

不同生境下橘小实蝇种群消长规律 及其与气象要素的相关性

全金成¹, 万保雄¹, 江一红¹, 门有均¹, 黄金盟¹, 陈贵峰¹, 陆温², 郑霞林^{2*}

(¹广西特色作物研究院·广西柑桔生物学重点实验室, 广西桂林 541004; ²广西大学农学院, 南宁 530004)

摘要:【目的】弄清常绿和落叶果树两种不同生境下橘小实蝇种群消长规律及其与气象要素相关性, 为制定针对性强及有效的综合防控措施提供参考依据。【方法】采用性信息素诱捕的动态监测法, 2015—2017年调查常绿和落叶果树两种不同生境橘小实蝇种群消长规律, 采用SPSS软件分析其与旬均最高气温、旬均最低气温、旬均气温、旬均降雨量和旬均日照时数5个气象要素相关性。【结果】在常绿果树柑橘园和落叶果树月柿园内, 1—2月最冷月份均可诱到少量雄成虫, 并表现出1—2月诱虫量多的年份当年的诱虫总量也多, 当年橘小实蝇可能会大发生; 两种不同生境下橘小实蝇的始盛期、盛发期和盛末期基本一致, 多数年份分别在5月中下旬、5月下旬至11月中下旬和12月上中旬; 旬均最高气温和旬均最低气温是影响两种生境下橘小实蝇种群消长规律最重要的气象因子。【结论】常绿和落叶果树两种不同生境下橘小实蝇种群消长规律相似。冬季诱捕虫量多的年份, 当年橘小实蝇可能会大发生; 旬均最高气温和旬均最低气温是影响两种生境下橘小实蝇种群消长规律最重要的气象因子。

关键词: 柑橘; 月柿; 橘小实蝇; 生态环境; 气象要素

中图分类号: S666.2

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2019)06-0785-08

Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* Hendel at different habitats in relation to meteorological factors

QUAN Jincheng¹, WAN Baoxiong¹, JIANG Yihong¹, MEN Youjun¹, HUANG Jinmeng¹, CHEN Guifeng¹, LU Wen², ZHENG Xialin^{2*}

(¹Guangxi Academy of Specialty Crops/Key Laboratory of Citrus Biology, Guilin 541004, Guangxi, China; ²College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, Guangxi, China)

Abstract: 【Objective】The oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae) is one of the major and widespread destructive pests in agriculture with a host range of > 46 families and 250 species of fruits and vegetables in temperate, tropical and sub-tropical areas. Adult oriental fruit fly lay eggs inside the fruits of different types of host plants for feeding and oviposition, costing millions of dollars every year. This pest represents a major biosecurity threat to the horticulture sector of many countries in the world. The objective of this study is to determine the population dynamics of *B. dorsalis* in evergreen citrus and deciduous persimmon orchards in Guangxi, and analyze the correlation between population dynamics of *B. dorsalis* and meteorological factors. Information gained from this study is expected to provide effective strategies for managing this pest. 【Methods】Sex pheromone traps were used to detect the population dynamics of *B. dorsalis* in the citrus (Guangxi Academy of Specialty Crops, Guilin City) and the persimmon orchards (Pingle and Gongcheng Counties, Guilin City) in Guangxi from 2015 to 2017. Two traps (distance of each trap = 30 m) were hung on fruit trees within

收稿日期: 2018-09-13 接受日期: 2019-03-15

基金项目: 广西公益性科研院所基本业务费项目(2014-03); 广西创新驱动发展专项(桂科AA17202017); 广西现代农业产业技术体系(ny-cytxgxcxt-d-05-03)

作者简介: 全金成, 高级农艺师, 研究方向为落叶果树病虫害防控。Tel: 0773-5816600, E-mail: quanjc@263.net

*通信作者 Author for correspondence. Tel: 0771-3235612, E-mail: zheng-xia-lin@163.com

