

橘小实蝇对不同寄主果实的产卵偏好及其与寄主果实理化性质的相关性

黄爱玲 王小云 陆 温 郑霞林*

(广西大学农学院, 广西农业环境与农产品安全重点实验室, 南宁 530004)

摘要: 为明确橘小实蝇寄主偏好性机理, 2018年于广西番石榴主产区测定橘小实蝇对14种不同寄主果实的产卵选择性、对嗜好寄主不同生育期果实的产卵选择性及嗜好寄主不同生育期的果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量, 并对果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量与橘小实蝇产卵率的相关性进行分析。结果表明, 广西番石榴主产区不同月份均有多种不同种类的橘小实蝇潜在寄主果实成熟, 但橘小实蝇偏好在台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴上产卵, 产卵率分别为43.98%和39.43%, 且对两者产卵无显著偏好性; 橘小实蝇偏好在这2个番石榴品种的成熟期果实上产卵, 产卵率分别为48.01%和44.84%, 膨大期次之, 产卵率分别为40.75%和41.75%。台湾珍珠番石榴成熟期果实硬度和可溶性蛋白含量均最低, 分别为3.18 kg/cm²和0.10 mg/g, 均显著低于其他2个生育期; 台湾珍珠番石榴成熟期果实可溶性糖含量为32.72%, 显著高于其他2个生育期。西瓜红番石榴3个生育期果实硬度、可溶性蛋白含量和可溶性糖含量的变化规律与台湾珍珠番石榴一致。橘小实蝇在台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴果实上的产卵率与果实硬度和可溶性蛋白含量呈负相关, 与可溶性糖含量呈正相关。在生产上番石榴果实膨大期之前为防治该虫的关键窗口期。
关键词: 橘小实蝇; 寄主; 产卵偏好; 果实硬度; 可溶性糖; 可溶性蛋白

Ovipositional preference of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* to different host fruits and its correlation with physical and chemical properties of host fruits

Huang Ailing Wang Xiaoyun Lu Wen Zheng Xialin*

(Guangxi Key Laboratory of Agric-Environment and Agric-Products Safety, College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China)

Abstract: To understand the mechanism of ovipositional preference of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*, the ovipositional preference of *B. dorsalis* to 14 kinds of host fruits, different growth stages of preferred host fruits, and fruit hardness, soluble sugar and soluble protein contents of preferred host fruits in the guava producing areas of Guangxi were measured in 2018. The correlations between fruit hardness, soluble sugar and soluble protein contents of preferred fruits and the percentages of eggs laid by *B. dorsalis* on these fruits were also analyzed. The results showed that there were various kinds of potential host fruits ripened in different months, although *B. dorsalis* preferred to lay eggs in Taiwan pearl guava and watermelon red guava, with an egg-laying rate of 43.98% and 39.43%, respectively, and no significant ovipositional preference to the two guava varieties was detected. *Bactrocera dorsalis* preferred to lay eggs during the maturation stage of fruits, with an egg-laying rate of 48.01% and 44.84%, respectively, followed by fruit enlargement stage with an egg-laying rate of 40.75% and 41.75%, respec-

基金项目: 广西创新驱动发展专项(桂科AA17202017), 现代农业产业技术体系广西创新团队建设资金项目(nycytxgxcxtd-05-03)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: zheng-xia-lin@163.com

收稿日期: 2020-08-04

tively. Fruit hardness and soluble protein content of matured fruits of Taiwan pearl guava were 3.18 kg/cm² and 0.10 mg/g, respectively, which were significantly lower than those during other periods of fruit development. Soluble sugar content of matured fruits of Taiwan pearl guava was 32.72%, which was significantly higher than those during other periods of fruit development. Variations in fruit hardness, soluble protein and soluble sugar contents among the matured, enlarged and young fruits of watermelon red guava were similar to those of Taiwan pearl guava. The percentages of eggs laid by *B. dorsalis* in Taiwan pearl guava and watermelon red guava fruits were negatively correlated with fruit hardness and soluble protein contents, but positively correlated with soluble sugar contents. The results not only clarified the ovipositional preference of *B. dorsalis* in the guava producing areas of Guangxi and its correlation with physical and chemical properties of preferred fruits, but also suggested a critical window for population management of *B. dorsalis*, i.e., before the fruit enlargement period.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; host; ovipositional preference; fruit hardness; soluble sugar; soluble protein

橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* 是果树和蔬菜上重要的种实害虫, 寄主达 250 余种(刘元明, 2006)。尽管橘小实蝇寄主广泛, 但其对不同寄主果实仍有产卵偏好性(袁盛勇等, 2005; 胡菡青等, 2007), 如在番石榴、杨桃和芒果等 12 种寄主果实中, 橘小实蝇偏好在番石榴上产卵(张清源等, 1998)。橘小实蝇对相同寄主不同品种果实也有产卵偏好性, 如在黑金刚、红宝石、黑珍珠和大叶 4 个莲雾品种中, 橘小实蝇偏好在红宝石上产卵(周双云等, 2020)。橘小实蝇对相同寄主不同生育期果实也有一定的产卵偏好性(李媛等, 2020), 如橘小实蝇在芒果成熟果和完全成熟果上的产卵量显著高于未成熟果(Rattana-pun et al., 2009)。理清橘小实蝇对不同寄主和同一寄主不同品种及不同生育期果实的产卵选择对该虫的精准防控及指导农民合理种植果蔬种类(品种)具有重要意义。

