

DOI: 10.16626/j.cnki.issn1000-8047.2022.06.012

# 北京樱桃园斑翅果蝇发生动态及 不同诱液诱集效果比较\*

杨帆, 王泽华, 孙昂, 虞国跃, 王山宁

(北京市农林科学院植物保护研究所, 北方果树病虫害绿色防控北京市重点实验室, 100097)

**摘要** 斑翅果蝇在果园发生严重, 但在北京鲜有报道。2020 年在北京市通州区樱桃园成功诱集到 45 头斑翅果蝇成虫, 同年越冬种群调查, 12 月 11 日最后一次诱集到斑翅果蝇, 2021 年斑翅果蝇首次出现和种群波动时间与樱桃果实成熟期相吻合。比较 4 种常用诱液对果蝇的诱集效果, 发现苹果醋 (Bragg) 配制的酒醋液诱集效果最佳; 糖酵母液对斑翅果蝇具有一定的诱集特异性。北京地区樱桃园斑翅果蝇应引起关注, 谨防其种群暴发, 给樱桃和其他果树生产造成重大损失。

**关键词** 斑翅果蝇; 樱桃; 越冬; 种群监测; 诱液

**中图分类号**: S436.629

**文献标志码**: A

**文章编号**: 1000-8047(2022)06-0066-05

斑翅果蝇 (*Drosophila suzukii*) 又名铃木氏果蝇, 与其他果蝇不同, 雌成虫产卵器呈锯齿状, 偏好在未成熟软皮果实中产卵。该产卵习性给樱桃、杨梅、蓝莓、树莓等小核软皮果实的品质和产量造成严重威胁<sup>[1]</sup>, 并且斑翅果蝇作为一种重要的检疫性害虫, 也会影响我国水果和相关产品的进出口贸易<sup>[2]</sup>。

斑翅果蝇危害首次于 1916 年在日本报道<sup>[3]</sup>, 被认定为原产于亚洲, 2000 年后入侵北美和欧洲<sup>[4-7]</sup>, 随后迅速蔓延, 如今已在全球广泛分布, 造成严重的经济损失<sup>[1,8]</sup>。斑翅果蝇在中国早有报道<sup>[9]</sup>, 记录的分布地区有广西、贵州、云南、四川、湖北、江苏、浙江、山东、河南、辽宁和黑龙江等 22 个省 (自治区)<sup>[1,10-11]</sup>。北京曾有斑翅果蝇的记录<sup>[10-11]</sup>, 但并未开展田间种群调查, 对于斑翅果蝇在北京地区果园的发生情况未有详细报道。

近年来, 随着市民对樱桃等鲜果类需求的日益增长, 北京地区樱桃种植面积不断扩大。据中国园艺学会樱桃分会统计及相关文献数据, 目前我国樱桃栽培总面积 23 万多  $\text{hm}^2$ , 约占世界樱桃种植总面积的 27%。截至 2019 年底, 北京地区樱桃种植总面积 4 000 余  $\text{hm}^2$ , 总产量 1.9 万 t, 产值 4.27 亿元<sup>[12]</sup>。因此, 斑翅果蝇是否广泛存在于北京地区樱桃园以及在樱桃园中的发生情况亟需开展调查研究。

2020—2021 年, 我们在北京市通州区樱桃基地, 通过酒醋液诱集的方法初步调查了樱桃园及周边果园是否有斑翅果蝇的发生, 对斑翅果蝇种群越冬和樱桃生长季的发生动态进行了监测, 并比较了几种常用诱液对果蝇的诱集效果, 以期北京地区樱桃园斑翅果蝇发生提供监测预警信息并为安全生产提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

耗材: 自制旋盖圆筒形诱捕器 (直径 8 cm, 高 10 cm) (图版 1)、酒醋液回收桶、塑料培养皿 (直径 9 cm)、筛子 (80 目)、离心管 (1.5 mL)、镊子和显微镜。

试剂: 红酒 (大泽山原汁葡萄酒, 酒精度 12.5%Vol)、白酒 (红星二锅头, 酒精度 52%Vol)、苹果醋 (Bragg, 酸度 5%)、苹果醋 (海天, 总酸含量  $\geq 3.50 \text{ g/100 mL}$ )、陈醋 (水塔, 总酸含量  $\geq 4.50 \text{ g/100 mL}$ )、白砂糖、红糖、酵母粉 (安琪)、敌敌畏、洗洁精 (立白, 无香型) 和 75%乙醇溶液。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 果园斑翅果蝇种群监测