these areas mentioned above. The sex pheromone traps were set at 1.5 - 2.0 m above the ground (modified by the species of fruit tree) and were checked once every 10 days. Numbers of male *B. dorsalis* captured by these traps were recorded. Meteorological data including ten-day mean maximum temperature ($^{\circ}\text{C}$, X_1), mean minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$, X_2) and mean temperature ($^{\circ}\text{C}$, X_3); ten-day rainfall amounts (mm, X_4); and ten-day sunlight hours (h, X_5) were provided by Guangxi Meteorological Administration. The correlation between population dynamics of *B. dorsalis* and these meteorological data, and the principal components in these main meteorological factors were analyzed using SPSS software. **【Results】** Males of *B. dorsalis* were captured by sex pheromone traps from late May to middle Dec. in the seasons from 2015 to 2017. Periods of inception of peak, peak of emergence, and end of peak of *B. dorsalis* in the citrus orchard were consistent with those in persimmon orchards, which occurred in late May, late May to Nov. and middle Dec., respectively. A few male adults were captured by sex pheromone traps in Jan. and Feb. from 2015 to 2017, which were the coldest months during the year. Higher number of male adults captured by sex pheromone traps in Jan. and Feb. indicated greater likelihood of population outbreak in this year. Population dynamics of *B. dorsalis* had positive correlations with the ten-day mean maximum temperature, mean minimum temperature and mean temperature, and ten-day sunlight hours in both citrus and persimmon orchards from 2015 to 2017 ($p < 0.05$). However, ten-day rainfall amounts had not any correlation with the population dynamics of *B. dorsalis* in the two different habitats ($p > 0.05$). Ten-day mean maximum temperature and ten-day mean minimum temperature were the important meteorological factors influencing the population dynamics of *B. dorsalis* in the citrus and persimmon orchards. In the citrus orchard in Guilin, the proportions of variance contribution of ten-day mean maximum temperature and ten-day mean minimum temperature were 89.190% and 10.139%, with function expressions of $F_1 = 0.000X_1 + 0.005X_2 + 0.129X_3 - 7.855X_4 - 42.622X_5$ and $F_2 = 0.000X_1 + 0.004X_2 + 0.138X_3 + 6.629X_4 - 48.457X_5$, respectively. In the persimmon orchard at Pingle County, proportions of ten-day mean maximum temperature and ten-day mean minimum temperature were 70.433% and 27.201%, with function expressions of $F_1 = 0.001X_1 + 0.004X_2 + 0.093X_3 + 4.787X_4 - 32.231X_5$ and $F_2 = 0.001X_1 + 0.003X_2 + 0.104X_3 - 3.964X_4 - 38.480X_5$, respectively. In the persimmon orchard at Gongcheng County, proportions of ten-day mean maximum temperature and ten-day mean minimum temperature were 78.929% and 19.436%, with function expressions of $F_1 = 0.000X_1 + 0.005X_2 + 0.099X_3 - 6.026X_4 - 32.602X_5$ and $F_2 = 0.000X_1 + 0.004X_2 + 0.106X_3 + 5.024X_4 - 39.649X_5$, respectively. **【Conclusion】** Population dynamics of *B. dorsalis* in evergreen citrus orchards was similar to those in deciduous persimmon orchards in Guilin, Guangxi Province. Higher number of male adults captured by sex pheromone traps in Jan. and Feb. means higher possibility of the population outbreak in this year. Ten-day mean maximum temperature and ten-day mean minimum temperature were the most important meteorological factors influencing the population dynamics of *B. dorsalis* in Guilin, Guangxi Province. **Key words:** Citrus; Persimmon; *Bactrocera dorsalis* Hendel; Ecological environment; Meteorological factor

橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* Hendel (双翅目 Diptera: 实蝇科 Tephritidae), 又称东方果实蝇, 是世界上分布最广、危害最大的杂食性果蔬害虫之一, 其寄主种类达 46 科 250 种^[1-3]。雌成虫产卵至果蔬果实内, 幼虫在果内取食果肉, 造成果实腐烂或未熟先黄而脱落, 严重影响果蔬果实的产量和品质, 有的甚至完全失去食用价值, 常对果农造成重大的经济损

失^[4]。目前, 针对该虫的生物学、发生规律、防控方法等开展了大量的研究工作, 但由于其寄主范围广, 适应性、飞行能力和繁殖力强, 防治效果不稳定等原因, 橘小实蝇在部分国家和地区常暴发危害, 造成重大的经济损失^[5-13]。

桂林市地处广西壮族自治区东北部, 属山地丘陵地区及典型喀斯特岩溶地貌, 境内气候温和、雨量

充沛、无霜期长、光照充足、热量丰富、夏长冬短、四季分明,非常适宜各种水果栽培,是广西目前最大的水果生产基地。截止2017年,桂林市种植的水果种类有柑橘、柿、桃、李、梨、枣、葡萄、猕猴桃、百香果等,果园总面积24.0万 hm^2 ,总产量达539.7万t,总产值达152.4亿元,农民人均水果收入5 895.9元,是桂林市农村经济发展和农民脱贫致富的支柱产业之一。然而,近年来桂林市水果产业发展受到了橘小实蝇的严重威胁,一般果园虫果率5%~10%,发生严重的果园30%~50%,甚至毁园^[14-16]。

弄清橘小实蝇种群动态是开展其防控工作的基础。然而,橘小实蝇种群消长规律与气象因素密切相关。研究发现,在莫桑比克的马尼卡省,橘小实蝇的种群密度与最低气温呈正相关,而与平均气温呈负相关^[17]。在我国,也有类似的研究报道^[18-21]。例如,在海南省儋州市月平均气温、月平均最低气温和月降水量显著影响橘小实蝇的种群消长^[21]。基于文献资料,发现不同地区气候条件各异,影响橘小实蝇种群动态的气象因素并不完全一致。2009—2011年,笔者研究了桂林市的灵川县、阳朔县及桂林市郊等柑桔产区橘小实蝇的种群动态^[15];2013—2015年,笔者明确了恭城、平乐、荔浦和蒙山县月柿主栽区橘小实蝇的为害情况,平均蛀果率分别为11.15%、19.78%、45.00%和12.96%^[16]。然而,在常绿和落叶果树两种不同生态环境下,橘小实蝇种群消长规律是否存在差异?气象要素中哪些因子主要影响其种群消长等尚不明确。鉴于此,2015—2017年笔者在桂林市选择了常绿果树柑橘园和落叶果树月柿园两种不同的生态环境,系统研究了橘小实蝇种群消长规律及其与气象要素的相关性,为制定针对性强及有效的综合防控措施提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

