

# 铃木氏果蝇对不同品种蓝莓为害情况调查

张金平<sup>1,2</sup>, 陈菊红<sup>1,2</sup>, 周长青<sup>3</sup>, 王庆贺<sup>4</sup>,  
史树森<sup>2</sup>, 李亚东<sup>5</sup>, 张峰<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 农业农村部-CABI生物安全联合实验室, 北京 100193;  
2. 吉林农业大学植物保护学院, 长春 130118; 3. 北京市海淀区农业执法大队, 北京 100085;  
4. 长春北国蓝莓科技有限公司, 长春 130000; 5. 吉林农业大学园艺学院, 长春 130118)

**摘要** 在我国蓝莓是重要的浆果类作物, 而铃木氏果蝇对蓝莓的为害特征及为害程度尚无报道。本研究通过诱捕器监测蓝莓园中成虫的种群发生动态, 并采用随机取样法每周调查‘瑞卡’‘北陆’‘美登’和‘蓝金’4个蓝莓品种的果实受害率, 同时研究了受害果实内幼虫取食为害蓝莓的持续期。在连续13周的诱捕调查中, 共捕获到9 999头铃木氏果蝇, 其诱捕高峰期是8月22日, 首次诱捕到成虫是7月13日, 而通过采样首次调查到受害果是7月24日。表明诱捕器能够有效监测铃木氏果蝇的种群动态变化, 并提前11 d预警果实受害。各品种果实成熟初期受害率均很低, 仅为0~2%, 然而随着果实成熟度增加受害率均明显增加, 其中‘美登’受害率最低为34%, 而其他3个品种的受害率均高于80%, ‘蓝金’最高, 达90%。25℃条件下, 铃木氏果蝇所产卵次日即发育为幼虫, 且持续8 d后仍为幼虫在果实内为害, 可见蓝莓果实一旦被害即使采摘也无法避免损失。

**关键词** 铃木氏果蝇; 为害特征; 蓝莓品种; 受害率; 诱捕器监测

**中图分类号:** S 436. 639 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020182

## Damages of different blueberry cultivars caused by *Drosophila suzukii*

ZHANG Jinping<sup>1,2</sup>, CHEN Juhong<sup>1,2</sup>, ZHOU Changqing<sup>3</sup>, WANG Qinghe<sup>4</sup>,  
SHI Shusen<sup>2</sup>, LI Yadong<sup>5</sup>, ZHANG Feng<sup>1\*</sup>

(1. MARA-CABI Joint Laboratory for Bio-safety, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 3. Haidian Agricultural Law Enforcement Brigade, Beijing 100085, China; 4. Changchun Beiguo Blueberry Technology Co. Ltd., Changchun 130000, China; 5. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract** Blueberry is an important economic fruit, however, there was no report on damaged symptom and damaged level of blueberry caused by *Drosophila suzukii* in China. We monitored adult occurrence by solution traps, and sampled blueberry fruits randomly each week on four cultivars (‘Reka’ early harvest, ‘Northland’ middle early harvest, ‘Blomidon’ middle harvest, and ‘Bluegold’ middle late harvest) to test the incidence of damaged fruit and the duration of larval damaged in blueberry fruits. Totally 9 999 *D. suzukii* adults were caught by traps during consecutive 13 weeks monitoring. The first adult was trapped on 13 July and then population reached to peak on 22 August, while the first damaged fruit was found on 24 July. These results indicated that solution traps were effective tools to monitor the *D. suzukii*, and function well to predict the fruit damage 11 days ahead. The incidences of damaged fruit were very low (0–2%) of all cultivars at initial ripening stage, and then dramatically increased with the fruit ripe. The incidence of damaged fruit of ‘Blomidon’ kept at low level (34%), while those of the other three cultivars were higher than 80%, especially ‘Bluegold’ researched to 90%. At 25℃, larvae continued feeding damage in blueberry at least eight days from the second day when eggs were laid, therefore, loss cannot be avoided once fruit was damaged even it was picked.