番石榴是橘小实蝇最嗜好的寄主之一(梁广勤和雷淑媚, 1982; 陈海东等, 1995; 虞国跃, 2007), 受害严重的果园内果实被害率达 50%~100%(张木新等, 2006; 雷艳梅等, 2007; Hussain et al., 2015)。刘慧等(2014)和 Jaleel et al. (2018)室内研究也发现橘小实蝇偏好在番石榴上产卵, 主要与其乙酸乙酯、异戊酸、乙酸异戊酯和 β -石竹烯等特异性挥发物质(刘桂清等, 2010; 马镭等, 2011; 陈凯歌等, 2012)及其果实硬度等理化性质有关(郑玉忠等, 2009)。然而在自然条件下番石榴种植区往往还种植很多橘小实蝇其他的潜在寄主(品种), 且不同月份有多种不同种类(品种)的寄主果实成熟, 此情况下橘小实蝇对各潜在寄主(品种)果实的产卵偏好性及其与寄主理化性质的相关性尚不清楚。广西壮族自治区(简称广

西)于 20 世纪 90 年代开始从台湾省引种番石榴, 目前玉林市是广西最大的番石榴连片种植基地, 主要种植了台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴 2 个品种, 截至 2017 年, 种植面积已达 1 646 hm²(韦青林和杨光登, 2017)。此外, 该番石榴产区周边还种植了荔枝、龙眼和杨桃等 10 余种果树, 且 4—12 月均有不同种类的寄主果实成熟(黄爱玲, 2020), 这为研究广西番石榴主产区橘小实蝇对各潜在寄主(品种)及不同生育期果实的产卵偏好性创造了良好的试验条件。

为明确橘小实蝇寄主偏好性机理, 本研究于 2018 年在广西番石榴主产区测定橘小实蝇对 14 种不同寄主果实的产卵选择性、对嗜好寄主不同生育期果实的产卵选择性及嗜好寄主不同生育期果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量, 并对果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量与橘小实蝇产卵率的相关性进行分析, 以期为制定橘小实蝇的控制策略提供参考资料, 也为深入研究橘小实蝇寄主偏好性调控机理提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源和寄主: 在广西番石榴主产区玉林市玉州区西岸村(22°69'N, 110°11'E)和北流市民安镇才旺村(22°72'N, 110°46'E)番石榴基地采集被橘小实蝇为害的番石榴虫果, 带回室内, 置于养虫笼内饲养, 羽化成虫用人工饲料(酵母膏和白糖质量比为 1:5)饲养, 并以香蕉作为其产卵介质直至化蛹, 连续饲养 4 代, 取同日羽化的雌雄成虫供试。台湾珍珠番石榴、西瓜红番石榴、金橘、杨桃、荔枝、龙眼、香水柠檬、木瓜、莲雾、草莓、青枣、百香果、枇杷和黄皮

14种供试寄主果实均采自广西玉林市番石榴主产区。

试剂及仪器:试剂均为国产分析纯。长100 cm、宽100 cm、高100 cm的养虫笼(0.125 mm孔径纱网),自制;SMZ445体视显微镜,上海富莱光学科技有限公司;GY-4型果实硬度计,北京阳光亿事达科技有限公司;UV1800紫外分光光度计,日本岛津公司。

1.2 方法

1.2.1 橘小实蝇对不同寄主果实的产卵选择

广西番石榴主产区玉林市玉州区西岸村和北流市民安镇才旺村番石榴基地主要种植台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴,基地周边种植金橘、杨桃、荔枝、龙眼、香水柠檬、木瓜、莲雾、青枣、百香果、草莓、黄皮和枇杷等果树。台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴种植面积分别约38.30 hm²和36.00 hm²,荔枝、龙眼和黄皮混栽种植面积约100.00 hm²,杨桃、青枣和香水柠檬种植面积约0.07 hm²,其他寄主种植面积均小于0.07 hm²。2018年4—12月,每月5日在玉林市玉州区西岸村番石榴基地内及周边随机选取不同种类果树的成熟果实,各种寄主果实成熟度相近、完整且未被害,用无菌封口袋封存,置于收纳箱内带回实验室。4月供试寄主果实包括枇杷、杨桃、香水柠檬、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;5月供试寄主果实包括百香果、杨桃、珍珠番石榴和西瓜红番石榴;6月供试寄主果实包括荔枝、香水柠檬、莲雾、珍珠番石榴和西瓜红番石榴;7月供试寄主果实包括杨桃、香水柠檬、黄皮、龙眼、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;8月供试寄主果实包括杨桃、香水柠檬、莲雾、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;9月供试寄主果实包括香水柠檬、木瓜、杨桃、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;10月供试寄主果实包括金橘、香水柠檬、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;11月供试寄主果实包括香水柠檬、青枣、杨桃、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴;12月供试寄主果实包括金橘、青枣、杨桃、草莓、台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴。

将30对橘小实蝇雌雄成虫接入养虫笼内,提供充足的人工饲料,用润湿的脱脂棉作为水源,然后将4月采集的5种不同寄主果实每种随机选取1个放入养虫笼内,每个果实间距10 cm,将养虫笼置于温度(25±1)℃、相对湿度(70±5)%和光周期14 L:10 D的养虫室内,24 h后取出各供试寄主果实,于体视显微镜下解剖,分别统计各供试寄主果实内橘小实蝇的产卵量,计算产卵率,每个处理重复4次。橘小实