甲基丁香酚(2 mL·支⁻¹,广东省昆虫研究所,广州,中国)、永康瓜果蝇诱捕器(柳州市双虹塑料工业有限公司,柳州,中国)。

1.2 实验方法

1.2.1 实验地点 本研究中的常绿果树选择柑橘,试验地点位于广西特色作物研究院原试验示范场内(110.28 °E, 25.29 °N),面积为0.67 hm^2 ,种植有温州蜜柑、南丰蜜橘、脐橙、沙田柚等。此外,园内种有少

部分杨桃、百香果,均为结果树,但处于失管状态。落叶果树选择月柿,试验地点分别位于平乐县沙子镇(110.66 °E, 24.64 °N)和恭城县莲花镇(110.81 °E, 24.85 °N),面积分别为0.4 hm^2 和1.33 hm^2 ,均为月柿生产园,周边均混栽有桃、李等落叶果树,管理水平一般。

1.2.2 调查方法 2015年1月,分别在上述3个果园悬挂内置甲基丁香酚作为性诱剂的诱瓶2个,相距30 m,每隔10 d调查1次,记录诱到的橘小实蝇雄成虫数量(头)并清除,诱瓶中的性诱剂每30 d更换1次,每次添加性诱剂3 mL,直至试验结束。设置1—2月诱虫数、始盛期(≥ 10 头·次⁻¹)、盛发期(≥ 50 头·次⁻¹)、盛末期(≤ 10 头·次⁻¹)等指标进行统计。

1.3 气象资料

气象资料由当地气象局提供,包括桂林市、恭城县和平乐县2015年1月至2017年12月的旬均最高气温(°C)、旬均最低气温(°C)、旬均气温(°C)、旬降雨量(mm)和旬均日照时数(h)共5个气象要素。

1.4 统计分析

试验数据采用SPSS 19.0软件进行分析。将2015—2017年各旬橘小实蝇雄成虫数量(Y)与其同旬的旬均最高气温(X_1)、旬均最低气温(X_2)、旬均气温(X_3)、旬降雨量(X_4)和旬均日照时数(X_5)5种气象因子进行相关分析。此外,为分析5种气象因子间的交互影响及其影响的大小,进行了其对橘小实蝇种群数量变动影响的主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同生境下橘小实蝇种群消长规律

2015—2017年,桂林市常绿果树柑橘园及平乐县、恭城县落叶果树月柿园诱捕到的橘小实蝇数量表明,在柑橘园和月柿园,2015年橘小实蝇的种群发生数量明显高于2016年和2017年(图1~3)。2015—2017年,最冷月份(1—2月)均可诱到少量雄成虫(表1~2),并表现出1—2月诱虫量多的年份当年的诱虫总量也多。分析发现,不同生境下橘小实蝇的始盛期、盛发期和盛末期基本一致,多数年份分别在5月中下旬、5月下旬至11月中下旬和12月上中旬(表1,图1~3)。

2.2 不同生境下主要气象因子对橘小实蝇成虫种群变动影响的相关分析

2.2.1 柑橘园 结果表明,橘小实蝇种群数量的旬

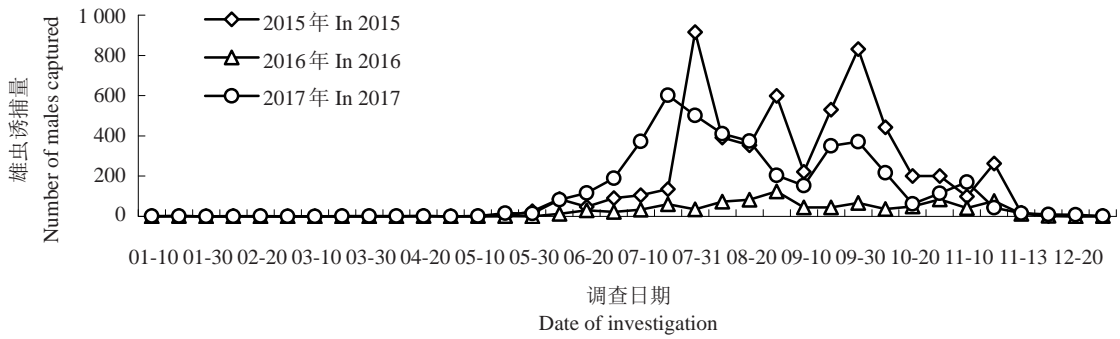


图 1 桂林市柑橘园橘小实蝇种群消长规律(广西特色作物研究院, 2015—2017)

Fig. 1 Population dynamics of *B. dorsalis* in citrus orchards in Guilin (Guangxi Academy of Specialty Crops, 2015—2017)