收稿日期: 2020-04-08 修订日期: 2020-05-16

基金项目: 中国捐赠 CABI 发展基金 (VM10051B4)

\* 通信作者 E-mail: f.zhang@cabi.org

**Key words** *Drosophila suzukii*; damage symptom; blueberry cultivar; damage incidence; trap monitoring

铃木氏果蝇 *Drosophila suzukii* Matsumura, 又称斑翅果蝇, 英文名为 spotted wing drosophila, 隶属双翅目 Diptera, 环列亚目 Cyclorrhapha, 果蝇科 Drosophilidae, 果蝇属 *Drosophila*<sup>[1]</sup>。其生活史历经卵、幼虫、蛹和成虫 4 个虫态, 世代历期短, 寄主范围广, 可为害蓝莓、黑莓、甜樱桃及草莓等多种浆果和软皮水果<sup>[2]</sup>。铃木氏果蝇起源于亚洲, 近些年入侵到欧洲、北美洲、南美洲及非洲<sup>[3]</sup>, 在新的入侵地由于缺乏自然天敌的控制, 铃木氏果蝇迅速定殖并暴发为害, 这得益于其坚硬的锯齿状产卵器能够将卵产在健康成熟的果实中, 且繁殖量大<sup>[4]</sup>。对蓝莓、草莓及甜樱桃等浆果的研究表明, 约有 5% 的未成熟果实上有铃木氏果蝇的卵粒存在, 而成熟果实上约 80% 有其卵粒存在<sup>[5]</sup>。然而, 在没有新鲜健康果实的情况下, 铃木氏果蝇也可以寄生已有损伤或者过度成熟的果实<sup>[6]</sup>。卵在果实内发育成幼虫后直接取食果肉, 幼虫的 3 个龄期均在果实内取食为害, 造成水果很快变软和腐烂。此外, 铃木氏果蝇产卵的同时会对寄主水果造成物理损伤, 这些伤口为其他昆虫或病原体(细菌、真菌、病毒)提供了二次侵染的通道, 从而进一步加大经济损失<sup>[5]</sup>。

铃木氏果蝇无论是在原产地还是新入侵地均造成严重的经济损失。在日本, 铃木氏果蝇被认为是蓝莓上最重要的一种害虫, 早在 19 世纪 30 年代, 其造成樱桃产量损失近 100%, 葡萄产量损失近 80%<sup>[7]</sup>。在美国, 铃木氏果蝇对樱桃产量造成的损失近 80%<sup>[8]</sup>, 在加利福尼亚州对树莓造成 40% 的产量损失<sup>[9]</sup>, 据估算, 该虫对加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州的蓝莓、树莓、樱桃和草莓每年至少造成 5.11 亿美元的经济损失<sup>[10]</sup>。在加拿大, 铃木氏果蝇对蓝莓、草莓和樱桃在 2011 年造成的损失约为 2 750 万美元<sup>[11]</sup>。在欧洲, 2011 年铃木氏果蝇对意大利的特伦蒂诺(Trentino)5 种浆果造成 330 万欧元经济损失<sup>[12]</sup>。

由于铃木氏果蝇体型较小且与黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster* 等极为相似, 以致在其入侵至欧洲和北美洲之前没有受到太多关注。我国对铃木氏果蝇的研究尚处在起步阶段, 目前已有关于铃木氏果蝇的文献报道中 37% 为综述性文章<sup>[13]</sup>。关于其对水果为害的文章仅见有关杨梅的报道, 调查发现铃木氏果蝇的发生高峰期杨梅果实受害率达

100%<sup>[14]</sup>。蓝莓是我国各地近年来大力发展的重要浆果类作物, 关于铃木氏果蝇在蓝莓上的发生与为害特征尚不清楚, 这种现状不利于在蓝莓园对铃木氏果蝇的有效防控。为此, 我们调查了铃木氏果蝇在不同蓝莓品种上的发生及为害特点, 以及诱捕器监测的预警效果, 以便为进一步发展高效、安全的防控技术奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在吉林农业大学蓝莓基地(43°48′38″N, 125°24′13″E)进行, 海拔 220 m。试验总面积为 2 000 m<sup>2</sup>(100 m×20 m), 其中‘美登’(中熟)‘北陆’(中早熟)‘瑞卡’(早熟)和‘蓝金’(中晚熟)4 个品系毗邻栽植, 各占面积 500 m<sup>2</sup>(100 m×5 m), 树龄均为 10 年, 不使用化学农药, 采用有机生产管理模式。