调查地为北京市农林科学院通州樱桃育种基

本文于 2021-08-16 收到, 2021-11-03 收到修改稿。

\*北京市农林科学院青年科研基金 (QNJJ202216); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项 (KJCX201910); 北京市科技计划课题 (Z201100008020014)。

杨帆 E-mail: evelynyangfan@163.com; 王山宁为通信作者, E-mail: wangshanning@yeah.net。

地。在果树上悬挂诱捕器, 诱捕器筒壁上部均匀戳孔, 直径约为 0.5 cm, 供果蝇飞入。酒醋液按照红酒: 苹果醋 (海天) = 1: 1 配制, 加入少量敌敌畏 (1: 500 稀释), 每个诱捕器倒入约 100 mL 诱液。

首先, 对果园斑翅果蝇种群进行了初步调查, 2020 年 5 月 27 日在甜樱桃树上悬挂 9 个诱捕器, 10 d 后收回; 2020 年 9 月 7 日在樱桃园周边梨、苹果和葡萄树上各悬挂 3 个诱捕器, 9 月 18 日收回。悬挂诱捕器时, 每个诱捕器之间间距  $\geq 10$  m。

采用同样的方法, 对果园果蝇越冬种群进行了监测。越冬种群样品采集从 2020 年 11 月 27 日持续至 2021 年 4 月 9 日, 每 2 周收回 1 次, 共 12 次, 悬挂诱捕器的果树种类有梨、苹果、樱桃和杂草, 樱桃园悬挂 9 个诱捕器, 其他均为 3 个。

2021 年 4 月 9 日开始对樱桃园斑翅果蝇种群开展调查, 在樱桃树上悬挂 9 个诱捕器, 每个诱捕器相距  $\geq 10$  m, 每周收回 1 次, 至 7 月 2 日收回结束。

### 1.2.2 不同诱液诱集效果评价

选择常见的几种果蝇诱液配方, 对比诱液诱集果蝇的效果。不同诱液配方: 处理 1, 酒醋液, 红酒: 苹果醋 (海天) = 1: 1 (V: V); 处理 2, 酒醋液, 红酒: 苹果醋 (Bragg) = 1: 1 (V: V); 处理 3, 糖酒醋液, 红糖: 白酒: 陈醋: 水 = 1: 3: 1: 6 (M: V: V: V), 质量单位为 g, 体积单位为 mL; 处理 4, 糖酵母液, 酵母粉 1.69 g、白糖 8.45 g、水 150 mL; 对照为清水。每个处理和对照分别悬挂 3 个诱捕器, 每个诱捕器加入 150 mL 诱液和 0.5 mL 洗洁精。一组诱捕器悬挂在同一排樱桃树上, 每组诱捕器相距大于 10 m。每周更换 1 次诱液, 收集时间从 2021 年 5 月 28 日持续至 7 月 2 日。

以上调查的诱捕器收回后, 诱捕器中诱液过筛, 保留虫体, 用清水冲洗后, 保存于 75% 乙醇溶液中待鉴定。在显微镜下, 根据雌雄斑翅果蝇的关键形态特征对收集到的果蝇进行鉴定, 即雌性成虫具锯齿状产卵器; 雄性成虫前翅末端各有 1 个黑色斑点, 前足跗节具 2 排栉<sup>[13-15]</sup>。