蝇对5—12月各月成熟果实产卵选择的试验方法同4月。

1.2.2 橘小实蝇对番石榴不同生育期果实的产卵选择

基于1.2.1研究结果,选择台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴2种番石榴不同生育期果实进行试验。在番石榴主产区基地内选取长势一致的番石榴果树,每种番石榴果树分别随机选取幼果期、膨大期和成熟期3个不同生育期的果实若干,各果实完整且未被害,用无菌封口袋封存,置于收纳箱带回实验室。橘小实蝇对2种番石榴3个生育期果实的产卵选择试验方法同1.2.1。

1.2.3 番石榴果实硬度的测定

选取台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴幼果期、膨大期和成熟期3个生育期的果实各3个,用果实硬度计分别测量每个果实中部的硬度,读取刚戳破果实果皮的硬度测量值,每个处理重复3次。

1.2.4 番石榴果实可溶性糖含量的测定

选取台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴幼果期、膨大期和成熟期3个生育期的果实若干,参照曹建康等(2007)方法测定其可溶性糖含量。称取1 g分析纯蒽酮充分溶于50 mL乙酸乙酯中。分别量取100 μg/L蔗糖标准溶液0、0.2、0.4、0.6、0.8和1.0 mL置于具塞试管中,用蒸馏水补充至2 mL,分别向各试管内加入0.5 mL蒽酮-乙酸乙酯试剂和5 mL浓硫酸,振荡后沸水浴保温1 min,自然冷却,以空白作对照,用紫外分光光度计在波长630 nm处测定其吸光度值。以吸光度值为纵坐标、蔗糖质量为横坐标绘制标准曲线。分别称取供试番石榴不同生育期果实组织各1 g置于研钵中研磨成浆,加入少量蒸馏水转移到试管中,再加入5 mL蒸馏水,塑料膜封口后沸水浴提取30 min,冷却后过滤到100 mL容量瓶中,反复漂洗试管残渣,滤入容量瓶后定容至刻度。吸取0.5 mL提取液至试管中,加入1.5 mL蒸馏水,测量其吸光度值,步骤同标准曲线,重复3次。根据显色液吸光度值在标准曲线查出相应的蔗糖量,计算可溶性糖含量,可溶性糖含量= $C_1 \times V \times N / (V_s \times W \times 10^6) \times 100\%$, C_1 表示由标准曲线获得的蔗糖量, V 表示样品提取液总体积, N 表示样品提取稀释倍数, V_s 表示测定所取样品提取液体积, W 表示样品质量。

1.2.5 番石榴果实可溶性蛋白含量的测定

选取台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴幼果期、膨大期和成熟期3个不同生育期的果实若干,参照曹建康等(2007)方法测定其可溶性蛋白含量。取100 mg考马斯亮蓝G-250溶于50 mL 90%乙醇溶液

中,加入85%磷酸100 mL混溶后转移至1 000 mL容量瓶中加入蒸馏水稀释定容。分别取100 $\mu\text{g/mL}$ 标准蛋白质溶液0、0.2、0.4、0.6、0.8和1.0 mL置于具塞试管中,并用蒸馏水补充至1 mL,再分别向各试管加入5 mL考马斯亮蓝G-250溶液,在旋涡混合器上混匀,静置2 min,以空白作对照,用紫外分光光度计在波长595 nm处测定其吸光度值。以蛋白质为横坐标、吸光度值为纵坐标绘制标准曲线。分别称取供试番石榴不同成熟期果实组织各2 g,加入5 mL蒸馏水研磨成浆,于4℃、12 000×g条件下离心20 min,收集上清液低温保存。取1 mL样品提取液至试管内,加入5 mL考马斯亮蓝G-250溶液,混合静置2 min,按照标准曲线相同步骤测定其吸光度值,重复3次。根据显色液吸光度值在标准曲线查出相应的蛋白质量,计算可溶性蛋白质含量,可溶性蛋白质含量= $C_2 \times V / (V_s \times W \times 10^6) \times 100\%$, C_2 表示标准曲线查得的蛋白质量。

1.2.6 番石榴理化性质与橘小实蝇产卵率的相关性

采用Pearson相关性分析法分别分析各番石榴品种果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量与

橘小实蝇产卵率的相关性。

1.3 数据分析

采用SPSS 19.0软件进行数据统计分析。应用Tukey检验法对橘小实蝇在不同寄主果实上的产卵率、番石榴同品种3个生育期果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量及该虫在其上的产卵率进行差异显著性检验。同生育期2个番石榴品种果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量均采用独立样本 t 检验法进行差异显著性检验;相关性分析采用双侧检验法进行显著性检验。统计分析前,百分率数据均进行平方根转换和方差齐性检验。

2 结果与分析

2.1 橘小实蝇对不同寄主果实的产卵选择

除在百香果、荔枝和龙眼果实上未产卵外,橘小实蝇在枇杷、杨桃、香水柠檬、莲雾、黄皮、木瓜、草莓、青枣、金橘及2种番石榴果实上均有产卵,其中在台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴果实上的产卵率最高,分别为43.98%和39.43%,两者之间差异不显著,但均显著高于在其他寄主果实上的产卵率(图1)。