### 1.2 铃木氏果蝇种群发生及动态监测

将 200 mL 糖醋诱液(糖、醋、酒和水按照 1:1:3:6 的比例配制成诱液)倒入诱捕器(北京风茂科技有限公司)后悬挂于固定好的铁杆上, 诱捕器距离地面 1 m 高, 各诱捕器间距为 20 m 左右, 5 个诱捕器均匀分布在试验地块中, 其中 1 个置于地块正中心, 另外 4 个放置于距离 4 个角落 5 m 左右的位置上。监测于 2017 年 6 月 15 日开始, 持续到 9 月 11 日(采收后第 4 周), 每 3 d 或 4 d(即每周 2 次)检查并更换诱液, 连续 2 次在诱捕器中检查到铃木氏果蝇后, 改为每周检查 1 次, 并将已诱捕的果蝇带回室内在体视解剖镜(SZ660, 重庆奥特光学仪器有限责任公司)下确定种类及数量。

### 1.3 果实受害特征及受害水平调查

6 月 27 日(早熟品种成熟前 4 周), 开始每周随机采样, ‘美登’‘北陆’‘瑞卡’和‘蓝金’各品种 100 颗蓝莓果实, 利用放大镜检查果实是否带有铃木氏果蝇卵。统计每果中含有的果蝇卵数量, 并计算果实受害率(含有果蝇卵的果实数量/调查果实数量×100%)。

### 1.4 室内观察铃木氏果蝇幼虫在蓝莓果实中发育持续为害时间

为了进一步了解铃木氏果蝇在蓝莓果实上产卵后, 幼虫在果实内的持续为害时间, 将新鲜未受害的 200 粒成熟‘北陆’蓝莓果实置于铃木氏果蝇的养虫

笼中,待其产卵 4 h 后取出所有蓝莓在解剖镜下选取 150 颗带卵果实,将其分成 5 组,每组 30 粒置于一培养皿中( $d = 9\text{ cm}$ ),然后放入温度( $25 \pm 1$ ) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50% 的恒温气候箱中。于次日(即第 1 天)及接下来的第 2、3、4 天和第 8 天各取出一组果实进行解剖,观察并记录果实内铃木氏果蝇幼虫的生长发育情况。

## 2 结果与分析

### 2.1 诱捕器监测铃木氏果蝇种群发生动态及消长规律

在连续 13 周(6 月 15 日到 9 月 11 日)的诱捕器监测调查过程中,共诱捕到 9 999 头铃木氏果蝇。7 月 13 日首次诱捕到铃木氏果蝇,其中两个诱捕器各诱捕 1 头,接下来在 7 月 17 日的检查中,在两个诱捕器中发现 3 头铃木氏果蝇。7 月 24 日,5 个诱捕器均诱捕到铃木氏果蝇,共 28 头。之后随着果实成熟度的增加诱捕数量逐渐增加,7 月 31 日诱捕数量上升到 467 头,到 8 月 28 日诱捕数量最多,达 4 391 头,而后诱捕数量开始下降(图 1)。

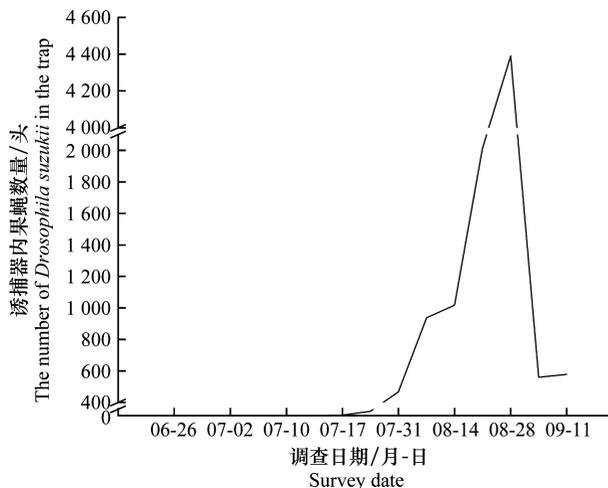


图 1 诱捕器监测蓝莓园铃木氏果蝇种群发生及动态  
Fig. 1 Population dynamic of *Drosophila suzukii* adults monitored by traps in blueberry orchard

