

南丰蜜桔携带桔小实蝇的溴甲烷磷化氢 低温混合熏蒸试验研究

杨益芬¹ 邵宝林¹ 寇巧燕¹ 张涛¹ 李柏树^{2*} 王勇涛^{1**}

(1.成都海关 四川成都 610041; 2.中国检验检疫科学研究院)

Experimental study on mixed fumigation with methyl bromide and phosphine at low temperature for disinfection of oriental fruit fly in NanFeng mandarin orange. Yang Yifen¹, Shao Baolin¹, Kou Qiaoyan¹, Zhang Tao¹, Li Baishu^{2*}, Wang Yongtao^{1**} (1.Chengdu Customs District, Chengdu 610041, China; 2.Chinese Academy of Inspection and Quarantine)

Abstract A mixed fumigation experiment was carried out to control the 3rd instar larvae of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), in Nanfeng mandarin orange by using the different fumigation characteristics of methyl bromide (MB) and phosphine (PH₃). The dose-response test of MB fumigation (for 8 h) was conducted at 5°C and then the dose-mortality data was analyzed by using the probit model, and the estimated CT value for LD₉₉ was 115.9 g·h/m³ when conducting MB fumigation alone. When dosages of 0.568, 0.852, 1.136 and 1.42 g/m³ phosphine were added to the system for mixed fumigation, the estimated LD₉₉ value decreased to 71.9, 71.8, 72.3 and 76.5 g·h/m³, respectively. Therefore, the mixed fumigation showed an obvious synergistic effect, resulting the synergistic ratio (LD₉₉ for methyl bromide fumigation alone/LD₉₉ for mixed fumigation) were 1.66, 1.66, 1.65 and 1.56, respectively. According to the estimated LD_{99,9968}, the amount of methyl bromide can be reduced by about 16%. The effects of fumigation on physical and chemical quality (soluble sugar, acidity, vitamin C) of Nanfeng mandarin orange after 14 d storage at low temperature 5°C or 7 d at room temperature of 25°C were tested. There were no significant change on hardness and physico-chemical quality (total soluble sugar, acidity, vitamin C). When the oranges was stored under low temperature conditions, the mixed fumigation treatment didn't significantly increase the respiration intensity and decay rate. Whereas, the mixed fumigation treatment significantly increased the respiration intensity and decay rate as the oranges were stored under room temperature.

Keywords NanFeng mandarin orange; *Bactrocera dorsalis*; methyl bromide; phosphine; mixed fumigation; quality evaluation

摘要 利用溴甲烷与磷化氢的不同熏蒸特性,开展了南丰蜜桔携带桔小实蝇3龄幼虫的低温混合熏蒸试验研究,结果表明,在5°C条件下使用溴甲烷(熏蒸8h)进行剂量-响应试验,经机率值分析预测达到LD₉₉的CT值为115.9 g·h/m³;当分别加入0.568、0.852、1.136和1.42 g/m³磷化氢后进行混合熏蒸,预测其LD₉₉分别为71.9、71.8、72.3和76.5 g·h/m³。混合熏蒸表现出明显的增效作用,其协同比率(溴甲烷熏蒸LD₉₉/混合熏蒸LD₉₉)分别为1.66、1.66、1.65和1.56;依据LD_{99,9968}推算可减少溴甲烷用量约16%。测试熏蒸后5°C低温储藏14d和室温25°C储藏7d,对南丰蜜桔的硬度及理化品质(可溶性糖、酸度、维生素C)影响,结果显示无显著影响;在低温储藏条件下,混合熏蒸对呼吸速率和腐烂率均无显著影响;在室温储藏条件下,呼吸强度和腐烂率显著增加。

关键词 南丰蜜桔;桔小实蝇;溴甲烷;磷化氢;混合熏蒸;品质评价

中图分类号 S41 **文献标识码** A **DOI**: 10.19662/j.cnki.issn1005-2755.2022.00.019

基金项目:海关总署科技计划项目(2019HK031);成都市科技项目(2021-YF05-02309-SN)