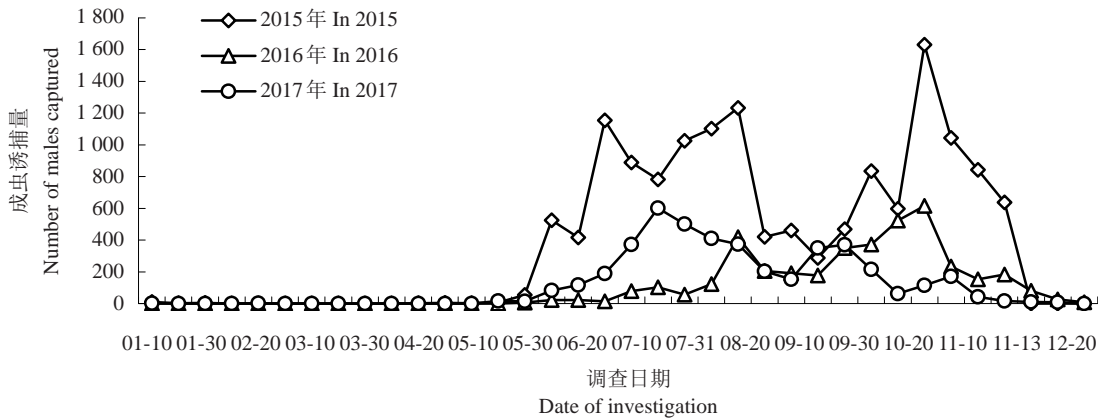


图 2 平乐县月柿园橘小实蝇种群消长规律(沙子镇, 2015—2017)

Fig. 2 Population dynamics of *B. dorsalis* in persimmon orchards in Pinglu County (Shazi Town, 2015—2017)

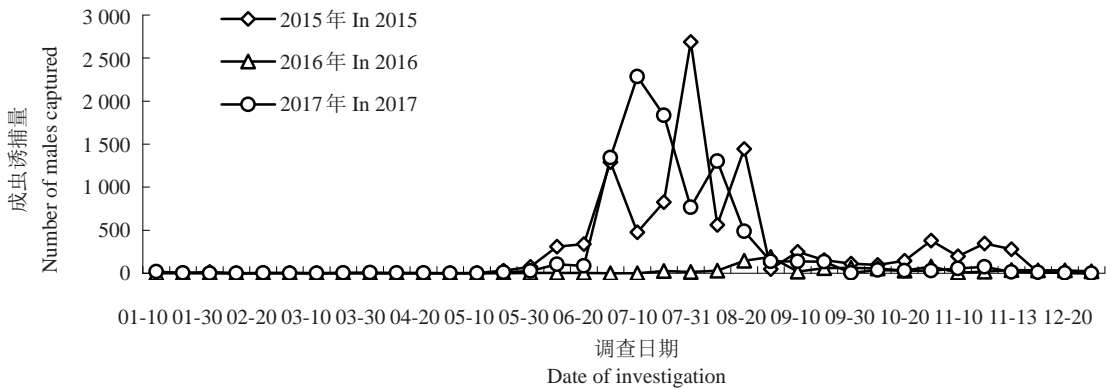


图 3 恭城县月柿园橘小实蝇种群消长规律(莲花镇, 2015—2017)

Fig. 3 Population dynamics of *B. dorsalis* in persimmon orchards in Gongcheng County (Lianhua Town, 2015—2017)

变化与旬均最高气温(X_1)、旬均最低气温(X_2)、旬均气温(X_3)和旬均日照时数(X_5)呈正相关,且均达到显著性水平;虽与旬均降雨量(X_4)呈一定程度的负相关性,但未达到显著性水平(表3)。

主成分分析结果表明,第1个主成分代表了全部性状信息的89.190%,是最重要的主成分;第2个主成分代表了全部性状信息的10.139%,仅次于第1

主成分;其他主成分的贡献率较小,分别为0.653%、0.017%和0.002%;前两个主成分的累积方差贡献率为99.329%,表明前两个主成分已经把影响桂林市橘小实蝇种群消长规律气象因子的99.329%的信息反映出来,因而可以作为气象因子选择的综合指标来分析影响桂林市橘小实蝇种群消长规律(表4)。

表1 不同生境下橘小实蝇种群始盛期、盛发期和盛末期
Table 1 The inception of peak, peak of emergence period, and end of peak period of *B. dorsalis* in citrus and persimmon orchards

年份 Year	调查点 Sampled sites	年诱虫量 Total captured number per year	1—2月诱虫量 Captured number in Jan. and Feb.	始盛期 The inception of peak	盛发期 The peak of emergence period	盛末期 The end of peak period
2015	桂林柑橘园 Citrus orchards in Guilin	5 562	2	5月30日 May 30	6月10日-11月20日 Jun. 10-Nov. 20	12月10日 Dec. 10
	平乐月柿园 Persimmon orchards in Pingle	14 446	19	5月30日 May 30	5月30日-11月30日 May 30-Nov. 30	12月10日 Dec. 10
	恭城月柿园 Persimmon orchards in Gongcheng	10 111	35	5月20日 May 20	5月30日-11月30日 May 30-Nov. 30	12月20日 Dec. 20
2016	桂林柑橘园 Citrus orchards in Guilin	942	1	6月10日 Jun.10	7月20日-11月20日 Jul. 20-Nov. 20	12月10日 Dec. 10
	平乐月柿园 Persimmon orchards in Pingle	3 970	2	6月10日 Jun.10	7月10日-12月10日 Jul. 10-Dec. 10	12月30日 Dec. 30
	恭城月柿园 Persimmon orchards in Gongcheng	887	5	7月20日 Jul.20	8月20日-10月31日 Aug. 20-Oct. 31	1月20日 Jan. 20
2017	桂林柑橘园 Citrus orchards in Guilin	4 407	5	5月20日 May 20	6月10日-11月10日 Jun. 10-Nov. 10	12月20日 Dec. 20
	平乐月柿园 Persimmon orchards in Pingle	13 178	45	5月20日 May 20	5月20日-11月20日 May 20-Nov. 20	12月20日 Dec. 20
	恭城月柿园 Persimmon orchards in Gongcheng	8 962	25	5月20日 May 20	6月10日-11月20日 Jun. 10-Nov. 20	12月20日 Dec. 20