### 2.2 蓝莓果实受害特征及受害程度

#### 2.2.1 铃木氏果蝇在蓝莓上的为害特征

各品种蓝莓果实受害特征相似,果实的表面具有产卵孔,产卵孔处凹陷并且具有两根白色的细长呼吸丝(图 2),呼吸丝的作用是确保已经产在果实里面的果蝇卵能够呼吸到空气并正常发育。卵发育为幼虫后直接在果实内取食为害(图 3)。



图 2 铃木氏果蝇成虫在蓝莓果实表面产卵及产卵后露在果实外面的白色呼吸丝

Fig. 2 A female *Drosophila suzukii* laying eggs on the surface of blueberry and the white respiratory tubes on the surface



图 3 正在取食为害蓝莓的铃木氏果蝇幼虫(红圈内)  
Fig. 3 *Drosophila suzukii* larva feeding in blueberry (red circle)

#### 2.2.2 各品种蓝莓果实的受害程度

在持续的调查过程中,早期并未发现受害果实,直到 7 月 24 日在早熟品种‘瑞卡’和中晚熟品种‘蓝金’各发现 1 颗受害果实,且每颗果实上只有 1 个铃木氏果蝇卵(表 1)。7 月 31 日调查时发现‘瑞卡’有 2 颗受害果实,‘美登’和‘蓝金’各发现 1 颗受害果实,且每果只有 1 粒铃木氏果蝇卵。8 月 7 日,在所调查的 4 个品种中都发现了受害果,其中‘蓝金’的受害率最高,为 90%,且受害程度也最重,受害果实总带卵量为 585 粒,每个受害果带卵量为 1~23 粒。

而‘美登’的受害率和受害程度最轻,受害率为21%,受害果总带卵量为28粒,每个受害果实带卵1~3粒。8月14日调查时‘蓝金’树上已经没有果实,而‘瑞卡’‘北陆’‘美登’3个品种的果实受害率

和受害程度均有所增加,其中‘瑞卡’和‘北陆’的受害率均增加到了80%以上,单果带卵量达15粒。但‘美登’仍然保持较低的受害率,为34%,单果带卵量为1~4粒(表1)。

表1 铃木氏果蝇在田间对4种蓝莓果实的为害水平<sup>1)</sup>

Table 1 Damage level of four blueberry cultivars caused by *Drosophila suzukii* in the field

调查日期/ 月-日 Survey date	品种 Cultivar	果实受害率/% Incidence of damaged fruit	受害果实总含卵数/粒 Total number of eggs on damaged fruit	每果含卵数/粒 Number of eggs per damaged fruit
07-24	瑞卡	1	1	1
	北陆	0	0	0
	美登	0	0	0
	蓝金	1	1	1
07-31	瑞卡	2	2	1
	北陆	0	0	0
	美登	1	0	0
	蓝金	1	1	1
08-07	瑞卡	60	224	1~12
	北陆	45	110	1~12
	美登	21	28	1~3
	蓝金	90	585	1~23
08-14	瑞卡	81	346	1~15
	北陆	85	413	1~15
	美登	34	58	1~4
	蓝金	—	—	—

1) 表中“—”表示未采集到‘蓝金’果实。  
“—” means no ‘Bluegold’ fruit was collected.

### 2.3 铃木氏果蝇幼虫在蓝莓果实中的为害持续期

连续5次的观察结果表明,在25℃条件下,铃木氏果蝇产卵后第2天,即经历1d的时间发育后即孵化为可在果实内取食为害的幼虫,且幼虫取食为害期至少持续8d。铃木氏果蝇幼虫分为3个龄

期,在最初的3d基本为1龄幼虫,第4天开始则为2龄和3龄混合发生,其中78%发育为2龄幼虫,22%为3龄幼虫。第8天时则64%为食量较大的3龄幼虫,36%为2龄幼虫。

表2 铃木氏果蝇产卵后幼虫在蓝莓果实内为害持续期

Table 2 Damage duration of *Drosophila suzukii* larvae after eggs were laid in blueberry