第一作者:硕士,高级农艺师,研究方向为植物检疫, E-mail: 23183140@qq.com

*通信作者:硕士,副研究员,研究方向为检疫处理, E-mail: libaishu@163.com

**通信作者:硕士,研究方向为植物保护, E-mail: 13881899292@139.com

收稿日期:2022-03-15

南丰蜜桔(*Citrus reticulata* Blanco cv. Kinokuni),别称贡橘、蜜橘、南丰橘,是我国柑橘中的优良品种,已有1300年的栽培历史^[1]。目前,南丰蜜桔在南丰县种植面积达4.6万hm²,产量达15亿kg,以果色金黄、皮薄肉嫩、食不存渣、风味浓甜、芳香扑鼻而受到广大消费者的青睐^[2],不仅畅销全国各地,还远销北美、欧盟、中东、东南亚等地的40多个国家和地区。随着世界多极化、经济全球化深入发展,有害生物传入传出风险与日俱增,进口国官方严格的检疫准入要求成为制约农产品对外贸易健康发展的突出问题。因我国柑橘产区与实蝇发生区域重叠,柑橘携带的桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912)等有害生物成为国外重点关注的检疫对象,直接影响柑橘出口贸易。开展桔小实蝇检疫处理技术研究,对促进南丰蜜桔对外贸易健康可持续发展意义重大。

桔小实蝇,属双翅目(Diptera)实蝇科(Tephritidae),是一种入侵性很强的物种,最初于1912年在中国台湾被记录^[3],现至少在65个国家被发现,被欧洲和地中海植物保护组织、亚洲和太平洋区域植物保护委员会、南锥体区域植物保护组织、加勒比海区域植物保护委员会、非洲植物检疫理事会和中美洲国际动植物保护组织列入重点关注的检疫性有害生物。桔小实蝇寄主种类多,可危害柑橘、梨、桃、辣椒、瓜类等40多科250余种水果和蔬菜,其幼虫在果蔬内取食为害,常导致果实未熟先黄,脱落或腐烂,严重影响果蔬产量和品质,属于最具重要经济意义的实蝇种类之一,需要加强田间防控和检疫处理。

目前,关于桔小实蝇的检疫处理方法主要有溴甲烷熏蒸^[4-6]、磷化氢熏蒸^[7-10]、冷处理^[11-13]、热处理^[13-15]、辐照处理^[16-17]等。溴甲烷熏蒸容易对柑橘品质造成影响^[18];低温处理能有效杀死果实内幼虫且果实品质仍保持优良性状,但处理周期较长;热处理尤其是微波处理,如温度控制不当易产生“热伤害”;辐照处理的应用也存在消费者排斥、口岸监管难等局限^[19]。因此,本研究结合口岸实际,利用溴甲烷和磷化氢两种不同特性的熏蒸剂,开展混合熏蒸,为口岸检疫除害处理提供更经济环保的选择,也为南丰蜜桔打破贸易壁垒出口提供了技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试虫来源

试验中的桔小实蝇采集于广东省广州市受感染的番石榴,剖果挑出3龄幼虫,待化蛹后寄往中国检验检疫科学研究院,在养虫室的沙中化蛹,羽化后

的成虫使用糖、蛋白胨、水以及新鲜水果饲养^[7],控制温度为25±2℃,相对湿度为50%~70%,光周期L:D=14h:10h。

1.1.2 供试水果

南丰蜜桔果实成熟时收获于江西省南丰县某商业果园,在24h内运送到中国检验检疫科学研究院。实验使用无病或无明显缺陷,大小和颜色均一的健康水果进行处理和品质测试。

1.1.3 试剂及仪器

溴甲烷(99.5%,连云港死海溴化物有限公司),磷化氢(1.02%,北京北氧特种气体研究所),气相色谱仪(Agilent 6890N,美国安捷伦公司),人工气候箱(MMM Climacell 404,德国Binder公司),质构仪(TMS-Pilot,美国FTC公司),手持式糖度仪(Pocket PAL-1,日本ATAGO公司),酸度计(GMK-855,韩国G-WON公司)。

