(1. 广东省昆虫研究所, 广州 510260; 2. 中山大学环境工程学院大气科学系, 广州 510275)

摘要: 2002 ~ 2005 年期间, 在广东广州利用性引诱剂对桔小实蝇进行了全年种群动态监测, 调查可知桔小实蝇可在广州全年发生。该虫数量从 5 月开始迅速上升, 6 ~ 9 月份是发生盛期; 10 月份虫口密度逐渐下降, 11 月到翌年 3 月份种群数量很低。对桔小实蝇发生数量和气象因子进行主成分分析和相关分析, 结果表明温雨因子作用最大, 其中月平均降雨量是影响桔小实蝇种群变动的关键因子; 日照因子作用次之, 但月总日照时数对该虫的发生数量没有显著影响。

关键词: 桔小实蝇 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)); 种群动态; 气象因子; 广州

文章编号: 1000-0933(2008)04-1850-07 中图分类号: Q143, Q968 文献标识码: A

Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Guangzhou, Guangdong Province, with analysis of the climate factors

LÜ Xin¹, HAN Shi-Chou^{1,*}, XU Jie-Lian¹, HUANG Hong¹, WU Hua¹, OU Jian-Feng¹, SUN Li²

1 Guangdong Entomological Institute, Guangzhou, 510260, China

2 Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou, 510275, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(4): 1850 ~ 1856.

Abstract: The population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) was monitored with pheromone methyl eugenol traps all year around from 2002 to 2005 in Guangzhou, Guangdong province. Investigation showed that *B. dorsalis* occurs all year round in Guangzhou. The population increased from May rapidly. The population decreased gradually from October. Afterwards, the population remained low from November to March of the next year. The climate factors which influence the population fluctuation of *B. dorsalis* were analyzed by principal component analysis and correlation analysis. The result showed that the temperature-rainfall factor is the main influence, and monthly mean rainfall is the key factor which influence the population fluctuation of *B. dorsalis*; the sunlight hours factor is the secondary influence, but it has no obvious relevance with the monthly mean amounts of *B. dorsalis*.

Key Words: *Bactrocera dorsalis*; population dynamics; climate factors; Guangzhou

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 是重要的世界性蔬菜和水果害虫, 也是我国二类进境检疫性昆虫^[1~3]。近年来, 随着种植结构的改变, 对外交往日趋频繁, 桔小实蝇在我国南方部分地区爆发成灾, 对水果

基金项目: 广东省农业科技攻关资助项目(2002B2160201)

收稿日期: 2007-05-25; 修订日期: 2008-02-27

作者简介: 吕欣(1980 ~), 女, 广州人, 硕士, 主要从事昆虫生态学研究. E-mail: greenhopelv@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hanse@gdei.gd.cn

Foundation item: The project was financially supported by Guangdong Agricultural Scientific and Technological Programme(No. 2002B2160201)

Received date: 2007-05-25; **Accepted date:** 2008-02-27

Biography: LÜ Xin, Master, mainly engaged in insect ecology. E-mail: greenhopelv@163.com

的生产造成极大威胁,带来严重的经济损失^[4]。

广州地处 23°08'N, 113°15'E, 年平均温度 21.7℃, 年降雨量 1600mm, 栽种水果有杨桃、番石榴、番荔枝、番木瓜、香蕉、芒果、黄皮、柑桔、荔枝、龙眼, 是桔小实蝇的严重危害地区之一^[5]。影响因素中温度、降水、光照等气象因素, 营养因素和天敌因素是影响桔小实蝇种群的发生发展的重要生态因子^[6~11], 由于营养因素和天敌因素均受到气象因素的制约, 使得气象因素成为众多因素中的主要因素。对桔小实蝇在各地区的种群动态、空间分布型、预测预报、防治方法等方面国内外许多学者做了许多深入的研究, 而对广州地区桔小实蝇发生数量与气象因子关系的研究较少。从 2002 ~ 2005 年, 对广州地区进行桔小实蝇种群动态调查, 以期得到区域内桔小实蝇的基本变动规律。为了解该虫与该地区气象因子的相关性, 预测其发生趋势, 更好地实施桔小实蝇种群防控措施提供科学依据^[12]。