### 1.3 数据分析

斑翅果蝇占比 (%) = (斑翅果蝇数量/总果蝇数量)  $\times 100$

对不同诱液诱集到的斑翅果蝇和总果蝇数量进行 LOG (X + 1) 转换, 斑翅果蝇占比进行平方根反正弦转换。种群动态数据采用一般线性方程模型

进行重复测量分析, 不同诱液诱集果蝇数量季节性平均值采用单因素 ANOVA 方差分析, 选择 Tukey s-b 进行事后比较 (SPSS 25.0)。

## 2 结果与分析

### 2.1 斑翅果蝇初步调查

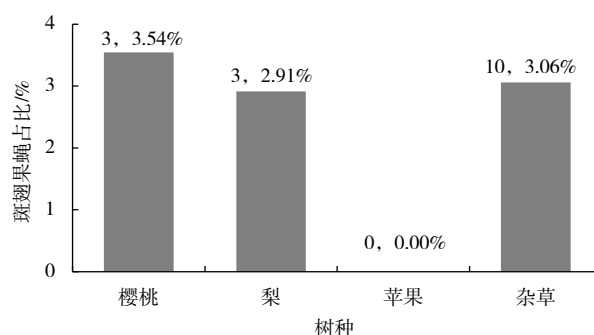
2020 年 6 月甜樱桃果实成熟期在樱桃园共诱集到果蝇 1 350 头, 根据斑翅果蝇形态学鉴定特征, 鉴定出斑翅果蝇 45 头, 占比 3.33%。2020 年 9 月, 对梨、苹果和葡萄树上悬挂的诱捕器中诱集到的果蝇进行鉴定。由表 1 可知, 梨、苹果和葡萄树上悬挂的诱捕器均诱集到斑翅果蝇, 其中苹果树上诱集到的数量最多, 共 9 头, 占苹果树总诱集果蝇数量的 3.91%, 其次为梨 0.97% 和葡萄 0.13%。

表 1 不同果树悬挂酒醋液诱集果蝇和斑翅果蝇数量

| 树种  | 时间/(年-月) | 斑翅果蝇数量/头 |    | 总果蝇数量/头 | 斑翅果蝇占比/% |
|-----|----------|----------|----|---------|----------|
|     |          | 雌性       | 雄性 |         |          |
| 甜樱桃 | 2020-06  | 30       | 15 | 1 350   | 3.33     |
| 梨   | 2020-09  | 3        | 4  | 721     | 0.97     |
| 苹果  | 2020-09  | 8        | 1  | 230     | 3.91     |
| 葡萄  | 2020-09  | 1        | 0  | 746     | 0.13     |

### 2.2 斑翅果蝇越冬调查

2020 年 11 月 27 日至 2021 年 4 月 9 日, 对斑翅果蝇越冬种群进行监测, 仅在 2020 年 11 月 27 日和 12 月 11 日 2 次收回的诱液中发现有斑翅果蝇。11 月 27 日, 除苹果园未诱集到斑翅果蝇, 其他果树和杂草均诱集到斑翅果蝇雌雄虫, 樱桃园诱集到斑翅果蝇的占比最高, 为 3.54% (图 1)。12 月 11 日, 仅在梨和樱桃园各诱集到 1 头斑翅果蝇。2021 年 2 月 5 日最早监测到果蝇, 之后果蝇种群数量逐渐增多 (图 2), 但直至 4 月 9 日未发现斑翅果蝇。



注: 图中柱形上方标注的数字分别为斑翅果蝇数量和占比

图 1 果树及杂草诱集斑翅果蝇数量及占比 (2020 年 11 月 27 日)

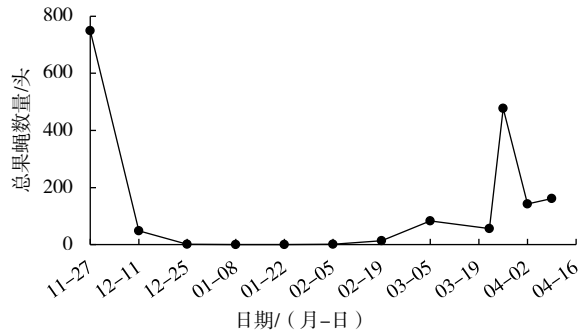


图2 越冬种群调查诱集总果蝇数量种群动态(2020—2021年)

### 2.3 樱桃生长季斑翅果蝇种群调查

2021年5月21日,在樱桃园诱集到第1头斑翅果蝇,随后数量逐渐上升。6月18日达到最高峰,平均1个诱捕器可诱集到 $(6 \pm 1)$ 头斑翅果蝇成虫,同时斑翅果蝇所占比率也达到最高 $(26.97\% \pm 2.65\%)$ ,随后数量和占比均逐步下降(图3)。