1.2 熏蒸方法

1.2.1 获取桔小实蝇3龄幼虫

采用自然感染法,将南丰蜜桔洗净,常温晾干后,放入饲养笼中进行自然感染,饲养笼中约有3000只桔小实蝇成虫,为避免过度侵染加速果实腐烂,每个果实自然感染时间不超过20min,每个果实的产卵数在50粒以上。将被产卵的果实放在底部铺有吸水纸的塑料篮中,用透气纱网封好,在养虫室前述条件下培养7d,以获得3龄幼虫。

1.2.2 熏蒸处理

将带有3龄幼虫的虫果分别放入容积为6L底部装有风扇的玻璃熏蒸罐中,每罐内放入6个虫果。装罐后放入5℃的人工气候箱中平衡12h后,依次投入设定的溴甲烷和磷化氢气体,开启底部风扇持续运转至结束,熏蒸8h。在溴甲烷单独熏蒸的剂量-响应试验中,溴甲烷剂量为0(对照)、3、6、9、12、15、18、21、24g/m³;在混合熏蒸试验中,再分别投入0.568、0.852、1.136和1.42g/m³磷化氢气体。在熏蒸后15min时和熏蒸结束前抽取0.4mL气体用气相色谱仪检测罐中熏蒸剂气体浓度,熏蒸结束后将密闭熏蒸罐移入通风橱散气4h,置于室温下48h以后剖果检查并统计死亡率。判断死亡标准为:幼虫虫体变暗、经针刺后无反应。

1.3 蜜桔品质测试

在5℃条件下设置3组处理,每组50个健康的南丰蜜桔,分别为:CK不加熏蒸剂、投入35g/m³溴甲烷、投入35g/m³溴甲烷并投入1.136g/m³磷化氢气体混合熏蒸处理南丰蜜桔8h,然后将蜜桔放置于5±0.5℃人工气候箱中低温保存,2周后测定品

质;或者熏蒸后放置于 $25\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 人工气候箱中,7 d后测定品质。测试方法参照李柏树等^[18],随机挑选3个蜜桔作为测试样本。

1.3.1 硬度

使用质构仪测定蜜桔果皮的硬度,在赤道面3个位置测定。用直径2 mm圆柱形探头穿刺,穿刺距离为10 mm,速度为1 mm/s,记录穿刺过程中最大力(单位为牛顿N)。

1.3.2 糖度

南丰蜜桔去皮榨汁,取澄清果汁,手持式糖度仪测定,每个果实重复测3次。

1.3.3 酸度

取澄清果汁0.3 mL,蒸馏水稀释至30 mL,使用酸度计测定,每个果实重复测3次。

1.3.4 维生素C

取澄清果汁,使用抗坏血酸(Vc)测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)进行测定。

1.3.5 呼吸强度

熏蒸后分别在各处理组取出30个南丰蜜桔,每10个蜜桔为一个重复,共重复3次。在 5°C 储藏14 d进行呼吸强度测定,再转入 25°C 储藏7 d后进行呼吸强度测定。将果实密封在6 L的熏蒸罐中,分别在封罐后和4 h时,抽取0.4 mL气体。气相色谱仪检测 CO_2 的浓度。呼吸强度以 $\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{h}$ 表示。果实的重量用电子天平测量。

呼吸强度=(4 h时 CO_2 浓度-初始 CO_2 浓度) \times 熏蒸罐体积/(果重 \times 密闭时间)