1 材料与方法

1.1 桔小实蝇雄成虫数量动态调查

于 2002 ~ 2005 年在广州新滘镇仑头村, 以本地种小果与马来西亚大果杨桃混种为主的杨桃园作试验地, 约 0.67hm², 监测使用 Steiner 诱捕器, 引诱剂为广东省昆虫所自行研制的桔小实蝇雄成虫引诱剂^[13,14], 毒杀剂为河北邯郸溢阳化工集团公司生产的 80% 敌敌畏乳油。试验地按五点取样法设置 5 个诱捕器, 每 15d 加引诱剂 2ml, 每 5d 调查 1 次虫量。

1.2 气象因子的因子分析

(1) 根据生物气候图的理论^[15], 假定桔小实蝇种群的波动由气候引起, 运用主成分分析法^[16]进行因子分析, 选出主成分的标准是主成分占总信息量的 90% 以上。

(2) 气象资料, 数据来源于广州市气象局。包括 1956 ~ 2005 年月平均温度、月最高温度和月最低温度; 2002 ~ 2005 年的月平均温度、月最高温度、月最低温度、月平均降雨量、总雨日数和总日照时数。

(3) 数据统计分析方法, 应用 SPSS10.0 统计分析软件对数据进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 桔小实蝇的数量动态

由于野外采集受害果于室内饲养羽化的桔小实蝇成虫, 雌雄性比约为 1:1^[7,17,18], 因此雄成虫诱捕量可以作为桔小实蝇成虫种群数量的估计参数^[9]。从图 1 可知, 广州桔小实蝇种群动态在所调查 4a 中基本一致, 年度间没有差异 ($F = 1.025, p = 0.391$)。其规律是成虫数量在冬季较低, 春季开始数量迅速上升, 夏季是发生的高峰期, 进入秋季后数量逐渐减少, 冬季虫口密度很低。

2002 ~ 2004 年桔小实蝇数量从 4、5 月份开始上升, 到 6 月份进入发生盛期; 2002 年发生盛期从 6 月份持续到 8 月底, 平均每个诱捕器虫量分别为 2001 头、1673 头和 1655 头, 盛期之后虫口密度开始下降; 2003 年发生动态与 2004 年基本一致, 但 2003 年全年平均虫量只有 2004 年的 3/5; 2004 年发生量最多, 高峰期平均虫量达 3900 头, 随后虫量急剧下降, 6 月份平均虫量是 8 月份的 3.8 倍; 2005 年发生量迅速减少, 发生高峰则出现在 8 月份, 平均虫量是 2004 年盛发期的 1/6; 2002 ~ 2005 年每年 11 月份到翌年 3 月份发生数量都很低。

2.2 气象因子对桔小实蝇种群变动的影响

2.2.1 气象因子主成分分析

桔小实蝇的生长发育、种群变动与温度、降水量、光照等气象因子有关^[3,7,9]。现用主成分分析法对广州

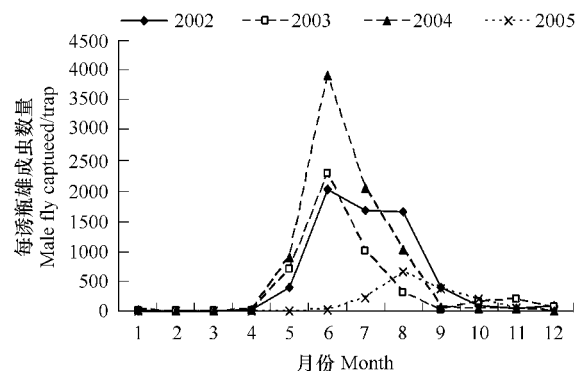


图 1 广州 2002 ~ 2005 年桔小实蝇雄成虫数量动态

Fig. 1 Amounts of *B. dorsalis* male adults caught by methyl eugenol trap from 2002 to 2005 in Guangzhou, Guangdong Province