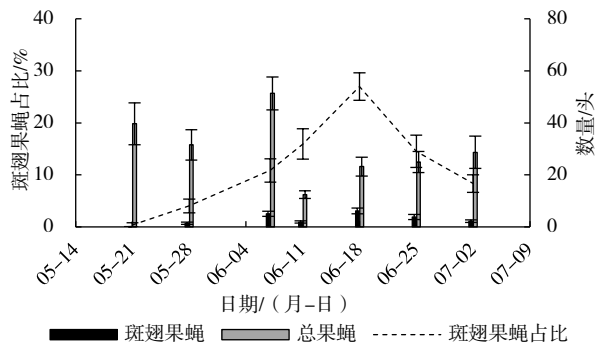


图3 樱桃园诱集斑翅果蝇数量及占比

表2 不同诱液诱集果蝇数量和占比季节性平均值

| 处理         | 总果蝇数量/头              |       | 斑翅果蝇数量/头           |       | 斑翅果蝇占比/%            |       |
|------------|----------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|
|            | 平均值                  | F     | 平均值                | F     | 平均值                 | F     |
| 酒醋液(海天)    | $65.72 \pm 33.66$ ab | 43.46 | $6.61 \pm 0.89$ b  | 40.45 | $21.17 \pm 1.35$ b  | 39.35 |
| 酒醋液(Bragg) | $87.72 \pm 26.85$ a  |       | $31.17 \pm 1.32$ a |       | $44.21 \pm 5.65$ a  |       |
| 糖酒醋液       | $50.44 \pm 19.87$ ab |       | $12.56 \pm 4.64$ b |       | $30.53 \pm 3.31$ ab |       |
| 糖酵母液       | $22.00 \pm 2.14$ b   |       | $12.61 \pm 1.59$ b |       | $49.50 \pm 2.74$ a  |       |
| 清水对照       | $0.11 \pm 0.06$ c    |       | $0.00 \pm 0.00$ c  |       | $0.00 \pm 0.00$ c   |       |

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.001$ )。

番茄等果皮较软的果实内,幼虫在果实内取食,给果园造成严重损失<sup>[6,13,16-17]</sup>。自2010年起,我国便不断有斑翅果蝇为害樱桃、蓝莓和杨梅等的报道<sup>[18]</sup>。樱桃作为斑翅果蝇偏好奇主之一,2020年我们在樱桃园中仅1次诱集,斑翅果蝇即占全部果蝇数量的3.33%;2021年开展系统调查,樱桃成熟后期诱集到的斑翅果蝇占比高达 $26.97\% \pm 2.65\%$ 。从5月21日诱集到第1头斑翅果蝇到6月18日诱集数量达到最高峰[平均 $(23 \pm 4)$ 头/桶],斑翅果蝇成虫

### 2.4 不同诱液对果蝇的诱集效果

重复测量分析结果显示,不同处理诱集到的总果蝇数量( $F_4 = 43.46$ )、斑翅果蝇数量( $F_4 = 40.45$ )和占比( $F_4 = 39.35$ )均差异显著,并且不同处理随时间波动也很大(斑翅果蝇数量: $F_5 = 27.45$ ;总果蝇数量: $F_5 = 49.17$ ;斑翅果蝇占比: $F_5 = 4.58$ )。季节性平均值分析结果同重复测量结果,不同处理间诱集到的总果蝇数量、斑翅果蝇数量和占比存在显著性差异(表2)。诱集总果蝇数量由高到低为:酒醋液(Bragg) > 酒醋液(海天) > 糖酒醋液 > 糖酵母液 > 清水对照;诱集斑翅果蝇数量由高到低为:酒醋液(Bragg) > 糖酵母液 > 糖酒醋液 > 酒醋液(海天) > 清水对照;而斑翅果蝇占比由高到低为:糖酵母液 > 酒醋液(Bragg) > 糖酒醋液 > 酒醋液(海天) > 清水对照。

### 3 讨论与结论

已有报道在北京地区发现斑翅果蝇<sup>[10-11]</sup>,但仅是物种记录,并未详细报道斑翅果蝇在北京的具体寄主植物,本研究首次报道了斑翅果蝇在北京地区樱桃(甜樱桃)园的发生,证实樱桃园及周边果园中确有斑翅果蝇为害。