1.4 数据分析

根据熏蒸期间监测的浓度计算CT值,对CT值——死亡率数据采用PoloPlus 2.0软件(LeOra

software公司)进行机率值分析,预测在95%置信水平下死亡率达到99%和99.996 8%时的最低CT值。分析中采用机率值模型,CT值未经对数转换。为分析协同作用,采用Zhao等的分析方法,即使用协同比率(synergistic ratio,SR)确定混合熏蒸相对于溴甲烷单一熏蒸处理的协同增效作用,如方程式(1)所示^[20]:

$$\text{协同比率(SR)} = \frac{\text{溴甲烷单独熏蒸处理的LD值}}{\text{溴甲烷磷化氢混合熏蒸处理的LD值}} \quad (1)$$

SR=1 表示相加作用

SR<1 表示拮抗作用

SR>1 表示增效作用

南丰蜜桔品质检测数据采用SPSS软件(23.0版本)进行单因素方差分析,用Duncan检验法对相关指标进行差异性显著比较。

2 结果与分析

2.1 桔小实蝇熏蒸的毒力分析

溴甲烷熏蒸(MB)、溴甲烷+磷化氢(PH_3)混合熏蒸的毒力分析结果见表1。结果显示,预测的CT值在混合熏蒸处理中均低于溴甲烷单独熏蒸,且溴甲烷气体在添加0.568、0.852和1.136 g/m^3 磷化氢混合熏蒸时, LD_{99} 的95%置信区间上限均低于溴甲烷熏蒸的下限(98.6 $\text{g}\cdot\text{h}/\text{m}^3$),表明混合熏蒸的CT值均显著低于溴甲烷熏蒸的CT值,MB+1.42 g/m^3 PH_3 熏蒸上限(104.7 $\text{g}\cdot\text{h}/\text{m}^3$)与溴甲烷熏蒸下限有部分重叠,差异不显著。计算4种混合熏蒸的协同比率分别为1.66、1.66、1.65、1.56,表明加入磷化氢后出现了明显的、效率相近的增效作用,因此,加入0.568 g/m^3 PH_3 即可达到稳定的增效作用。

表1 5°C 条件下溴甲烷与磷化氢混合熏蒸桔小实蝇3龄幼虫的机率值分析结果

熏蒸方法	试虫数	斜率 \pm 标准误(SE)	异质系数	最低CT值及其置信区间/($\text{g}\cdot\text{h}/\text{m}^3$)	
				LD_{99}	$\text{LD}_{99.9968}$
MB	1 515	5.279 \pm 0.261	3.06	115.9(98.6~145.1)	240.5(184.5~350.3)
MB+0.568 g/m^3 PH_3	1 973	3.738 \pm 0.257	0.54	71.9(62.7~85.5)	201.6(157.2~278.5)
MB+0.852 g/m^3 PH_3	1 857	3.653 \pm 0.325	0.51	71.8(66.4~91.8)	206.5(157.5~301.9)
MB+1.136 g/m^3 PH_3	1 664	3.924 \pm 0.268	0.60	72.3(63.7~85.1)	193.1(152.5~262.5)
MB+1.42 g/m^3 PH_3	2 213	3.977 \pm 0.283	2.25	76.5(62.4~104.7)	201.5(138.3~366.3)

$\text{LD}_{99.9968}$ 为外推值,但它作为检疫处理应用的参考CT值,因此,表1中以 $\text{LD}_{99.9968}$ 为依据推算,混合熏蒸时 $\text{LD}_{99.9968}$ 值相对固定,较仅使用溴甲烷熏蒸,可降低溴甲烷使用量约16%。

2.2 熏蒸后南丰蜜桔的品质变化

对南丰蜜桔熏蒸后在 5°C 低温条件下储藏14 d后,其理化品质测试结果(表2)可以发现,与未进行

熏蒸的对照相比,溴甲烷单独熏蒸或混合熏蒸在可溶性糖、酸度、表皮硬度、维生素C、腐烂率等5个指标上均未表现出显著差异($P>0.05$);但呼吸强度差异显著($P\leq 0.001$),溴甲烷熏蒸呼吸强度显著增加,而混合熏蒸与未处理的对照无显著差异,表明混合熏蒸对低温储藏的果实品质无显著影响。