市 2002 ~ 2005 年各月 6 种气象因子: 平均温度 X_1 、最高温度 X_2 、最低温度 X_3 、平均降雨量 X_4 、总雨日数 X_5 和总日照时数 X_6 进行因子分析。

从表 1 可知, 第一和第二主成分累计贡献率达到 95.583%, 占总信息量的 90% 以上, 故选第一和第二主成分。根据表 2 各气象因子的荷载(按荷载大小排列), 第一主成分代替了月平均温度 X_1 、最高温度 X_2 、最低温度 X_3 、平均降雨量 X_4 和总雨日数 X_5 的作用, 称为温雨因子, 第二主成分代替了总日照时数 X_6 的作用, 称为日照因子。第一主成分的贡献率最大, 为 74.264%, 表明降雨量和温度的作用最大。第一主成分中月平均降雨量的荷载最大, 为 0.951, 所以在月度气象因子中, 平均降雨量是主要影响因素。第二主成分的贡献率为 21.319%, 由月总日照时数决定, 荷载为 0.972。

表 1 广州市气象因子主成分分析统计量描述

Table 1 The descriptive statistics of climate factors in Guangzhou by principal component analysis

主成分 Principal component	均值 Mean	标准差 Std. deviation	特征向量 Eigenvector						特征值 Eigenvalue	贡献率(%) Cumulative (%)	累计贡献率(%) Cumulative (%)
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6			
Y_1	22.925	5.516	0.465	0.460	0.465	0.434	0.388	0.128	4.456	74.264	74.264
Y_2	27.608	5.325	0.112	0.177	0.082	-0.234	-0.456	0.829	1.279	21.319	95.583
Y_3	19.967	5.316	-0.307	-0.296	-0.360	0.543	0.378	0.502	0.180	2.999	98.582
Y_4	143.108	126.622	0.048	-0.027	0.028	-0.679	0.704	0.198	0.079	1.319	99.902
Y_5	10.750	5.124	-0.528	-0.296	0.793	-0.013	0.025	0.066	0.005	0.080	99.982
Y_6	132.817	43.300	0.629	-0.762	0.133	0.026	-0.053	0.043	0.001	0.018	100.000

2.2.2 桔小实蝇种群变动与气象因子的相关关系

对桔小实蝇 4 年平均每月诱捕量(Y)与 6 种气象因子(X_i)进行相关分析, 以进一步揭示气象因子对桔小实蝇种群变动的作用^[18]。

相关分析表明桔小实蝇数量变化与 6 种气象因子呈正相关关系(表 3)。再对各因子进行统计检验分析表明桔小实蝇雄成虫数量变化与月平均温度、最高温度、最低温度、平均降雨量和月总雨日数相关性极显著($p < 0.05$)。说明这 5 种气象因子变化对桔小实蝇种群变动有显著作用, 其中平均降雨量与该虫的数量变动关系最密切($R = 0.800$)。而总日照时数对桔小实蝇数量变化影响较小, 关系不密切($p > 0.1$)。除了总日照时数外, 各气象因子之间也呈显著的正相关关系。

表 2 广州市年气象因子主成分荷载

Table 2 Weight values of climate factors in Guangzhou

年气象因子 Yearly climate factors	第一主成分 First principal component	第二主成分 Second principal component
X_4	0.951	-0.079
X_3	0.945	0.285
X_1	0.938	0.318
X_2	0.913	0.388
X_5	0.904	-0.344
X_6	0.081	0.972

表 3 广州桔小实蝇数量变动与气象因子的相关关系

Table 3 Correlation relationship between the population fluctuations of *B. dorsalis* male adult and climatic factor in Guangzhou

相关系数 Correlation coefficient	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y	p 值 p value
X_1	1.000	0.996 **	0.995 **	0.835 **	0.720 **	0.358	0.739 **	0.006
X_2		1.000	0.991 **	0.810 **	0.670 *	0.423	0.746 **	0.005
X_3			1.000	0.842 **	0.730 **	0.320	0.744 **	0.005
X_4				1.000	0.885 **	0.038	0.800 **	0.002
X_5					1.000	-0.217	0.708 **	0.010
X_6						1.000	0.284	0.371
Y							1.000	