表2 桂林市、平乐县和恭城县年均温及1—2月均温和平均最低温

Table 2 Average annual air temperature, and average air temperature and average minimum temperature in Jan. and Feb. in Guilin, Pingle and Gongcheng

调查点 Sampled sites	年份 Year	年均温度 Average annual air temperature	1—2月均温 Average air temperature in Jan. and Feb.	1—2月平均最低温 Average of minimum temperature in Jan. and Feb.
桂林 Guilin	2015	19.9	11.4	9.1
	2016	20.4	9.7	7.2
	2017	20.3	11.7	9.2
平乐 Pingle	2015	20.2	12.1	9.1
	2016	20.4	10.2	7.3
	2017	20.5	12.5	9.4
恭城 Gongcheng	2015	20.5	12.5	9.5
	2016	20.9	10.3	7.5
	2017	20.9	12.7	9.8

2.2.2 月柿园 分析结果表明,平乐县月柿园橘小实蝇种群数量的旬变化与旬均最高气温(X_1)、旬均最低气温(X_2)、旬均气温(X_3)和旬均日照时数(X_5)呈正相关,且均达到显著性水平;与旬均降雨量(X_4)呈一定程度的正相关性,但未达到显著性水平(表5)。

主成分分析结果表明,第1个主成分代表了全

表3 桂林市柑橘园橘小实蝇种群消长规律与气象因子的相关性分析

Table 3 The correlation analysis between population dynamics of *B. dorsalis* and meteorological factors in Guilin

性状 Character	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y		0.000	0.000	0.000	0.442	0.000
X_1	0.718		0.000	0.000	0.006	0.000
X_2	0.672	0.976		0.000	0.001	0.000
X_3	0.706	0.993	0.994		0.002	0.000
X_4	-0.025	0.411	0.500	0.459		0.308
X_5	0.765	0.750	0.651	0.703	-0.086	

注:对角线以下表示相关系数,对角线以上表示相关系数的显著水平。 X_1 表示旬均最高气温($^{\circ}\text{C}$), X_2 表示旬均最低气温($^{\circ}\text{C}$), X_3 表示旬均气温($^{\circ}\text{C}$), X_4 表示旬均降雨量(mm), X_5 表示旬均日照时数(h), Y 表示橘小实蝇雄成虫旬种群数量。下同。

Note: Below diagonal is correlation coefficient, and above diagonal is significant level of the correlation coefficient. X_1 represents the ten days mean maximum temperature ($^{\circ}\text{C}$), X_2 represents the ten days mean minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$), X_3 represents the ten days mean temperature ($^{\circ}\text{C}$), X_4 represents the ten days rainfall amounts (mm), X_5 represents the ten days sunlight hours day (h), and Y represents the ten days amounts of *B. dorsalis* male adults captured by sex pheromone traps. The same below.

部性状信息的70.433%,是最重要的主成分;第2个主成分代表了全部性状信息的27.201%,仅次于第1主成分;第3个主成分代表了全部性状信息的2.292%。其他主成分的贡献率较小,分别为0.070%

表 4 桂林市主要气象因子相关矩阵的特征向量及主成分的方差贡献率和累计方差贡献率

Table 4 Eigenvectors of correlation matrix, and variance proportion and cumulative variance proportion of principal components of main meteorological factors in Guilin

主成分 Principal components	特征向量 Eigenvectors					特征值 Eigenvalue	贡献率 Proportion/%	累积贡献率 Cumulative/%
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
PRIN1	0.000	0.005	0.129	-7.855	-42.622	3 638.627	89.190	89.190
PRIN2	0.000	0.004	0.138	6.629	-48.457	413.628	10.139	99.329
PRIN3	0.000	0.005	0.133	0.314	90.660	26.640	0.653	99.982
PRIN4	0.016	-0.004	-0.212	-0.110	0.146	0.690	0.017	99.998
PRIN5	0.000	0.038	-0.325	1.352	-0.226	0.063	0.002	100.000

表 5 平乐县月柿园橘小实蝇种群消长规律与气象因子的相关性分析

Table 5 The correlation analysis between population dynamics of *B. dorsalis* and meteorological factors in Pingle County

性状 Character	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y		0.000	0.000	0.000	0.331	0.001
X_1	0.595		0.000	0.000	0.014	0.000
X_2	0.577	0.963		0.000	0.003	0.000
X_3	0.603	0.989	0.989		0.006	0.000
X_4	0.075	0.367	0.446	0.415		0.490
X_5	0.502	0.752	0.639	0.712	-0.004	