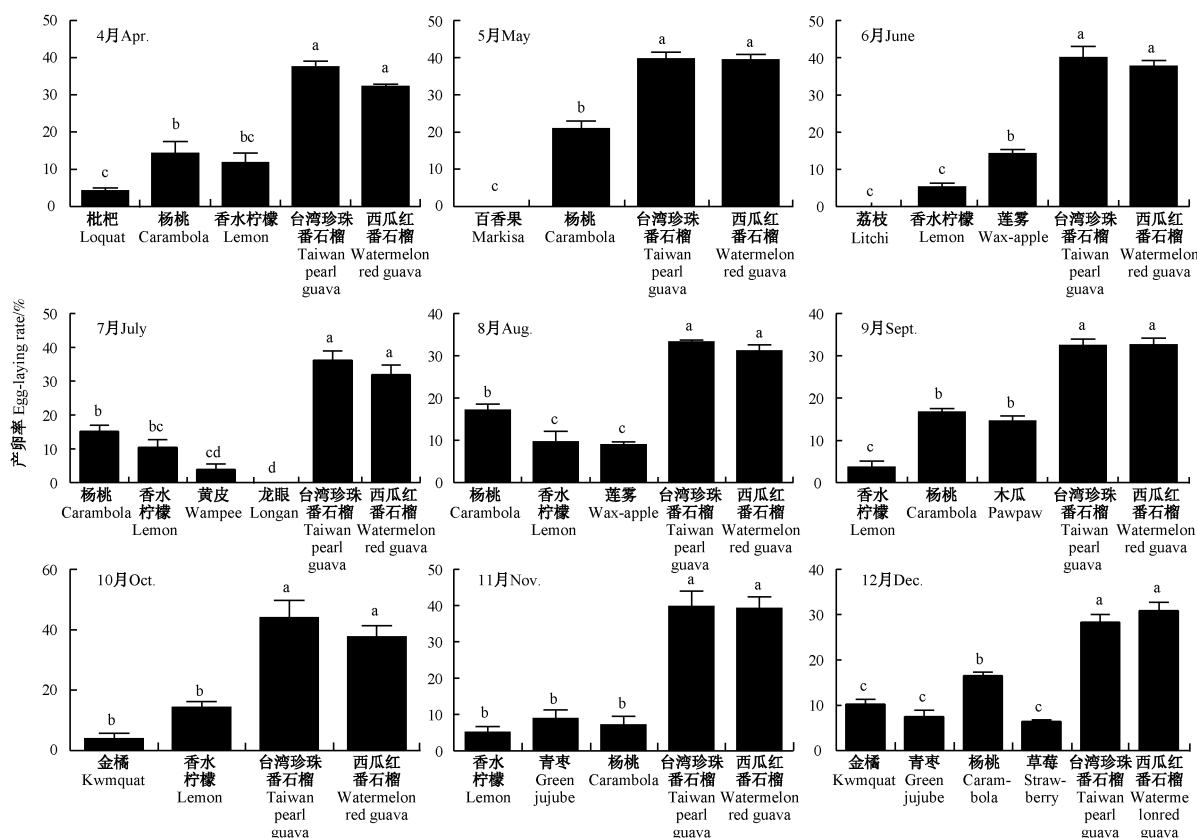


图1 广西番石榴主产区不同寄主果实上橘小实蝇的产卵率

Fig. 1 Percentages of eggs laid by *Bactrocera dorsalis* in different host fruits cultivated in guava-producing areas of Guangxi

图中数据为平均数±标准误。不同小写字母表示经Tukey检验法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Data in the figure are mean±SE. Different lowercase letters on the bars indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Tukey test.

2.2 橘小实蝇对番石榴不同生育期果实的产卵选择

橘小实蝇偏好台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴成熟期和膨大期果实上产卵。在台湾珍珠番石榴成熟期果实上橘小实蝇的产卵率最高,达48.01%,膨大期次之,为40.75%,幼果期最低,为11.24%,显著小于在其他2个生育期果实上的产卵率($P<0.05$,图2);在西瓜红番石榴成熟期果实上的产卵率最高,达44.84%,膨大期次之,为41.75%,幼果期最低,为13.40%,显著小于在其他2个生育期果实上的产卵率($P<0.05$,图2)。

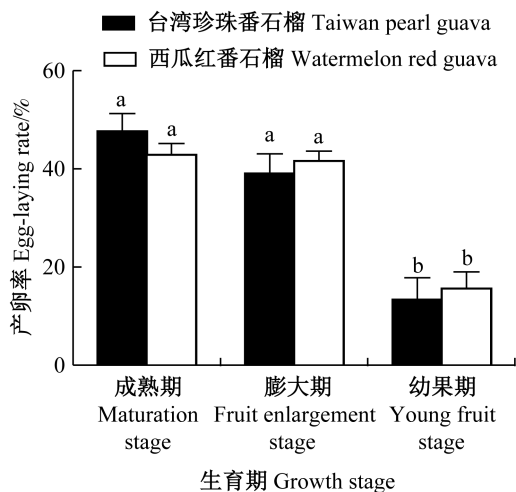


图2 台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴不同生育期果实上橘小实蝇的产卵率

Fig. 2 Percentages of eggs laid by *Bactrocera dorsalis* in Taiwan pearl guava and watermelon red guava during different fruit growth stages

图中数据为平均数±标准误。同色柱不同小写字母表示经Tukey检验法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data in the figure are mean±SE. Different lowercase letters on the same color bars indicate significant difference at $P<0.05$ level by Tukey test.