幼虫龄期 Larva instar	各龄幼虫所占百分比/% Percentage of each larval stage				
	第1天	第2天	第3天	第4天	第8天
	The 1st day	The 2nd day	The 3rd day	The 4th day	The 8th day
1龄 1st instar	100	100	93	0	0
2龄 2nd instar	0	0	7	78	36
3龄 3rd instar	0	0	0	22	64

### 3 结论与讨论

铃木氏果蝇与黑腹果蝇不同,其可以利用具有锯齿状的产卵器将卵产在即将成熟或者正在成熟的健康果实内,幼虫孵化后便直接在果实中取食为害,导致果实塌陷腐烂,严重影响果实的品质<sup>[2]</sup>。同时铃木氏果蝇产卵造成的伤口也给黑腹果蝇等其他有

害生物创造了二次侵染的机会,由于黑腹果蝇等无坚硬的产卵器,只能将卵产于有损伤或者已经腐烂的果实内,因此对浆果造成较大经济损失的果蝇主要是铃木氏果蝇。然而对于铃木氏果蝇的为害症状及特征鲜有报道,导致许多一线或基层植保工作者无法准确辨别果蝇种类,只能笼统地称为樱桃果蝇或蓝莓果蝇等<sup>[15-16]</sup>,无法为制定防治策略提供有效

的信息,这对防治极为不利。因此,有必要了解铃木氏果蝇为害健康果实的特性,并通过观察果实表面白色呼吸丝の有无来判断果实是否被铃木氏果蝇为害,从而进一步实施精准防控技术。

本研究发现,7月13日蓝莓园中的糖醋液诱捕器首次捕获到铃木氏果蝇,而在7月24日才调查到受害果实,表明这种诱捕器能够提前11d左右预报铃木氏果蝇的幼虫开始为害果实。对铃木氏果蝇在蓝莓果实中的为害持续时间研究表明,一旦果实被产卵为害,在接下来若干天中任何时间采收都无法去除果蝇幼虫,虽然低温储藏蓝莓可延长货架期,但也难以避免幼虫在果实内取食造成的损失。据此,在实际生产过程中可以采用诱捕器监测田间种群动态,在诱捕到铃木氏果蝇后立即采取措施,例如喷洒环境友好的高效低毒专一性化学农药或者及时采收成熟果实等措施减少损失。此外,在果实采收后的一段时间里,诱捕器捕获的铃木氏果蝇种群数量仍在急剧上升,建议此时段内增加诱捕器数量,大量诱杀减少次年的虫口数量。已有研究报道认为大量诱捕是防治铃木氏果蝇的有效防控措施<sup>[17-18]</sup>。

在所有调查的4个品种蓝莓果实中,成熟前期基本不受害,后期受铃木氏果蝇为害严重。8月份之前的6次调查中只有最后2次发现受害果实,且4个品种的果实受害率都很低,受害率仅为0~2%,而在8月份的2次调查中发现随着果实成熟度增加4个品种的受害率均迅猛增加,其中‘美登’受害率最低为34%,而其他3个品种的受害率均在80%以上。由于‘美登’是中熟品种,其他3个分别为早熟、中早熟和中晚熟品种<sup>[19]</sup>,可见果实的受害率高低与品种的成熟期无正相关性,或许与果实的果皮厚度或营养成分相关。亦或许由于果园中蓝莓果实已进入成熟期,散发的芳香气昧导致大批量铃木氏果蝇迁入为害。已有研究报道铃木氏果蝇利用果实成熟时释放的挥发物定位并迁移到果园中为害<sup>[20-21]</sup>。因此,我们可以采用物理或化学等方法阻截铃木氏果蝇入园,如安装防虫网,研究表明防虫网能够有效控制铃木氏果蝇对蓝莓的为害<sup>[22]</sup>。或利用信息素结合驱避寄主植物采用推拉(Push-Pull)策略。也可以在果园周围密布诱捕器,在发现有果蝇迁入迹象时,在果园边缘地带喷施多杀霉素等生物农药阻截害虫入园<sup>[23]</sup>。同时考虑到生物防治对环境友好,且铃木氏果蝇的寄