表 6 平乐县主要气象因子相关矩阵的特征向量及主成分的方差贡献率和累计方差贡献率

Table 6 Eigenvectors of correlation matrix, and variance proportion and cumulative variance proportion of principal components of main meteorological factors in Pingle County

主成分 Principal components	特征向量 Eigenvectors					特征值 Eigenvalue	贡献率 Proportion/%	累积贡献率 Cumulative/%
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
PRIN1	0.001	0.004	0.093	4.787	-32.231	1 103.055	70.433	70.433
PRIN2	0.001	0.003	0.104	-3.964	-38.480	425.991	27.201	97.634
PRIN3	0.001	0.004	0.091	-0.183	72.667	35.890	2.292	99.925
PRIN4	0.029	-0.007	-0.124	0.080	-1.177	1.093	0.070	99.995
PRIN5	0.001	0.040	-0.225	-0.941	-2.951	0.076	0.005	100.000

表 7 恭城县月柿园橘小实蝇种群消长规律与气象因子的相关性分析

Table 7 The correlation analysis between population dynamics of *B. dorsalis* and meteorological factors in Gongcheng County

性状 Character	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y		0.000	0.000	0.000	0.108	0.000
X_1	0.574		0.000	0.000	0.010	0.000
X_2	0.592	0.972		0.000	0.003	0.000
X_3	0.591	0.992	0.992		0.005	0.000
X_4	0.211	0.384	0.453	0.420		0.367
X_5	0.540	0.730	0.632	0.693	-0.059	

主成分分析结果表明,第 1 个主成分代表了全部性状信息的 78.929%,是最重要的主成分;第 2 个主成分代表了全部性状信息的 19.436%;第 3 个主成

和 0.005%。前 3 个主成分的累积方差贡献率为 99.925%,表明前 3 个主成分已经把影响平乐橘小实蝇种群数量变动的气象因子的 99.925%的信息反映出来,因而可以作为气象因子选择的综合指标来分析影响平乐橘小实蝇种群变动(表 6)。

分析结果表明,恭城县月柿园橘小实蝇种群数量的旬变化与旬均最高气温(X_1)、旬均最低气温(X_2)、旬均气温(X_3)和旬均日照时数(X_5)呈正相关,且均达到显著性水平;与旬均降雨量(X_4)呈一定程度的正相关性,但未达到显著性水平(表 7)。

分代表了全部性状信息的 1.591%。其他主成分的贡献率较小,分别为 0.040%和 0.003%。前 3 个主成分的累积方差贡献率为 99.956%,表明前 3 个主成分已经把影响恭城橘小实蝇种群数量变动的气象因子的 99.956%的信息反映出来,因而可以作为气象因子选择的综合指标来分析影响恭城橘小实蝇种群变动(表 8)。

3 讨 论

3.1 橘小实蝇种群消长规律

种群消长规律是昆虫重要的生态学特性之一,且受气候条件、作物种类及结构、虫口基数、防控方法等^[4-5,16]诸多因素的影响,弄清橘小实蝇种群消长

表8 恭城县主要气象因子相关矩阵的特征向量及主成分的方差贡献率和累计方差贡献率

Table 8 Eigenvectors of correlation matrix, and variance proportion and cumulative variance proportion of principal components of main meteorological factors in Gongcheng County

主成分 Principal components	特征向量 Eigenvectors					特征值 Eigenvalue	贡献率 Proportion/%	累积贡献率 Cumulative/%
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5			
PRIN1	0.000	0.005	0.099	-6.026	-32.602	1 703.621	78.929	78.929
PRIN2	0.000	0.004	0.106	5.024	-39.649	419.517	19.436	98.365
PRIN3	0.000	0.004	0.098	0.329	73.374	34.332	1.591	99.956
PRIN4	0.024	-0.004	-0.144	-0.040	-0.489	0.873	0.040	99.997
PRIN5	0.000	0.039	-0.240	0.991	-2.007	0.075	0.003	100.000

规律是制定有效综合防控措施的重要依据。在桂林市柑橘园中,6月上旬至11月中旬橘小实蝇种群发生量大,1-5月下旬和11月下旬-12月橘小实蝇种群发生量较低,其种群消长规律可能与柑橘品种及其成熟期有关,因为不同品种柑橘园橘小实蝇种群的发生期不同,种群发生高峰期因品种而异,种群发生量也与果实成熟期有关(越接近成熟期果园,橘小实蝇种群发生量越高)^[15,22];在平乐县和恭城县月柿园中,1-5月上旬和12月诱到少量橘小实蝇成虫,5月中下旬-11月中下旬种群发生量较高,12月后种群发生量急剧减少,这与以往的研究结果一致^[22]。橘小实蝇在恭城县月柿园的种群动态中,2017年9月30日之后的种群数量与历年同期相比异常偏少,主要是因为2017年9月23日果农误对我们定点监测的果园喷洒了化学杀虫剂所致。总体而言,橘小实蝇在常绿果树柑橘园和落叶果树月柿园两种生境下的种群消长规律基本一致。然而,部分年份月柿园橘小实蝇的始盛期稍早于柑橘园,而盛末期又稍晚于柑橘园,可能与采收期不同有关。