2.3 番石榴果实的理化性质

台湾珍珠番石榴成熟期果实硬度和可溶性蛋白含量均最低,分别为3.18 kg/cm²和0.10 mg/g,均显著低于其他2个生育期果实硬度和可溶性蛋白含量($P<0.05$,图3);台湾珍珠番石榴成熟期果实可溶性糖含量为32.72%,显著高于其他2个生育期果实可溶性糖含量($P<0.05$,图3)。西瓜红番石榴3个生育期果实硬度、可溶性蛋白含量和可溶性糖含量的变化规律与台湾珍珠番石榴一致(图3)。

台湾珍珠番石榴幼果期果实的硬度显著小于西瓜红番石榴($P<0.05$,图3),但2个品种膨大期和成熟期果实的硬度之间差异不显著;2个番石榴品种

幼果期、膨大期和成熟期果实的可溶性糖含量之间和可溶性蛋白含量之间均差异不显著(图3)。

2.4 番石榴果实理化性质与橘小实蝇产卵率的相关性

橘小实蝇在台湾珍珠番石榴果实上的产卵率与果实硬度和可溶性蛋白质含量呈负相关,相关系数分别为-0.849和-0.882,与可溶性糖含量呈正相关,相关系数为0.763(表1)。橘小实蝇在西瓜红番石榴果实上的产卵率与果实硬度和可溶性蛋白质含量呈负相关,相关系数分别为-0.850和-0.792,与可溶性糖含量呈正相关,相关系数为0.697(表2)。

3 讨论

橘小实蝇是多食性昆虫,但对不同寄主有一定的产卵偏好性(许益鏊等,2005;袁盛勇等,2005;任荔荔等,2008)。本研究结果也表明,在自然条件下除在百香果、荔枝和龙眼果实上未产卵外,橘小实蝇在枇杷、杨桃、香水柠檬、莲雾、黄皮、木瓜、草莓、青枣、金橘及2种番石榴果实上均有产卵,并且偏好番石榴上产卵。张清源等(1998)研究结果表明橘小实蝇可在番石榴、洋桃、杧果和番荔枝等12种寄主上产卵,但嗜好在番石榴上产卵,与本研究结果一致;袁盛勇等(2005)研究结果显示橘小实蝇可在番石榴、酸石榴、甜石榴和西红柿上产卵,但在番石榴上的产卵量显著高于在其他果实上的产卵量,与本研究结果一致;刘慧等(2014)测定了橘小实蝇对番石榴、香蕉、杨桃、木瓜、甜橙和番茄的产卵选择性,发现橘小实蝇偏好番石榴上产卵,与本研究结果一致。母亲最知情假说认为昆虫成虫会选择在子代较喜欢且适合的寄主上产卵,以求最大限度提高其种群存活数量(Rigsby et al., 2014)。如Jaleel et al. (2018)证实取食番石榴的橘小实蝇比取食番木瓜和香蕉的橘小实蝇发育历期更短,产卵量更高。因此,橘小实蝇偏好番石榴上产卵可能与其适合种群生长发育和繁殖有关。此外,橘小实蝇对同种寄主不同品种也有一定的产卵选择性(Rattanapun et al., 2009;周宇翔等,2011;叶文丰等,2013)。如Kalia (1992)研究发现橘小实蝇在番石榴Lucknow 49和Allahabad Safeda品种上的产卵量无显著差异,但其原因尚不明确。本研究结果也发现橘小实蝇在台湾珍珠番石榴和西瓜红番石榴果实上的产卵率之间无显著差异,究其原因可能与其果实硬度、可溶性蛋白含量和可溶性糖含量差异不显著有关。

本研究结果表明,橘小实蝇对番石榴不同生育期果实有产卵偏好性,尤其偏好成熟期和膨大期

果实上产卵,与Cornelius et al.(2000)和Devi & Jha (2017)的研究结果一致。橘小实蝇对杧果(Rattana-pun et al., 2009)、番木瓜(Cugala et al., 2017)、杨桃(申建梅等, 2018)和三华李(李媛等, 2020)不同生育期果实也有产卵偏好性。郑玉忠等(2009)和蔡子坚等(2012)通过相关性分析法发现橘小实蝇对同寄主不同生育期果实的产卵偏好性主要与其果实的理化性质有关,果实越接近成熟,硬度越小,可溶性固形物含量越高,更有利于橘小实蝇雌成虫刺破果皮产

卵和子代的生长发育。当番石榴果实硬度大于11.00 kg/cm²时,橘小实蝇不会在其上产卵(方薛交等, 2017)。本研究结果表明,随着番石榴果实成熟度的增加,果实硬度和可溶性蛋白含量显著降低,而可溶性糖含量显著增加,橘小实蝇在其上的产卵率也显著增加,表明橘小实蝇对番石榴不同生育期果实的产卵偏好性与其理化性质显著相关,因此在生产上番石榴果实膨大期之前为防治该虫的关键窗口期。