生性天敌种类丰富<sup>[24]</sup>,我们也可以进一步保护和发掘本地特有的天敌资源,开发铃木氏果蝇的生物防治产品,结合生态学调控手段,建立适合我国蓝莓可持续发展的铃木氏果蝇绿色防控技术体系。

## 参考文献

- [1] 薛万琦, 赵建铭. 中国蝇类[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1996: 280 - 409.
- [2] WALSH D B, BOLDA M P, GOODHUE R E, et al. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential [J]. Integrated Pest Management, 2011, 2(1): 1 - 7.
- [3] CABI. *Drosophila suzukii* [Distribution map]. Distribution maps of plant pests [M]. UK: Wallingford, 2019.
- [4] ASPLEN M K, GIANFRANCO A, ANTONIO B, et al. Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities [J]. Journal of Pest Science, 2015, 88:469 - 494.
- [5] TANIGOSHI L K, GERDEMAN B S, SPITLER G H. Spotted wing *Drosophila* (SWD) recommendations for red raspberry in Washington State [EB/OL]. (2010 - 08 - 16) [2020 - 04 - 04]. Washington State University Mount Vernon NW Research Center Spotted Wing *Drosophila* Updates Website. www.mountvernon.wsu.edu/ENTOMOLOGY/pests/SWD.html.
- [6] LEE J C, BRUCK D J, CURRY H, et al. The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii* [J]. Pest Management Science, 2011, 67: 1358 - 1367.
- [7] KANZAWA T. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. [M]. Kofu: Yamanashi Agricultural Experimental Station, 1939: 1 - 49.
- [8] HARRIS D W, HAMBY K A, WILSON H E, et al. Seasonal monitoring of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in a mixed fruit production system [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2014, 17(4): 857 - 864.
- [9] GOODHUE R E, MARK B, DEREK F, et al. Spotted wing drosophila infestation of California strawberries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs [J]. Pest Management Science, 2011, 67(11): 1396 - 1402.
- [10] FARNSWORTH D, HAMBY K A, BOLDA M, et al. Economic analysis of revenue losses and control costs associated with the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura), in the California raspberry industry [J]. Pest Management Science, 2017, 73(6):1083 - 1090.
- [11] Statistics Canada. Fruit and vegetable production [C]. Ministry of Industry, 2012, 80:1 - 40.
- [12] ROS D G, ANFORA G, GRASSI A, et al. The potential economic impact of *Drosophila suzukii* on small fruit production in Trentino (Italy) [J]. IOBC-WPRS Bull, 2013, 91:317 - 321.

[13] 蔡普默, 仪传冬, 张旗文, 等. 应该引起重视的害虫: 基于文献计量铃木氏果蝇的国内外研究现状分析[J]. 果树学报, 2018, 35(12): 96-106.

[14] 赵超, 李萍, 谢冬生, 等. 斑翅果蝇田间发生与为害特性观察[J]. 应用昆虫学报, 2017, 54(5): 724-729.

[15] 徐芳玲, 谢莉华, 龙培仲. 不同引诱剂对蓝莓果蝇田间诱捕效果研究[J]. 中国南方果树, 2012(6):70.

[16] 惠军涛, 王德田, 杨非, 等. 樱桃果蝇的发生与防控. 西北园艺 [J]. 2018(8): 27-28.

[17] BAROFFIO C, KUONEN F, MARAZZI C, et al. Strategy to control *Drosophila suzukii*: effectiveness of traps, attractants and nets. (Dossier special *Drosophila suzukii*) [French] Revue Suisse de Viticulture [J]. Arboriculture et Horticulture, 2017, 49(4):212-216.

[18] 伍苏然, 李江涛, 李正跃, 等. 不同方法对杨梅园果蝇田间诱集防治效果比较[J]. 山地农业生物学报, 2007, 26(4): 365-368.

[19] 李亚东, 刘海广, 唐学东. 蓝莓栽培图解手册[M], 北京: 中

国农业出版社, 2014: 14-29.

[20] ABRAHAM J, ZHANG A, ANGELI S, et al. Behavioral and antennal responses of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to volatiles from fruit extracts [J]. Environmental Entomology, 2015, 44: 356-367.