3.2 橘小实蝇种群消长规律与气象要素的相关性

气象要素是影响橘小实蝇种群消长规律的主要因素,尤其是温度。例如,月平均气温和月平均最低气温是影响云南六库橘小实蝇种群数量的主要限制性因素^[18]。本研究针对橘小实蝇在常绿果树柑橘园和落叶果树月柿园的种群消长规律与气象要素相关性的研究表明,两种生境下橘小实蝇种群消长规律与旬均最高气温、旬均最低气温、旬均气温和旬均日照时数呈正相关,且旬均最高气温和旬均最低气温是影响橘小实蝇种群消长规律最重要的气象因子,这与前人在贵州省兴义市^[19]、云南省蒙自市^[20]、海南省儋州市^[21]针对橘小实蝇种群消长规律与气象要素相关性的研究结果相类似,各气象要素中以温度对橘小实蝇种群消长规律的影响最大。

4 结论

通过研究柑橘园和月柿园两种不同生境下橘小实蝇种群消长规律及其与气象要素的相关性,发现两种生境下橘小实蝇种群消长规律相似;明确了冬季诱捕虫量多的年份,当年橘小实蝇可能会大发生;旬均最高气温和旬均最低气温是影响两种生境下橘小实蝇种群消长规律最重要的气象因子。

致谢:感谢桂林万方植保有限责任公司协助调查。

参考文献 References:

- [1] CLARKE A R, ARMSTRONG K F, CARMICHAEL A E, MILNE J R, RAGHU S, RODERICK G K, YEATES D K. Invasive phytophagous pests arising through a recent evolutionary radiation: The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies[J]. Annual Review of Entomology, 2005, 50(1): 293-319.
- [2] 张格成,李继祥. 柑桔小实蝇主要生物生态学 and 综合治理综述[J]. 广西柑桔, 1997(3): 10-11.
ZHANG Gecheng, LI Jixiang. Advances in research of bioecology and integrated management of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) [J]. Southern Horticulture, 1997 (3): 10-11.
- [3] 梁光红,陈家骅,杨建全,黄居昌,季清娥. 桔小实蝇国内研究概况[J]. 华东昆虫学报, 2003, 12(2): 90-98.
LIANG Guanghong, CHEN Jiahua, YANG Jianquan, HUANG Juchang, JI Qing'e. Advances in research of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in China [J]. Entomological Journal of East China, 2003, 12(2): 90-98.
- [4] 黄素青,韩日畴. 桔小实蝇的研究进展[J]. 应用昆虫学报, 2005, 42(5): 479-484.
HUANG Suqing, HAN Richou. Study advance of *Bactrocera dorsalis* [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2005, 42 (5): 479-484.
- [5] 林进添,曾玲,陆永跃,梁广文,许益鏖. 桔小实蝇的生物学特性及防治研究进展[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2004, 17(1): 60-67.
LIN Jintian, ZENG Ling, LU Yongyue, LIANG Guangwen, XU Yijuan. Research advances in biology and control of *Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* (Hendel) [J]. Journal of Zhongkai University of Agriculture and Technology, 2004, 17(1): 60-67.