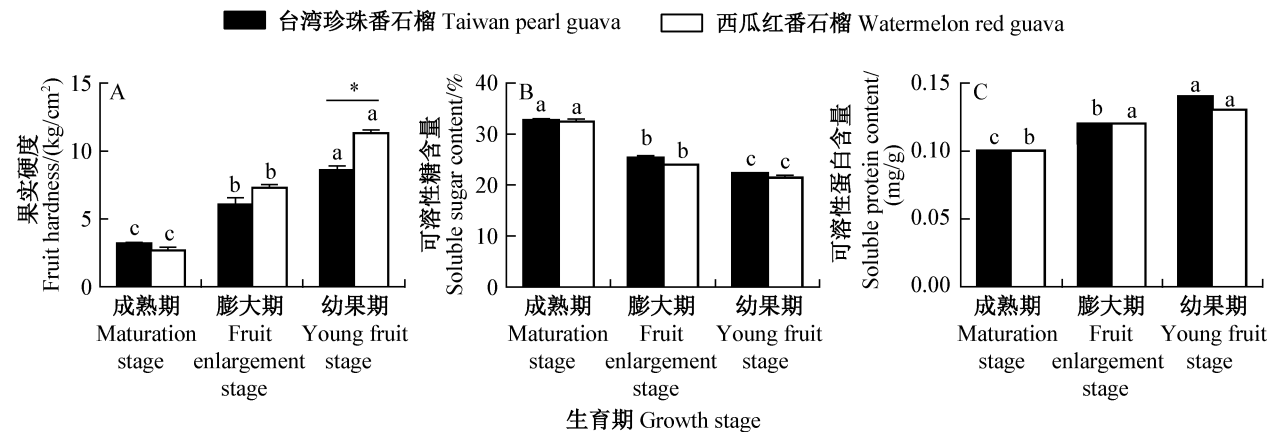


图3 不同生育期2种番石榴果实硬度、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量

Fig. 3 Fruit hardness, soluble sugar and soluble protein contents of two guava varieties at different growth stages
图中数据为平均数±标准误。同色柱不同小写字母表示经Tukey检验法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著; *表示经独立样本 t 检验法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data in the figure are mean±SE. Different lowercase letters on the same color bars indicate significant difference at $P<0.05$ level by Tukey test. * indicates significant difference at $P<0.05$ by independent sample t test.

表1 台湾珍珠番石榴果实理化性质与橘小实蝇产卵率的相关性				
Table 1 Correlations between physical and chemical properties of Taiwan pearl guava fruit and the percentages of eggs laid by <i>Bactrocera dorsalis</i>				
	橘小实蝇产卵率 Egg-laying rate	果实硬度 Fruit hardness	可溶性糖含量 Soluble sugar content	可溶性蛋白含量 Soluble protein content
橘小实蝇产卵率Egg-laying rate		0.004	0.017	0.002
果实硬度Fruit hardness	-0.849		<0.001	<0.001
可溶性糖含量Soluble sugar content	0.763	-0.957		0.001
可溶性蛋白含量Soluble protein content	-0.882	0.918	-0.909	

对角线以下数据表示相关系数,对角线以上数据表示相关系数的显著水平。Data in the table below diagonal are correlation coefficients, and data above diagonal are significant levels of the correlation coefficients.

表2 西瓜红番石榴果实理化性质与橘小实蝇产卵率的相关性				
Table 2 Correlations between physical and chemical properties of watermelon red guava fruit and the percentages of eggs laid by <i>Bactrocera dorsalis</i>				
	橘小实蝇产卵率 Egg-laying rate	果实硬度 Fruit hardness	可溶性糖含量 Soluble sugar content	可溶性蛋白含量 Soluble protein content
橘小实蝇产卵率Egg-laying rate		0.004	0.037	0.011
果实硬度Fruit hardness	-0.850		<0.001	0.001
可溶性糖含量Soluble sugar content	0.697	-0.943		0.003
可溶性蛋白含量Soluble protein content	-0.792	0.909	-0.860	

对角线以下数据表示相关系数,对角线以上数据表示相关系数的显著水平。Data in the table below diagonal are correlation coefficients, and data above diagonal are significant levels of the correlation coefficients.

除了番石榴果实理化性质, 番石榴果实的挥发物也影响其产卵偏好性 (Cornelius et al., 2000; Kamala et al., 2014; 申建梅等, 2018), 但番石榴不同生育期果实挥发物成分及橘小实蝇对其的趋性是否存在差异、番石榴挥发物如何与理化性质协调发挥吸引橘小实蝇产卵的机制等需进一步研究。

参 考 文 献 (References)