表2 南丰蜜桔熏蒸后低温储藏14 d的理化品质指标变化情况

处理	可溶性糖	总酸度 /%	果皮硬度 /N	维生素 C/(mg/100 mL)	呼吸强度 /(mL/kg·h)	腐烂率 /%
CK	15.7±0.8a	1.00±0.07a	2.79±0.52a	56.6±4.1a	9.3±1.0b	5.9±3.4a
MB	15.7±0.6a	0.99±0.12a	3.17±0.44a	55.4±8.4a	15.7±0.2a	5.9±4.6a
MB+PH ₃	15.6±0.4a	0.95±0.09a	3.28±0.32a	56.9±2.2a	10.8±1.0b	6.7±2.2a
df	2,17	2,17	2,17	2,17	2,8	2,8
F	0.133	0.482	0.586	0.126	46.5	0.043
P	0.877	0.216	0.569	0.882	≤0.001	0.958

注:数据为平均值±标准误(SE),每列中字母不同表示具有显著差异($P<0.05$)。下表同。

对南丰蜜桔熏蒸后在常温条件下储藏7 d后,理化品质测试结果(表3)显示,溴甲烷单独熏蒸或混合熏蒸在可溶性糖、酸度、表皮硬度、维生素C等4个指标上未表现出显著差异($P>0.05$);但呼吸强

度和腐烂率差异显著($P\leq 0.001$),溴甲烷熏蒸或混合熏蒸后均表现出呼吸强度显著增加,腐烂率显著提高。表明南丰蜜桔在经过溴甲烷单独熏蒸和混合熏蒸后,不宜在常温条件下储藏。

表3 南丰蜜桔熏蒸后在常温储藏7 d的理化品质指标变化情况

处理	可溶性糖	总酸度 /%	果皮硬度 /N	维生素 C/(mg/100 mL)	呼吸强度 /(mL/kg·h)	腐烂率 /%
CK	15.6±1.2a	0.99±0.14a	2.88±0.48a	55.7±6.8a	32.5±1.8c	11.9±5.6c
MB	16.1±0.4a	0.96±0.08a	3.17±0.44a	60.5±6.7a	66.8±3.0a	43.7±4.6a
MB+PH ₃	15.5±1.1a	0.96±0.12a	3.28±0.32a	59.1±7.4a	48.1±3.1b	23.7±4.6b
df	2,17	2,17	2,17	2,17	2,8	2,8
F	0.457	0.627	1.411	0.747	121.6	31.5
P	0.642	0.808	0.275	0.491	≤0.001	≤0.001

3 讨论

据研究,桔小实蝇在溴甲烷熏蒸下的最耐受虫态为3龄幼虫^[7,21],因此本研究以桔小实蝇3龄幼虫为目标虫态,其熏蒸处理指标也适用于对桔小实蝇卵和低龄期幼虫的检疫处理。在5℃条件下利用溴甲烷与磷化氢两种不同熏蒸剂混合熏蒸,4种剂量的磷化氢对桔小实蝇3龄幼虫具有相近的增效作用(表1)。然而,当磷化氢剂量低于0.568 g/m³时是否有相同的作用,增效作用与磷化氢剂量的量化关系,以及达到最优化的增效作用的磷化氢剂量阈值等,有待进一步研究。

溴甲烷熏蒸南丰蜜桔后,在储藏期间均导致呼吸速率显著提高;加入磷化氢气体混合熏蒸后,在低温储存条件下抵消了溴甲烷对水果呼吸作用的刺激作用,在呼吸速率方面与对照之间未表现显著差异(表2);但在常温储存条件下,磷化氢的抵消作用减弱或溴甲烷的刺激作用增强,混合熏蒸的呼吸强度显著高于对照(表3)。因此,从减少对南丰蜜桔品质影响方面考虑,熏蒸后需在低温条件下储藏和运输。