“*”, “**” 分别代表 5% 和 1% 的显著水平 Respectively indicate significance at 5% and 1% level; X_1 is for monthly mean temperature ($^{\circ}\text{C}$), X_2 for monthly mean maximum temp. ($^{\circ}\text{C}$), X_3 for monthly mean minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$), X_4 for monthly mean rainfall amounts (mm), X_5 for raining days, X_6 for sunlight hours / day(h), Y for monthly mean amounts of *B. dorsalis* male adults

2.2.3 降雨对桔小实蝇种群的影响

从以上结果可知降雨量是影响桔小实蝇种群变动的一个最重要的因素。桔小实蝇幼虫老熟后入土化蛹,所以土壤的理化性质对桔小实蝇蛹有重要作用。其中土壤含水量是主要性质之一,不同土壤类型受降雨量影响的程度不同^[19]。当土壤含水量在 60% ~ 70% 时幼虫入土快,预蛹期短,约 20 ~ 40 h;土壤含水量低于 40% 或高于 80% 时,老熟幼虫入土慢,且死亡率高^[8]。在干沙土,97.2% 的幼虫化蛹深度为 0 ~ 5.5 mm,在湿沙土,95.5% 的幼虫化蛹深度为 0 ~ 27.5 mm,且在干沙土中的蛹死亡率比湿沙土中的高 50%^[20,21]。实验室条件下观察,在半湿干沙中化蛹,羽化率在 70% 以上,但在干沙中化蛹则羽化率却不足 40%^[22]。

对比 2002 ~ 2005 年桔小实蝇雄成虫种群动态(图 1)和各月降雨量(图 2)可以发现两者之间有一定关联。图 2 表明广州市 4 年雨量充沛,降雨主要集中在 5 ~ 9 月,平均雨量达 232.5 ~ 354.3 mm,有利于桔小实蝇生长发育、种群增长。5、6 月份平均雨量达 333 mm,成为桔小实蝇危害最严重的时期。7、8 月份虽然雨量在 200 mm 以上,此时气温较高,雷雨、台风天气在一定程度上抑制其发生,但杨桃处于挂果期,该虫数量仍然较高。秋冬季天气干燥,平均降雨量只有 13.6 ~ 36.6 mm,桔小实蝇发生量减少。

2004 年桔小实蝇发生最严重,2005 年发生量最少,2002 ~ 2004 年桔小实蝇发生高峰都集中在 6 月份,而

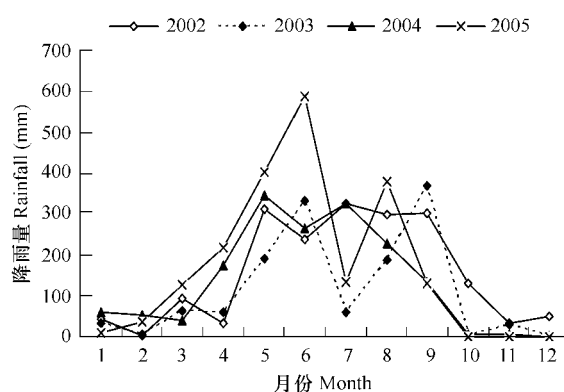


图 2 广州市 2002 ~ 2005 年各月降雨量

Fig. 2 Monthly mean rainfall (mm) from 2002 to 2005 in Guangzhou

2005 年发生高峰推迟到 8 月份。2002 ~ 2004 年 1 ~ 3 月平均降雨量分别为 143, 106 mm 和 155 mm。2004 年前 3 个月充沛的降雨量保持了土壤的湿度,提高了越冬各虫态的存活率,也利于其生长发育和繁殖;同时历年高发生量使田间积累大量虫源,4 月份开始虫量快速增长,4 ~ 8 月份总降雨量为 1336 mm,虫口增长高峰一直持续到 8 月份,因此桔小实蝇在 2004 年发生量最多。2005 年总降雨量相比其余 3 年最大,达 2023 mm,其中 3 月份降雨量为 127 mm,过高的土壤含水量抑制了老熟幼虫化蛹和蛹的羽化,继而影响该虫种群始发;6 月份降雨 586 mm,占 4 ~ 6 月份总降雨量的 50%,为 4 年最高量,是桔小实蝇虫口密度一直处于较低水平的直接原因;7 月份降雨量减少为 6 月份的 1/5,该虫种群开始上升,到 8 月份才进入发生盛期,相对 2004 年发生量大幅减少。因此认为过高降雨量是抑制广州桔小实蝇种群发生发展的重要原因。