- Cai ZJ, Hu HQ, Wei XX, Chen J, Lin XJ, Fan GC, Wu RJ. 2012. Traits and damage of carambola fruit by *Bactrocera dorsalis*. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 27(12): 1298–1302 (in Chinese) [蔡子坚, 胡茜青, 韦晓霞, 陈瑾, 林雄杰, 范国成, 吴如健. 2012. 杨桃果实性状与橘小实蝇危害严重度的关系. 福建农业学报, 27(12): 1298–1302]
- Cao JK, Jiang WB, Zhao YM. 2007. Experiment guidance of postharvest physiology and biochemistry fruits and vegetables. Beijing: China Light Industry Press, pp. 54–70 (in Chinese) [曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 2007. 果蔬采后生理生化实验指导. 北京: 中国轻工业出版社, pp. 54–70]
- Chen HD, Zhou CQ, Yang PJ, Liang GQ. 1995. On the seasonal population dynamics of melon- and oriental-fruit flies and pumpkin fly in Guangzhou area. Journal of Plant Protection, 22(4): 348–354 (in Chinese) [陈海东, 周昌清, 杨平均, 梁广勤. 1995. 瓜实蝇、桔小实蝇、南瓜实蝇在广州地区的种群动态. 植物保护学报, 22(4): 348–354]
- Chen KG, Qiu XL, Du HB, Zeng XN. 2012. Chemical constituents of guava fruit flesh volatiles and their effect on oviposition behavior of oriental fruit fly. Journal of Environmental Entomology, 34(4): 425–431 (in Chinese) [陈凯歌, 邱雪兰, 杜虎斌, 曾鑫年. 2012. 番石榴果肉挥发物化学组成及对桔小实蝇产卵行为的影响. 环境昆虫学报, 34(4): 425–431]
- Cornelius ML, Duan JJ, Messing RH. 2000. Volatile host fruit odors as attractants for the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 93(1): 93–100
- Cugala D, Jordane JJ, Ekesi S. 2017. Non-host status of papaya cultivars to the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), in relation to the degree of fruit ripeness. International Journal of Tropical Insect Science, 37(1): 19–29
- Devi AR, Jha S. 2017. Oviposition tendency of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) infesting guava (*Psidium guajava* L.) in relation to fruit ripening stages. International Journal of Pure & Applied Bioscience, 5(4): 1869–1875
- Fang XJ, Yan ZH, Zhang JL, Zhu WL, Zhang WH, Yue R, Jiang XL, Wu H, Chen GH, Tao M. 2017. The characteristics of oviposition and population dynamics of *Bactrocera dorsalis* in different fruit orchards in Mengzi. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 32(2): 212–217 (in Chinese) [方薛交, 闫振华, 张金龙, 朱文禄, 张文华, 岳蕊, 蒋小龙, 吴浩, 陈国华, 陶玫. 2017. 桔小实蝇成虫对不同水果的产卵为害特点及种群动态. 云南农业大学学报(自然科学), 32(2): 212–217]
- Hu HQ, Wei XX, Cai ZJ, Wu RJ. 2007. Research and application of host selection of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. Acta Agriculturae Jiangxi, 19(2): 68–71 (in Chinese) [胡茜青, 韦晓霞, 蔡子坚, 吴如健. 2007. 桔小实蝇寄主选择性的研究与应用. 江西农业学报, 19(2): 68–71]
- Huang AL. 2020. Studies on the pattern of transferring damage and host preference of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in the guava producing area. Master thesis. Nanning: Guangxi University (in Chinese) [黄爱玲. 2020. 番石榴产区橘小实蝇转移为害规律及寄主偏好性研究. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学]
- Hussain MA, Haile A, Ahmad T. 2015. Infestation of two tephritid fruit flies, *Bactrocera dorsalis* (syn. *B. invadens*) and *Ceratitidis capitata*, in guava fruits from selected regions of Eritrea. African Entomology, 23(2): 510–513
- Jaleel W, Tao XB, Wang DS, Lu LH, He YR. 2018. Using two-sex life table traits to assess the fruit preference and fitness of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 111(6): 2936–2945
- Kalia VK. 1992. Bionomics of fruit fly *Dacus dorsalis* on some cultivars of mango and guava. Bulletin of Entomology, 33(1/2): 79–87
- Kamala JPD, Kempraj V, Aurade RM, Venkataramanappa RK, Nandagopal B, Verghese A, Bruce TJA. 2014. Specific volatile compounds from mango elicit oviposition in gravid *Bactrocera dorsalis* females. Journal of Chemical Ecology, 40(3): 259–266
- Lei YM, Liao DQ, Huang SC, Xie LY. 2007. Investigation on the occurrence of *Bactrocera dorsalis* and the experiment on bagging control of guava orchard in Guangxi. China Tropical Agriculture, (2): 50–51 (in Chinese) [雷艳梅, 廖冬晴, 黄树长, 谢荔元. 2007. 广西番石榴园桔小实蝇发生情况调查及套袋防治试验. 中国热带农业, (2): 50–51]
- Li Y, Huang AL, Huang HX, Wang XY, Zheng XL, Lu W. 2020. Oviposition selectivity of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) to *Prunus salicina*. Journal of Southern Agriculture, 51(2): 319–326 (in Chinese) [李媛, 黄爱玲, 黄慧欣, 王小云, 郑霞林, 陆温. 2020. 橘小实蝇对三华李果实的产卵选择. 南方农业学报, 51(2): 319–326]
- Liang GQ, Lei SM. 1982. Damage of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) to *Psidium guajava* L. Plant Quarantine, (2): 26 (in Chinese) [梁广勤, 雷淑媚. 1982. 桔小实蝇在番石榴上的为害. 植物检疫参考资料, (2): 26]
- Liu GQ, Huang H, Liu JY, Ou JF, Wu H, Zheng JH, Zhou ZY, Jian JL, Chen YH. 2010. Attraction of volatiles from guava for *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Journal of Environmental Entomology, 32(2): 291–294, 286 (in Chinese) [刘桂清, 黄鸿, 刘景业, 欧剑峰, 吴华, 郑基焕, 周卓颖, 简嘉亮, 陈勇辉. 2010. 番石榴挥发物对桔小实蝇成虫的引诱作用. 环境昆虫学报, 32(2): 291–294, 286]
- Liu H, Hou BH, Zhang C, He RR, Liang F, Guo MF, Wu MT, Zhao JP, Ma J. 2014. Oviposition preference and offspring performance of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* and guava fruit fly *B. correcta* (Diptera: Tephritidae) on six host fruits. Acta Ecologica