通过本研究发现,磷化氢加入后的混合熏蒸,表现出明显的杀虫增效作用,可降低溴甲烷的使用量;也可降低因溴甲烷熏蒸引起的呼吸速率变化,有利于保持南丰蜜桔的品质。在目前主要依赖于溴甲烷熏蒸解决出口水果携带桔小实蝇这一重要贸易障碍

的情况下,研究溴甲烷和磷化氢之间的配比关系,对解决南丰蜜桔出口面临的问题具有重要的参考价值和现实意义。

参考文献

- [1] 涂序戟. 南丰蜜桔品牌建设研究 [D]. 南昌: 江西财经大学, 2015.
- [2] 胡琳菁. 千年古城蜜橘香——江西三大名果之一南丰蜜桔. 江西农业, 2015(11): 33-34.
- [3] Wan X W, Liu Y H, Zhang B. Invasion history of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, in the Pacific-Asia Region: two main invasion routes [J/OL]. PLoS ONE, 2012, 7(5): e36176. DOI: 10.1371/journal.pone.0036176.
- [4] 詹开瑞, 张晓燕, 陈艳, 等. 枇杷中桔小实蝇溴甲烷熏蒸处理. 植物检疫, 2013, 27(4): 42-44.
- [5] 荣晓东, 李海林, 李春苑, 等. 荔枝携带桔小实蝇低温气调熏蒸技术研究. 植物检疫, 2016, 30(4): 14-16.
- [6] 赵天泽, 李丽, 张李香, 等. 溴甲烷低温熏蒸对桔小实蝇的杀灭效果及火龙果品质的影响研究. 植物检疫, 2021, 35(6): 55-60.
- [7] Liu T, Li L, Li B S, et al. Evaluation of low-temperature phosphine fumigation for control of oriental fruit fly in loquat fruit. Journal of Economic Entomology, 2018, 111(3): 1165-1170.
- [8] 王迪, 徐文雅, 刘涛, 等. 枇杷携带桔小实蝇磷化氢低温熏蒸技术研究. 植物检疫, 2014, 28(3): 33-37.
- [9] 汪丽军, 刘涛, 董书军, 等. 磷化氢熏蒸对桔小实蝇氧化代谢体系的影响研究. 中国农学通报, 2013, 29(33): 351-357.
- [10] 刘涛, 张凡华, 李丽, 等. 脐橙携带桔小实蝇低温磷化氢检疫熏蒸技术研究. 植物检疫, 2012, 26(6): 1-4.
- [11] Lin K W, Lin H L, Shiesh C C, et al. Cold treatment for guava fruits infested with oriental fruit fly, *Bactrocera dor-*

- salis* (Diptera:Tephritidae). *Applied Entomology and Zoology*, 2020, 55(1):37-44.
- [12] 梁帆,梁广勤,吴佳教,等. 沙田柚低温杀虫处理试验研究. *植物检疫*, 2005, 19(4):211-214.
- [13] Dohino T, Hallman G J, Grout T G, et al. Phytosanitary treatments against *Bactrocera dorsalis* (Diptera:Tephritidae): current situation and future prospects. *Journal of Economic Entomology*, 2017, 110(1):67-79.
- [14] 詹国辉,储春荣,陈云芳,等. 桔小实蝇检疫处理及诱杀技术研究. *西南林学院学报*, 2010, 30(S1):1-3, 7.
- [15] 蒋小龙,任丽卿,肖枢,等. 桔小实蝇检疫处理技术研究. *西南农业大学学报*, 2002(4):303-306.
- [16] 赵菊鹏,胡学难,梁帆,等. 桔小实蝇、木瓜实蝇辐照检疫除害处理试验研究. *植物检疫*, 2010, 24(6):6-9.
- [17] 梁广勤,梁帆,吴佳教,等. 桔小实蝇不育处理试验研究初报. *江西农业大学学报*, 2003(6):904-905.
- [18] 李柏树,李丽,高明,等. 溴甲烷熏蒸对几种柑橘果实储藏品质的影响. *植物检疫*, 2018, 32(5):46-49.
- [19] 詹国平,高美须. 辐照技术在检疫处理中的应用与发展. *植物检疫*, 2013, 27(6):1-12.
- [20] Zhao Q Y, Li T X, Song Z J, et al. Combination of modified atmosphere and irradiation for the phytosanitary disinfestation of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) [J/OL]. *Insects*, 2021, 12(5):442. DOI: 10.3390/insects12050442.
- [21] Li L, Zhang G P, Li B S, et al. Postharvest treatment of mandarin fruit using a combination of methyl bromide and phosphine against *Bactrocera dorsalis* (Diptera:Tephritidae). *Pest Management Science*, 2020, 76:1938-1943.