2.2.4 温度对桔小实蝇种群的影响

温度影响桔小实蝇生长发育、繁殖的另一个重要因素。统计广州市 50 a 来的温度数据,得到 1 ~ 12 月份平均温度为 13.3 ~ 28.2℃,月平均高温为 18.1 ~ 32.9℃,月平均低温为 9.4 ~ 24.5℃(图 3)。桔小实蝇生长发育的适温范围是 15 ~ 34℃,最适温度是 18 ~ 30℃^[19]。由此可知桔小实蝇生长发育适温区在广州市气温变化范围内,因此该虫可在广州全年发生。

如图 4 所示,2002 ~ 2005 年平均温度为 22.9℃,平均高温为 27.1℃,平均低温为 19.6℃,适合桔小实蝇生长、繁殖和建立稳定种群。2002 ~ 2005 年 4 ~ 5 月份平均气温为 23.7 ~ 26.9℃,平均低温范围是 20.7 ~ 23.9℃,也是桔小实蝇生长发育的最适温度,此时该虫数量开始增加。6 月份平均气温为 28.3℃,平均高温为 32.6℃,同时适宜的降雨量,为桔小实蝇大发生提供有利天气条件,因此 2002 ~ 2004 年 6 月份是该虫的发生盛期。2005 年由于 3 月份和 6 月份的强降水,抑制了该虫种群的发生和增长,7 月份的降水偏少而温度偏高,使其发生高峰推迟到 8 月份,全年的种群密度为低。

研究发现当温度高于 34℃时,桔小实蝇会大量死亡,广州最高温出现在每年 7 月份,2002 ~ 2005 年极端高温达 36.6、37.8、39.1℃和 39℃,高温抑制桔小实蝇发生,因此桔小实蝇在 7 月份发生量减少。2005 年 7 月份桔小实蝇数量开始增加,但在强降雨和高温的影响下,当年该虫种群一直保持相对较低水平。4 月间 8 ~ 10

月份月均温为 24.5 ~ 29℃, 温度相对稳定, 但桔小实蝇种群数量差异较大, 说明除了温度外, 还有其它因素影响其种群变动。

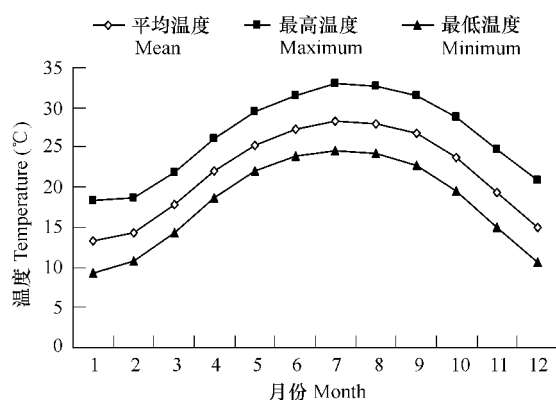


图3 广州市 1956 ~ 2005 年月平均温度、月平均高温、月平均低温

Fig. 3 Monthly mean temperature, monthly mean maximum temperatures and monthly mean minimum temperature from 1956 to 2005 in Guangzhou