[21] 刘燕, 谢冬生, 胡纯华, 等. 杨梅果实成熟度及挥发物对斑翅果蝇定向行为的影响[J]. 应用昆虫学报, 2017, 54(5): 716-723.

[22] BAROFFIO C A, DORSAZ M, KUONEN F. Current integrated pest management tactics for the spotted wing drosophila and their practical implementation in Switzerland [J]. Pesticides and Phytomedicine, 2017, 32: 33-39.

[23] SPIES J, LIBURD O E L. Comparison of attractants, insecticides, and mass trapping for managing *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberries [J]. Florida Entomologist, 2019, 102(2): 315-321.

[24] 方圆, 吴浩, 王金秀, 等. 云南省斑翅果蝇寄生性天敌昆虫种类调查[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(3): 592-598.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 190 页)

### 参考文献

[1] 游建华, 方锋学, 陈引芝, 等. 广西甘蔗生产机械化现状及发展对策[J]. 中国糖料, 2008(4):69-72.

[2] 韦小蕾. 广西甘蔗产业化现状研究[J]. 中国市场, 2017(46):44-46.

[3] 潘雪红, 魏吉利, 商显坤, 等. 甘蔗螟虫卵寄生蜂的研究及应用进展[J]. 广西糖业, 2019(6):14-19.

[4] 李杨瑞. 现代甘蔗学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 341-344.

[5] 陈社保. 广西甘蔗二点螟的发生与防治研究综述[J]. 广西农业科学, 1981(8):19-22.

[6] 刘志诚. 甘蔗病虫害及其防治[M]. 北京: 农业出版社, 1983:5.

[7] 魏吉利, 黄诚华, 潘雪红, 等. 广西蔗区红尾白螟分布区域及危害程度调查[J]. 南方农业学报, 2016, 47(4):594-598.

[8] 黄诚华, 魏吉利, 商显坤, 等. 百色市右江区甘蔗红尾白螟的发生为害与防治建议[J]. 南方农业学报, 2015, 46(1):67-71.

[9] 黄诚华, 商显坤, 潘雪红, 等. 广西兴宾区红尾白螟的发生为害与防治对策[J]. 中国糖料, 2015, 37(2):63-65.

[10] PAN Xuehong, WEI Jili, SHANG Xiankun, et al. The occurrence of *Chilo sacchariphagus* and its egg parasitoid wasps in sugarcane plantations in Guangxi China [J]. International Sug-

ar Journal, 2020, 122(1453): 58-63.

[11] 黄涛生. 甘蔗条螟预测方法和防治技术的改进[J]. 植保技术与推广, 2003, 23(7):9-10.

[12] 周至宏, 王助引, 陈可才. 甘蔗病虫鼠草防治彩色图志[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1999:88.

[13] 潘红春, 吴国晃. 东亚糖业集团利用赤眼蜂防治甘蔗螟虫[J]. 广西糖业, 2017(5):8-13.

[14] 潘雪红, 黄诚华, 黄冬发, 等. 螟黄赤眼蜂对二点螟的防治效果[J]. 中国植保导刊, 2011, 31(2):26-28.

[15] 陈星富, 彭明戈, 宋一林, 等. 持续 3 年释放螟黄赤眼蜂防治甘蔗螟虫效果调查[J]. 农业研究与应用, 2018, 31(1):34-37.

[16] 施泽升, 陈海生, 覃振强, 等. 崇左甘蔗螟虫种群动态及螟黄赤眼蜂防治效果评价[J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(5):656-662.

[17] 韦金凡, 李廷化, 商显坤, 等. 释放螟黄赤眼蜂对甘蔗螟虫的田间防效[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(1):54-58.

[18] 李继虎, 何余容, 吴仁波, 等. 甘蔗田间节肢动物群落的结构及特征[J]. 华南农业大学学报, 2011, 32(1):39-44.

[19] 李文凤, 黄应昆. 云南甘蔗害虫天敌及其自然控制作用[J]. 昆虫天敌, 2004, 26(4):156-162.

[20] 潘雪红, 黄诚华, 辛德育. 甘蔗螟虫主要优势天敌及其生物防治意义[J]. 广西农业科学, 2009, 40(1):49-52.

(责任编辑: 田 喆)