- [6] 马兴莉,李志红,胡学难,吴佳教. 橘小实蝇、瓜实蝇和南亚果实蝇对广东省造成的经济损失评估[J]. 植物检疫, 2013, 27(3): 50-56.
MA Xingli, LI Zhihong, HU Xuenan, WU Jiajiao. The assessment of the economic losses caused by *Bactrocera dorsalis*, *B. cucurbitae* and *B. tau* to Guangdong Province[J]. Plant Quarantine, 2013, 27(3): 50-56.
- [7] 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, (2): 51, 62.
QU Haixue, SUN Jingshuang. Observation of the living habit of *Bactrocera dorsalis*[J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2013, (2): 51, 62.
- [8] 林进添,曾玲,宾淑英,梁广文,曹俐. 性诱剂防治桔小实蝇的效果评价[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2005, 18(2): 10-14.
LIN Jintian, ZENG Ling, BIN Shuying, LIANG Guangwen, CAO Li. Efficacy of sexual trap on oriental fruit fly *Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* (Hendel) [J]. Journal of Zhongkai University of Agriculture and Technology, 2005, 18(2): 10-14.
- [9] 王玉玲. 桔小实蝇的发生与诱杀防治研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2013, 35(2): 253-259.
WANG Yuling. Study advance in incidence and trap control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) [J]. Journal of Environmental Entomology, 2013, 35(2): 253-259.
- [10] 廖宪成,谢培超,卢进才,杨仁雄. 5种防治措施对柑桔园桔小实蝇的防治效果观察[J]. 广西植保, 2013, 26(3): 10-11.
LIAO Xiancheng, XIE Peichao, LU Jincan, YANG Renxiong. Efficacy of 5 control measures against *Bactrocera dorsalis* in citrus orchards [J]. Guangxi Plant Protection, 2013, 26(3): 10-11.
- [11] 全金成,江一红,陈贵峰,万保雄,阳爱民,易显荣,梁瑞郑. 聪绿饵剂防治早熟温州蜜柑橘小实蝇试验示范[J]. 南方园艺, 2016, 42(1): 53-55.
QUAN Jincheng, JIANG Yihong, CHEN Guifeng, WAN Baoxiong, YANG Aimin, YI Xianrong, LIANG Ruizheng. Experiment on prevention effect of 'Conglv' bait formulation on *Bactrocera dorsalis* in early-maturing satsuma mandarin [J]. Southern Horticulture, 2016, 42(1): 53-55.
- [12] 陆英发,孙海滨,李鹏燕,王思威,陈玉托. 聪绿果实蝇饵剂防治新会柑桔小实蝇的效果评价[J]. 东南园艺, 2016, (1): 23-26.
LU Yingfa, SUN Haibin, LI Pengyan, WANG Siwei, CHEN Yutuo. Effect evaluation of control and prevention *Bactrocera dorsalis* by 'Conglv' bait in xinhui citrus orchard [J]. Southeast Horticulture, 2016, (1): 23-26.
- [13] 全金成,江一红,陈贵峰,万保雄,阳爱民,易显荣,梁瑞郑,姜全,高爱华,赛斯文. 聪绿饵剂防治月柿橘小实蝇田间效果评价[J]. 中国果树, 2017, 187(5): 65-67, 75.
QUAN Jincheng, JIANG Yihong, CHEN Guifeng, WAN Baoxiong, YANG Aimin, YI Xianrong, LIANG Ruizheng, JIANG Quan, GAO Aihua, SAI Siwen. Efficacy of 'Conglv' bait against *Bactrocera dorsalis* in persimmon orchards [J]. China Fruits, 2017, 187(5): 65-67, 75.
- [14] 梁瑞郑,全金成,万保雄,易显荣,常运涛,阳爱民,江一鸿,韦励业. 桔小实蝇为害广西早熟梨调查初报[J]. 中国南方果树, 2008, 38(1): 54-55.
LIANG Ruizheng, QUAN Jincheng, WAN Baoxiong, YI Xianrong, CHANG Yuntao, YANG Aimin, JIANG Yihong, WEI Liye. Investigation of early ripening pear damaged by *Bactrocera dorsalis* in Guangxi [J]. South China Fruits, 2008, 38(1): 54-55.
- [15] 门友均,邓明学,张素英,唐明丽,阳廷密,张戈壁,覃旭. 桂林地区桔小实蝇发生动态及防治研究[J]. 中国南方果树, 2013, 42(1): 53-55.
MEN Youjun, DENG Mingxue, ZHANG Suying, TANG Mingli, YANG Tingmi, ZHANG Gebi, QIN Xu. Population dynamic and control of *Bactrocera dorsalis* in Guangxi [J]. South China Fruits, 2013, 42(1): 53-55.
- [16] 全金成,陈贵峰,江一红,万保雄,阳爱民,易显荣,梁瑞郑. 月柿桔小实蝇为害调查及其原因分析[J]. 中国南方果树, 2016, 45(3): 144-146.
QUAN Jincheng, CHEN Guifeng, JIANG Yihong, WAN Baoxiong, YANG Aimin, YI Xianrong, LIANG Ruizheng. Investigation of persimmon damaged by *Bactrocera dorsalis* and its cause analysis [J]. South China Fruits, 2016, 45(3): 144-146.
- [17] BOTA L D, FABIAO B G, VIRGILIO M, MWATAWALA M, CANHANGA L, CUGALA D R, DE MEYER M. Seasonal abundance of fruit flies (Diptera: Tephritidae) on mango orchard and its relation with biotic and abiotic factors in Manica Province, Mozambique [J]. Fruits, 2018, 73(4): 218-227.
- [18] 陈鹏,叶辉. 云南六库桔小实蝇成虫种群数量变动及其影响因子分析[J]. 昆虫学报, 2007, 50(1): 38-45.
CHEN Peng, YE Hui. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Liuku, Yunnan with an analysis of the influencing factors [J]. Acta Entomologica Sinica, 2007, 50(1): 38-45.
- [19] 王涛,任艳玲,王珂佳,杨茂发,张润志. 兴义桔小实蝇发生动态及影响因子研究[J]. 南方农业学报, 2015, 46(5): 806-812.
WANG Tao, REN Yanling, WANG Kejia, YANG Maofa, ZHANG Runzhi. Occurrence dynamics and influencing factor of *Bactrocera dorsalis* in Xingyi City, Guizhou Province [J]. Journal of Southern Agriculture, 2015, 46(5): 806-812.
- [20] 闫振华,张金龙,方薛交,朱文禄,张文华,吴革瑛,张玲,陶玫,陈国华. 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.
YAN Zhenhua, ZHANG Jinlong, FANG Xuejiao, ZHU Wenlu, ZHANG Wenhua, WU Geying, ZHANG Ling, TAO Mei, CHEN Guohua. 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.
- [21] 邢楚明,韩冬银,张方平,牛黎明,符悦冠. 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.
XING Chuming, HAN Dongyin, ZHANG Fangping, NIU Liming, FU Yueguan. Effect of climatic factors on population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in mango plantation [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2017, 37(4): 48-51.
- [22] 袁辉,李安国,吴敏,罗标,刘兆鸿. 桔小实蝇田间消长动态监测[J]. 植物检疫, 2012(6): 81-83.
YUAN Hui, LI Anguo, WU Min, LUO Biao, LIU Zhaohong. Detection of population dynamic of *Bactrocera dorsalis* in the fields [J]. Plant Quarantine, 2012(6): 81-83.