滇西地区西柚园桔小实蝇的发生动态研究

郭俊¹ 赖新朴¹ 王自然¹ 毛加梅¹ 杜玉霞¹ 杨建东¹ 杨林² 岳建强^{1*}

(1.云南省农业科学院热带亚热带经济作物研究所 云南保山 678600; 2.曲靖市师宗县农业农村局)

Study on the dynamics of the occurrence of *Bactrocera dorsalis* in *Citrus paradisi* orchards in west Yunnan. Guo Jun¹, Lai Xinpu¹, Wang Ziran¹, Mao Jiamei¹, Du Yuxia¹, Yang Jiandong¹, Yang Lin², Yue Jianqiang^{1*} (1. Institute of Tropical and Subtropical Cash Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Baoshan 678600, China; 2. Agricultural and Rural Bureau of Shizong County, Qujing)

Abstract *Bactrocera dorsalis* (Hendel) is the main pest of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) in west Yunnan currently. In order to find out the occurrence of the fruit fly in grapefruit orchards in west Yunnan, the situation of harm and annual occurrence dynamics of the fruit fly was investigated from 2020 to 2021. The results showed that the fruit fly laid eggs on the near-ripe grapefruit, resulting in early yellowing and shedding of the grapefruit before ripening. The annual occurrence of male fruit fly in the grapefruit orchards in west Yunnan was mainly concentrated from early May to early September, and the peak period of male insect occurrence was July 9, and the maximum amount was 301.4 flies per trap. The damage period of female fruit fly was mainly concentrated from late May to early September, and the peak period was June 9, with a maximum number of 30.52 flies per trap. The peak of the day's activity of fruit fly was investigated by means of trapping bottle, board and board with trap core, and the results showed that the peak period of activity of the fruit fly in the orchard was from 8:00 a.m. to 16:00 p.m., and there was little activity at night, and the yellow board with trap core had the best trapping effect on *B. dorsalis*.

Keywords *Bactrocera dorsalis* (Hendel); *Citrus paradisi* Macf.; trapping method; occurrence dynamic

摘要 桔小实蝇是目前危害滇西地区西柚的主要害虫,为弄清桔小实蝇在滇西地区西柚园的发生情况,本研究2020—2021年对桔小实蝇的危害情况和周年发生动态进行调查。结果表明:桔小实蝇产卵于近成熟的西柚果实上,导致西柚未成熟就提前变黄脱落。雄性桔小实蝇在滇西地区西柚园内周年发生主要集中在5

基金项目:现代农业(柑橘)产业技术体系建设专项(CARS-26);云南省科技厅科技计划项目(202003AD150014);国家科技部国家重点研发计划(2019YFD1001400);国家科技部国家重点研发计划(2020YFD1000102);云南省科技厅重大科技专项(202102AE090054)

第一作者:副研究员,研究方向为柑橘病虫害防控, E-mail: gj800401@163.com

*通信作者:研究员,研究方向为热带果树栽培, E-mail: yjq7009@163.com

收稿日期:2022-03-16