斑翅果蝇寄主广泛,雌性成虫产卵器呈锯齿状,可将卵直接产于成熟或即将成熟的樱桃、桃、欧洲李、葡萄、草莓、树莓、蓝莓、无花果、柿、

种群增长期和樱桃成熟期相吻合。在对辽宁省斑翅果蝇发生规律的研究中也发现,斑翅果蝇成虫数量的变化规律均与果园内种植果树果实发育历期相关,樱桃早熟品种比晚熟品种上斑翅果蝇成虫出现时期、高峰时期和消失时期均提前半个月<sup>[19]</sup>。因此,樱桃果实开始成熟前就应开展斑翅果蝇的防治工作,尤其是对早熟品种上斑翅果蝇的防控,以压低虫口基数,防止种群快速增长。

尽管苹果和梨不是斑翅果蝇的偏好奇主,但其



也可在健康和腐烂的苹果和梨中取食和产卵<sup>[20-21]</sup>。9月我们在梨园和苹果园诱集到斑翅果蝇成虫,推测在樱桃采收后其可能继续在梨或苹果上为害。葡萄园虽诱集到大量果蝇,但仅发现1头斑翅果蝇。葡萄虽是斑翅果蝇的偏好寄主,但有研究表明,斑翅果蝇很少危害某些特定品种的葡萄<sup>[16]</sup>,而我们在葡萄园几乎没有诱集到斑翅果蝇,可能是因为斑翅果蝇不喜欢在该葡萄品种上产卵。研究发现,斑翅果蝇在野外可取食18种非作物果实,在经济作物果实成熟之前,野扇花(*Sarcococca confusa*)和忍冬属植物(*Lonicera* sp.)上均发现大量斑翅果蝇<sup>[22]</sup>。因此,除了关注目标果实上害虫种群发生动态外,果实成熟前应调查周边是否有适宜斑翅果蝇发生的非作物生境,提前清除斑翅果蝇虫源;果实收获后观察是否转移至其他偏好寄主植物或者产卵于腐烂落果中,及时防控,压低越冬虫量。

目前防治斑翅果蝇的方法主要依靠化学防治,频繁大量施用杀虫剂<sup>[14,23]</sup>,会导致斑翅果蝇抗药性的产生,如最新研究显示,美国加利福尼亚莓果上的斑翅果蝇就对多种杀菌素产生了抗药性<sup>[8,24]</sup>。因此亟需发展其他合理有效的防治技术,比如对斑翅果蝇引诱物质的探索<sup>[25]</sup>。本文对比了酒醋液<sup>[26]</sup>、糖酒醋液<sup>[27]</sup>和糖酵母液<sup>[13]</sup>等常用的果蝇诱集液的引诱效果,发现Bragg品牌苹果醋配制的酒醋液对斑翅果蝇和其他果蝇均有很好的诱集效果,但糖酵母液对斑翅果蝇有特异的诱集效果,诱集的斑翅果蝇占比最高。因此,在实际应用中,可根据应用目的选择不同诱液,比如监测总果蝇动态,可以选择酒醋液,而针对斑翅果蝇种群监测,可以考虑糖酵母液或酒醋液。海天品牌苹果醋配制的酒醋液诱集总果蝇量仅次于Bragg品牌的,且其售价仅是Bragg苹果醋的1/8,因此,考虑到成本,总果蝇监测可以用海天苹果醋配制的酒醋液。关于斑翅果蝇引诱技术,研究报道一种蛋白饵料诱集到的斑翅果蝇数量显著高于糖酒醋液和苹果酒醋液,诱集数量是其2.6~3.3倍,但试验均在罩笼中完成,在田间应用中是否有效和成本是否过高,仍需验证<sup>[28]</sup>。除此以外,斑翅果蝇天敌昆虫的开发<sup>[29-35]</sup>,简单易操作的相关农事操作的应用等<sup>[36-37]</sup>也可减轻化学农药施用提供有力支持。