- Sinica, 34(9): 2274–2281 (in Chinese) [刘慧, 侯柏华, 张灿, 何日荣, 梁帆, 郭明昉, 武目涛, 赵菊鹏, 马骏. 2014. 桔小实蝇和番石榴实蝇对6种寄主果实的产卵选择适应性. 生态学报, 34(9): 2274–2281]
- Liu YM. 2006. Handbook of plant quarantine. Wuhan: Hubei Science and Technology Press, pp. 231–232 (in Chinese) [刘元明. 2006. 植物检疫手册. 武汉: 湖北科学技术出版社, pp. 231–232]
- Ma K, Zhang RP, Luo S, Yin JH, Wang ZH, Li JG. 2011. Attraction of the ten kinds of synthetic guava volatile compounds to adults of *Bactrocera dorsalis*. Journal of Fruit Science, 28(2): 273–277 (in Chinese) [马镭, 张瑞萍, 罗诗, 尹金华, 王泽槐, 李建国. 2011. 10种合成番石榴挥发物对橘小实蝇的引诱作用. 果树学报, 28(2): 273–277]
- Rattanapun W, Amornsak W, Clarke AR. 2009. *Bactrocera dorsalis* preference for and performance on two mango varieties at three stages of ripeness. Entomologia Experimentalis et Applicata, 131(3): 243–253
- Ren LL, Qi LY, Jiang QG, Zhou SD, Dai HG. 2008. Oviposition preference of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. Chinese Bulletin of Entomology, 45(4): 593–597 (in Chinese) [任荔荔, 祁力言, 蒋巧根, 周曙东, 戴华国. 2008. 植物果实、颜色和形状对橘小实蝇产卵选择的影响. 昆虫知识, 45(4): 593–597]
- Rigsby CM, Muilenburg V, Tarpey T, Herms DA, Cipollini D. 2014. Oviposition preferences of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different ash species support the mother knows best hypothesis. Annals of the Entomological Society of America, 107(4): 773–781
- Shen JM, Ling ZQ, Chen BH, Lu YY, Yu JC, Hu LM. 2018. Effect of different maturities of starfruit on the ovipositing of *Bactrocera dorsalis* and comparative analysis of volatile components. Journal of Fruit Science, 35(1): 94–100 (in Chinese) [申建梅, 凌志强, 陈炳翰, 陆永跃, 余竟成, 胡黎明. 2018. 2种不同成熟度杨桃对橘小实蝇的产卵影响及挥发物成分比较分析. 果树学报, 35(1): 94–100]
- Wei QL, Yang GD. 2017. Guava is grown on 20 000 acres in Beiliu City. <http://www.gxylnews.com/html/news/2017/05/143080.html> (in Chinese) [韦青林, 杨光登. 2017. 北流种植番石榴两万亩. <http://www.gxylnews.com/html/news/2017/05/143080.html>]
- Xu YJ, Zeng L, Lu YY, Lin JT. 2005. Ovipositional selection of the *Bactrocera dorsalis* (Hendel) to the different fruits. Journal of Huazhong Agricultural University, 24(1): 25–26 (in Chinese) [许益镌, 曾玲, 陆永跃, 林进添. 2005. 桔小实蝇对不同水果产卵的选择性. 华中农业大学学报, 24(1): 25–26]
- Ye WF, Li L, Xie CW, Dong WX, Xiao C. 2013. The effectiveness of removing fallen fruit on control of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* and evaluation of the infestation rate of this pest in five mango varieties. Chinese Journal of Applied Entomology, 50(4): 1126–1132 (in Chinese) [叶文丰, 李林, 谢长伟, 董文霞, 肖春. 2013. 橘小实蝇对五个芒果品种的产卵偏好及清理落果防治效果研究. 应用昆虫学报, 50(4): 1126–1132]
- Yu GY. 2007. *Bactrocera dorsalis* prefer *Psidium guajava* L. Forest & Humankind, (12): 90–95 (in Chinese) [虞国跃. 2007. 橘小实蝇: 最爱番石榴. 森林与人类, (12): 90–95]
- Yuan SY, Xiao C, Kong Q, Chen B, Li ZY, Gao YH. 2005. Oviposition preference of *Bactrocera dorsalis* Hendel. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 27(1): 81–84 (in Chinese) [袁盛勇, 肖春, 孔琼, 陈斌, 李正跃, 高永红. 2005. 桔小实蝇的产卵选择性. 江西农业大学学报, 27(1): 81–84]
- Zhang MX, Yi XM, Liang BY. 2006. Serious damage of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) to *Psidium guajava* L. in Wuzhou City. Plant Quarantine, 20(1): 46–47 (in Chinese) [张木新, 易小明, 梁伯源. 2006. 橘小实蝇在梧州市番石榴上为害严重. 植物检疫, 20(1): 46–47]
- Zhang QY, Lin ZJ, Liu JY, Chen HZ, Gao QZ, Sun GK, Hong ZQ, Sun DH, Chen JF. 1998. Biological characteristics of *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Entomological Journal of East China, 7(2): 65–68 (in Chinese) [张清源, 林振基, 刘金耀, 陈华忠, 高泉准, 孙国坤, 洪赞侨, 孙德华, 陈加福. 1998. 桔小实蝇生物学特性. 华东昆虫学报, 7(2): 65–68]
- Zheng YZ, Zhang ZX, Cheng XL, Liu BC, Chen JW, Huang PT. 2009. Ovipositional preference of the *Bactrocera dorsalis* to *Psidium guajava* fruits with different hardness. Chinese Bulletin of Entomology, 46(2): 301–303 (in Chinese) [郑玉忠, 张振霞, 成小莲, 刘博聪, 陈锦武, 黄培钿. 2009. 橘小实蝇对不同硬度番石榴果实的产卵选择. 昆虫知识, 46(2): 301–303]
- Zhou SY, Liu ZL, Long X, Tang WZ, Fang R, Deng B, An ZY, Yao JY. 2020. Studies of population dynamic and ovipositional preference of *Bactrocera dorsalis* on wax apple. South China Fruits, 49(1): 65–69 (in Chinese) [周双云, 刘增亮, 龙兴, 唐文忠, 方仁, 邓彪, 安振宇, 尧金燕. 2020. 桔小实蝇在莲雾上的发生规律及产卵选择性研究. 中国南方果树, 49(1): 65–69]
- Zhou YX, Shang HW, Cai C, Chen L. 2011. Biology of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) over three varieties of red bayberry (*Myrica rubra*) cultivars. Plant Quarantine, 25(6): 21–24 (in Chinese) [周宇翔, 商哈武, 蔡冲, 陈玲. 2011. 桔小实蝇在不同杨梅品种上的生长发育特性研究. 植物检疫, 25(6): 21–24]

(责任编辑:张俊芳)