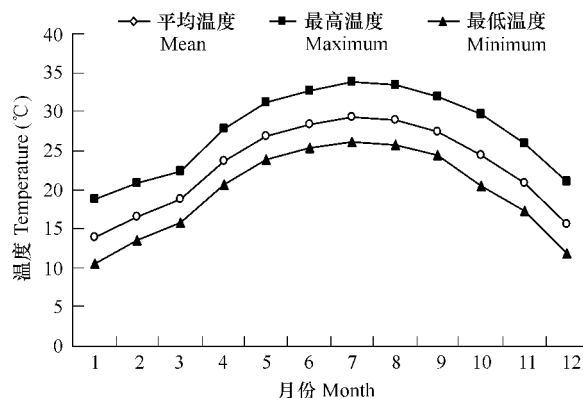


图4 广州市 2002 ~ 2005 年月平均温度、月平均高温、月平均低温

Fig. 4 Monthly mean temperature, monthly mean maximum temperature and monthly mean minimum temperature from 2002 to 2005 in Guangzhou

Vargas 研究结果发现桔小实蝇卵、幼虫、蛹的发育起点温度分别为 11.82、11.61、11.1℃^[23]; Hsu 等的研究结果则为 11.8、5.6、9.3℃^[24]; 吴佳教等结果则为 12.19、5.24、10.08℃^[6]。广州 2002 ~ 2005 年 11 月份到翌年 3 月份平均温度较低, 因此种群数量开始下降。12 月份、翌年 1 ~ 2 月份的平均低温只有 11.2、10.4、10.9℃, 低于桔小实蝇发育所需, 此时虫口密度很低。

3 结论与讨论

桔小实蝇的生长发育和种群变动与气候条件密不可分。适宜温度、充足降水是影响该虫种群变动的主要因素。本研究通过连续 4a 的数量调查, 基本摸清了广州地区桔小实蝇种群变动规律。虫口密度从 4 ~ 5 月份开始迅速上升, 6 ~ 8 月份是其发生盛期, 9 月份数量开始下降, 11 月份到翌年 3 月份虫口密度都很低。

气象因子通过相互作用影响桔小实蝇的发生, 广州的气候适合桔小实蝇全年发生。通过主成分分析法对各气象因子进行因子分析和对桔小实蝇数量变动与气象因子进行相关分析, 结果表明各气象因子之间关系密切, 温雨因子作用最大, 其中月平均降雨量是影响桔小实蝇种群变动的关键因子; 日照因子作用次之, 但月总日照时数与桔小实蝇发生数量不存在明显的相关关系, 即月总日照时数对该虫发生数量没有显著影响, 这可能是因为桔小实蝇在发育和发生过程中需要不同的气候条件, 而令气象因子在各时期的作用相互抵消。结合实际种群变动规律可知, 在降雨量和温度综合作用下, 4 月份桔小实蝇数量开始上升, 虫量积累后, 6 月份进入发生高峰期, 7、8 月份的高温 and 雷雨天气是抑制其发生的重要原因, 该虫数量在 9 月份逐渐减少也是温度下降和降雨减少的结果。

从上述气象因子对桔小实蝇种群变动的影响和该虫种群动态可知, 充足的降雨有利于该虫的发生, 随着温度的升高, 桔小实蝇发生数量增多。4 ~ 5 月份气温回升并进入雨季, 桔小实蝇数量开始迅速增加, 此时要采取适宜的防治措施, 以压低虫口基数; 而夏季降水量充沛, 气温适宜, 桔小实蝇发生量达到最大, 因此在该时期都应对该虫进行严密监测和防治; 秋季天气干燥, 气温逐渐下降, 桔小实蝇发生量开始减少; 11 月份降雨量少, 气温低, 桔小实蝇种群开始凋落, 活动能力变弱, 此阶段基本不构成危害, 所以不需要做大量的防治工作, 只需适当进行性诱杀。

除了气象因子外, 影响桔小实蝇种群变动的还有营养因子和天敌因子。桔小实蝇的嗜食寄主种类繁多, 广州种植的多种水果如杨桃、番石榴等是桔小实蝇的主要寄主。该虫的发生与水果生长发育期密切联系, 不