北京果园鲜有斑翅果蝇报道,对斑翅果蝇是否能在北京越冬也未知。2020—2021年在北京市通州

区樱桃园开展的越冬调查发现,最后一次诱集到斑翅果蝇成虫是在2020年12月11日,之后再未诱集到斑翅果蝇成虫,直至第2年樱桃果实开始成熟。有研究发现,斑翅果蝇幼虫、蛹和成虫均无法在温度低于-15℃的室外越冬场所(薄土层、枯枝落叶和残留果实)越冬<sup>[19]</sup>。本研究调查地温度监测显示2020年12月和2021年1月室外平均温度分别为-4.37℃和-5.32℃,1月最低温度低至-25.10℃,室外调查中未诱集到斑翅果蝇,可能由于其无法室外生存,但仍需进一步开展斑翅果蝇越冬调查,明确其是否可在北京地区室外越冬。斑翅果蝇可以在低温(1℃)环境下存活数月<sup>[38]</sup>,还可以利用人为保温设施(果园、仓库和厨房等)越冬<sup>[15,39]</sup>。近年来北京设施农业快速发展,研究发现,2005—2015年,北京设施农业用地面积增加了25444hm<sup>2</sup>,增长了1.62倍<sup>[40]</sup>。设施农业面积增加也为斑翅果蝇提供了更多的越冬场所,但斑翅果蝇能否在北京地区周年繁殖仍需深入调查研究。另外,斑翅果蝇易随水果运输传播<sup>[15]</sup>,本研究在北京地区果园监测到的成虫是本地的越冬虫源还是外地带入虫源还需进一步确定。

本研究证实了斑翅果蝇在北京地区樱桃园及周边果园中的发生,初步报道了樱桃园斑翅果蝇成虫的越冬情况和种群发生动态,筛选出诱集效果最佳的果蝇诱液。未来不仅需要系统调查樱桃园害虫种群发生情况,更应加强对樱桃树周边非作物生境和其他果树上害虫种群动态监测,为防范斑翅果蝇暴发提供可靠预警信息。

## 参考文献

- [1] Asplen M, Biondi A, Choi D S, et al. Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*, 2015, 88(3): 469-494.
- [2] 王小雪, 刘波, 李志红. 斑翅果蝇检疫研究进展. *植物检疫*, 2019, 33(2): 14-18.
- [3] Kanzawa T. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu: Yamanashi Agricultural Experimental Station, 1939.
- [4] Burrack H J, Asplen M, Bahder L, et al. Multistate comparison of attractants for monitoring *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberries and caneberries. *Environmental Entomology*, 2015, 44(3): 704-712.
- [5] Cini A, Ioratti C, Anfora G. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology*, 2012, 65(1): 149-160.