同水果全年交替挂果,充分的食料利于其转移为害,是其爆发成灾的重要原因。桔小实蝇在其生长发育各阶段都会遭到寄生性天敌、捕食性天敌的袭击以及病原微生物的侵染,对该虫种群有一定的控制作用。因此在分析桔小实蝇种群变动规律时还要考虑当地的寄主种类、挂果期和天敌种类,掌握不同水果间的转移为害规律和天敌的作用,为综合防治提供依据。

本文仅根据过去广州市气象资料以及 4a 的田间观测得出的一些定性结论,所以此种种群动态规律仅适用于广州市。其他影响因子对桔小实蝇种群数量变动的作用有待进一步深入研究。

综上所述,降雨量和温度是影响广州地区桔小实蝇种群变动的主要因素。这些因素对桔小实蝇的生长发育、繁殖各自起着不同的作用,且不同时期的降雨量和温度的影响也有所差异。由于因素间(如 7 月份高温和降雨)相互联系与影响,桔小实蝇的种群变动是各因素综合作用的结果。

References:

- [1] Andrei V A, Christian M, Russell H M. Selection of pupation habitats by Oriental fruit fly larvae in the laboratory. *Journal of Insect Behavior*, 2001, 14 (1): 57—67.
- [2] Shukla R P, Prasad V G. Population fluctuations of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel in relation to hosts and abiotic factors. *Tropical Pest Management*, 1985, 31 (4): 273—275.
- [3] Ye H, Liu J H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Xishuangbanna of Southern Yunnan. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(7): 1330—1334.
- [4] Xu J L, Han S C, Ou J F, *et al.* A preliminary report on the integrated control of *Bactrocera dorsalis* in carambola orchard. *Natural Enemies of Insects*, 2003, 25(3): 105—113.
- [5] Xu J L, Han S C, Ou J F, *et al.* The effect of different traps and Attractants for *Dacus dorsalis*. *South China Fruit*, 2004, 33(4): 13—14.
- [6] Wu J J, Liang F, Liang G Q. Studies on the relation between developmental rate of oriental fruit fly and its ambient temperature. *Plant Quarantin*, 2000, 14 (6): 321—324.
- [7] Liang G Q, Liang F, Wu J J, *et al.* Study on the countermeasures and techniques in controlling Tephritidae. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2002, 2: 37—40.
- [8] He W Z, Sun B S, Li C J, *et al.* Bionomics of *Bactrocera dorsalis* and its control in Hekou County of Yunna Province. *Entomological Knowledge*, 2002, 39(1): 50—52.
- [9] Chen P, Ye H, Liu J H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) along with analysis on the factors influencing the population in Ruili, Yunnan Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(9): 2801—2809.
- [10] Li H X, Ye H. Infestation and distribution of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Yunnan Province. *Journal of Yunnan University*, 2000, 22(6): 473—475.
- [11] Liu J H, Ye H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Yuanjiang dry-hot valley, Yunnan with an analysis of the related factors. *Acta Entomologica Sinica*, 2005, 48(5): 706—711.
- [12] Dai X F, Ye Z H, Cao Y Z, *et al.* Disaster-causing characters and disaster-reducing strategies of crop pests in China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10 (1): 119—122.
- [13] Wu H, Huang H, Ou J F, *et al.* Improving efficacy of attractants for *Dacus dorsalis*. *Chinese Journal of Pesticides*, 2004, 43(5): 224—225.
- [14] Xu J L, Ou J F, Han S C, *et al.* The integrated control of *Bactrocera dorsalis* in carambola orchard- evaluation of the attractant. *Natural Enemies of Insects*, 2004, 26(4): 145—149.
- [15] Nanjing Agricultural University. *Entomology ecology and forecast*. Beijing: Agriculture Press, 1985. 327—329.
- [16] Tang S Z. *Statistical analysis of multivariate*. Beijing: China Forestry Press, 1990. 28—32.
- [17] Zhang Q Y, Lin Z J, Liu J Y, *et al.* Study on the biology of oriental fruit fly. *Entomological Journal of East China*, 1998, 7(2): 65—68.
- [18] Bateman M A. The ecology of fruit fly. *Annual Review of Entomology*, 1972, 17: 493—518.
- [19] Lin J T, Zeng L, Lu Y Y, *et al.* Research advances in biology and control of *Bactrocera* (*Bactrocera*) *dorsalis* (Hendel). *Journal of Zhongkai Agrotechnical College*, 2004, 17(1): 60—67.
- [20] Gajendra S, Singh G, Lavi V, *et al.* Integrated management of *Bactrocera* (*Dacus*) *dorsalis* (Hendel) in mangos. *Journal of Acta Horticulturae*, 1997, 455: 821—828.
- [21] Jackson C G, Long J P, Klungness L M. Depth of pupation of four species of fruit flies (Dipter: Tephritidae) in sand with and without moisture. *Journal of Economic Entomology*, 1998, 91(1): 138—142.

- [22] Xiao S, Jiang X L, Zhang C L. Survey on the biology of *Bactrocera dorsalis* and *B. cucurbitae* in Ruili of Yunnan. *Plant Quarantin*, 2001, 15 (6): 332—336.
- [23] Vargas R I, Walsh W A, Jang E B, *et al.* Survival and development of immature stages of four Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Ann Entomol Soc Am*, 1996, 89(1): 64—69.
- [24] Hsu E S. Biological studies on the oriental fruitfly (*Dacus dorsalis*). ii The biological effects of temperature and humidity on oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel). *Plant Prot Bull*, 1973, 5: 59—86.

参考文献:

- [3] 叶辉, 刘建宏. 云南西双版纳桔小实蝇种群动态. *应用生态学报*, 2005, 16(7): 1330~1334.
- [4] 徐洁莲, 韩诗畴, 欧剑峰, 等. 杨桃园桔小实蝇综合防治初报. *昆虫天敌*, 2003, 25(3): 105~113.
- [5] 徐洁莲, 韩诗畴, 欧剑峰, 等. 不同诱捕器与诱芯对桔小实蝇的诱杀效果. *中国南方果树*, 2004, 33(4): 13~14.
- [6] 吴佳教, 梁帆, 梁广勤. 桔小实蝇发育速率与温度关系的研究. *植物检疫*, 2000, 6: 321~324.
- [7] 梁广勤, 梁帆, 吴佳教, 等. 实蝇防除策略和措施的研究. *广东农业科学*, 2002, 2: 37~40.
- [8] 和万忠, 孙兵召, 李翠菊. 云南河口县桔小实蝇生物学特性及防治. *昆虫知识*, 2002, 39(1): 50~52.
- [9] 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. *生态学报*, 2006, 26(9): 2801~2809.
- [10] 李红旭, 叶辉. 桔小实蝇在云南的危害与分布. *云南大学学报(自然科学版)*, 2000, 22(6): 473~475.
- [11] 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. *昆虫学报*, 2005, 48(5): 706~711.
- [12] 戴小枫, 叶志华, 曹雅忠, 等. 浅析我国农作物病虫害鼠害成灾特点与减灾对策. *应用生态学报*, 1999, 10(1): 119~122.
- [13] 吴华, 黄鸿, 欧剑峰, 等. 桔小实蝇引诱剂改良之探讨. *农药*, 2004, 43(5): 224~225.
- [14] 徐洁莲, 欧剑峰, 韩诗畴, 等. 引诱剂在综合防治桔小实蝇作用中的评估. *昆虫天敌*, 2004, 26(4): 145~149.
- [15] 南京农业大学. *昆虫生态及预测预报*. 北京: 农业出版社, 1985. 327~329.
- [16] 唐守正. *多元统计分析*. 北京: 中国农业出版社, 1990. 28~32.
- [17] 张清源, 林振基, 刘金耀, 等. 桔小实蝇生物学特性. *华东昆虫学报*, 1998, 7(2): 65~68.
- [19] 林进添, 曾玲, 陆永跃, 等. 桔小实蝇的生物学特性及防治研究进展. *仲恺农业技术学院学报*, 2004, 17(1): 60~67.
- [22] 肖枢, 蒋小龙, 张朝良. 瑞丽桔小实蝇、瓜实蝇生物学特性的观察. *植物检疫*, 2001, 15(6): 332~336.