- [6] Cini A, Escudero-Colomar L A, Grassi A, et al. Tracking the invasion of the alien fruit pest *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Science*, 2014, 87(4): 559–566.
- [7] Deprá M, Poppe J L, Schmitz H J, et al. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. *Journal of Pest Science*, 2014, 87(3): 379–383.
- [8] Haye T, Girod P, Cuthbertson A G S, et al. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. *Journal of Pest Science*, 2016, 89(3): 643–651.
- [9] Tan C C, Hsu T C, Sheng T C. Known *Drosophila* species in China with descriptions of twelve new species. University of Texas Publication, 1949, 4920: 196–206.
- [10] 薛万琦, 赵建铭. 中国蝇类. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1996.
- [11] 钱远槐, 刘艳玲, 李守涛, 等. 中国黑腹果蝇种组的组成与分布. 湖北大学学报(自然科学版), 2006, 28(4): 397–402.
- [12] 陈浩, 张开春, 周景哲, 等. 世界樱桃产业现状及对北京市樱桃产业发展的建议. 落叶果树, 2020, 52(4): 27–30.
- [13] Walsh D B, Bolda M, Goodhue R E, et al. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 2011, 2(1): G1–G7.
- [14] Hauser M. A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United States, with remarks on their identification. *Pest Management Science*, 2011, 67(11): 1352–1357.
- [15] 王江柱, 王勤英, 仇贵生. 现代落叶果树病虫害诊断与防控原色图鉴. 北京: 化学工业出版社, 2018: 729–730.
- [16] Lee J C, Bruck D J, Curry H, et al. The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 2011, 67(11): 1358–1367.
- [17] 张开春, 闫国华, 郭晓军, 等. 斑翅果蝇 (*Drosophila suzukii*) 研究现状. 果树学报, 2014, 31(4): 717–721, 750.
- [18] 刘佩旋, 刘成, 徐晓蕊, 等. 一种危险性有害生物——斑翅果蝇研究现状. 中国植保导刊, 2017, 37(5): 5–11.
- [19] 刘佩旋. 斑翅果蝇在辽宁省的发生规律及其防治技术的研究. 沈阳: 沈阳农业大学, 2021.
- [20] Poyet M, Vincent L R, Gibert P, et al. The wide potential trophic niche of the Asiatic fruit fly *Drosophila suzukii*: the key of its invasion success in temperate Europe? *Plos One*, 2015, 10(11): e0142785.
- [21] Rota-Stabelli O, Blaxter M, Anfora G. *Drosophila suzukii*. *Current Biology*, 2013, 23(1): R8–R9.
- [22] Lee J C, Drevs A J, Cave A M, et al. Infestation of wild and ornamental noncrop fruits by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 2015, 108(2): 117–129.
- [23] Timmeren S V, Isaacs R. Control of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, by specific insecticides and by conventional and organic crop protection programs. *Crop Protection*, 2013, 54: 126–133.
- [24] Gress B E, Zalom F G. Identification and risk assessment of spinosad resistance in a California population of *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 2019, 75(5): 1270–1276.
- [25] Feng Y, Bruton R, Park A, et al. Identification of attractive blend for spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, from apple juice. *Journal of Pest Science*, 2018, 91(4): 1–17.
- [26] Landolt P, Adams T, Rogg H. Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology*, 2012, 136(1–2): 148–154.
- [27] 伍苏然, 太红坤, 李正跃, 等. 樱桃果蝇田间诱捕方法比较. 云南农业大学学报, 2007, 22(5): 776–778, 782.
- [28] 蔡默普. 斑翅果蝇引诱技术和触角嗅觉基因的转录组研究. 福州: 福建农林大学, 2018.
- [29] Gabarra R, Riudavets J, Rodríguez G A, et al. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. *BioControl*, 2014, 60(3): 331–339.
- [30] Daane K M, Wang X, Biondi A, et al. First exploration of parasitoids of *Drosophila suzukii* in South Korea as potential classical biological agents. *Journal of Pest Science*, 2016, 89(3): 823–835.
- [31] Mazzetto F, Marchetti E, Amiresmaeli N, et al. *Drosophila* parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, 2016, 89(3): 837–850.
- [32] Girod P, Lierhmann O, Urvois T, et al. Host specificity of Asian parasitoids for potential classical biological control of *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, 2018, 91(4): 1241–1250.
- [33] Garriga A, Morton A, Ribes A, et al. Soil emergence of *Drosophila suzukii* adults: A susceptible period for entomopathogenic nematodes infection. *Journal of Pest Science*, 2020, 93(2): 627–638.
- [34] Wolf S, Woltering S B, Romeis J, et al. *Trichopria drosophilae* parasitizes *Drosophila suzukii* in seven common non-crop fruits. *Journal of Pest Science*, 2020, 93(2): 627–638.
- [35] 仪传冬. 斑翅果蝇 1 种寄生蜂——毛角锤角细蜂的生物学及其快繁与冷藏的基础研究. 福州: 福建农林大学, 2019.
- [36] Hooper H, Grieshop M J. Postharvest burial of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) infested fruit waste reduces adult emergence. *Environmental Entomology*, 2020, 49(1): 59–65.
- [37] Hooper H, Grieshop M J. Composting susceptible fruit wastes reduces *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) reproductive habitat. *Pest Management Science*, 2021, 77(1): 202–207.
- [38] Stephens A R, Asplen M K, Hutchison W D, et al. Cold hardiness of winter-acclimated *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) adults. *Environmental Entomology*, 2015, 44(6): 1619–1626.
- [39] Kumura M T. Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions. *Oecologia*, 2004, 140(3): 442–449.
- [40] 冯亿哲. 北京郊区设施农业面积变化浅析. 地理科学研究, 2019, 8(1): 18–26.



# 图 版 1



海棠新品种大棠博来 (见第71页)  
A new crabapple cultivar 'Datangbolai' (see page 71)



桃新品种久丽 (见第72页)  
A new peach cultivar 'Jiuli' (see page 72)



苹果锈果病病果 (见第49页)  
The fruits of apple scar skin symptom (see page 49)



自制旋盖圆筒形诱捕器 (见第66页)  
Self made rotary cap cylindrical trap (see page 66)

人参果露地常规栽培 (A) 和搭架引蔓栽培 (B) (见第84页)  
Conventional cultivation of ginseng-fruit in open-field (A) and climbing cultivation (B) (see page 84)

