

# 检疫性有害生物枣实蝇研究进展\*

何善勇<sup>1</sup> 温俊宝<sup>1,2</sup> 阿地力·沙塔尔<sup>1,2</sup> 田呈明<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室北京 100083; 2. 新疆农业大学乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 枣实蝇为国家进境检疫性有害生物和全国林业检疫性有害生物,专性危害枣属植物,以幼虫蛀食枣果果肉进行危害,严重影响枣果的品质,造成巨大的经济损失。综述枣实蝇的分类地位、分布与寄主、生物生态学特性及防治措施等方面的内容,并对今后的研究进行展望。

**关键词:** 枣实蝇; 分布; 寄主; 生物生态学; 防治措施; 展望

中图分类号: S763.41 文献标识码: A 文章编号: 1001-7488(2010)07-0147-08

## Research Progress of Quarantine Pest *Carpomya vesuviana*

He Shanyong<sup>1</sup> Wen Junbao<sup>1,2</sup> Adil·Satar<sup>1,2</sup> Tian Chengming<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University Beijing 100083;

2. Xinjiang Agricultural University Urumuqi 830052)

**Abstract:** The ber fruit fly, *Carpomya vesuviana*, is quarantine pest in imported plants and a quarantine forest pest in China, and is obligate to infect jujube plants. The larva bores into and eats the flesh of jujube fruits, which greatly reduces the quality of jujube fruits and causes serious economic losses. This article summarizes the taxonomic status, distribution, host, biology, ecology and control measures about *C. vesuviana*, and projects its future research.

**Key words:** *Carpomya vesuviana*; distribution; host; bioecology; control measures; prospect

枣实蝇 (*Carpomya vesuviana*) 属双翅目 (Diptera) 实蝇科 (Tephritidae) 实蝇亚科 (Trypetinae) 实蝇族 (Trypetini) 枣实蝇属 (*Carpomya*), 是《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》中规定的禁止进境检疫性入侵害虫 (张润志等, 2007), 严重危害枣树 (*Ziziphus* spp.) 果实。我国于 2007 年 7 月在新疆吐鲁番地区红枣上首次发现其危害 (阿地力等, 2008), 2008 年增列其为全国林业检疫性有害生物。目前对枣实蝇研究进展的报道国内已有涉及 (陈乃中, 1998; 张润志等, 2007; 吴佳教等, 2008; 吕文刚等, 2008), 但尚未见系统报道。通过搜集、整理国内外研究资料, 并结合自身研究工作, 本文综述了枣实蝇的分类地位、分布与寄主、危害特性、发生规律及防治手段等方面的内容, 并对进一步研究做出了展望。

### 1 分类地位

枣实蝇英文名为 ber fruit fly, 于 1854 年由 Costa

在意大利西西里岛那不勒斯一个名叫 Neapolitano 的乡村发现, 并根据采集的标本命名其为 *Carpomya vesuviana*, 但未指定正模标本, 使用的是综模标本 (Costa, 1854); Frauenfeld 于 1867 年将枣实蝇命名为 *Orellia buccichi*, 正模标本采集于波斯尼亚的 Hvar (赫瓦尔岛) [意大利语作 Lesina (莱西纳) 岛] (von Frauenfeld, 1867); Rondani (1870) 于 1870 年将其命名为 *Carpomyia buchicchi*, 模式标本不详; 1985 年, Agarwal 等 (1985) 将枣实蝇命名为 *Carpomyia zizyphae*, 正模标本采自印度 Punjab (旁遮普) 邦 Ludhiana (卢迪亚纳) 地区 Seikhupura。Norrbon 等 (1999) 指出 *Carpomya vesuviana* Costa 为枣实蝇有效名, 其余均为异名。

外文文献中枣实蝇学名常写作 *Carpomyia vesuviana* Costa, 查询世界双翅目生物系统学数据库 <http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/names/searchno.htm>, 得知 *Carpomyia* 是 *Carpomya* 的错误拼写方式, 应予更正。

收稿日期: 2009-07-20; 修回日期: 2009-10-07。

基金项目: 新疆维吾尔自治区林业科技专项“枣树重大检疫性生物灾害应急检疫监控技术研究”、新疆维吾尔自治区科技攻关重大专项“枣实蝇防治和监控研究”和国家林业局“948”项目“枣树危险害虫(枣实蝇)防控关键技术引进”(2008-4-57)资助。

\* 温俊宝为通讯作者。

## 2 摇形态特征

枣实蝇最早定名时的形态描述资料为意大利语,由于年代久远而未查找到,但国外 White 等 (1992)对枣实蝇形态进行了详细描述。国内最早由陈乃中 (1998)对枣实蝇形态进行了初步报道,张润志等 (2007)以及吴佳教等 (2008)对枣实蝇以及啮实蝇属的形态特征作了详尽报道。笔者在吐鲁番地区观察发现枣实蝇形态与先前的描述几乎相同,唯卵的形态略有不同,观察发现枣实蝇卵为乳白色、长椭圆形,而前述报道卵为黄色、圆形。

## 3 摇分布、寄主与危害

### 3.1 摇分布

枣实蝇原产印度,现已扩散至阿富汗、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、波斯尼亚、高加索、巴基斯坦、泰国、意大利 (张润志等,2007)。其他分布地点还包括伊朗 (Farrar *et al.*, 2004)、阿曼 (Azam *et al.*, 2004)、阿拉伯半岛 (Brigitte, 2006)、印度洋上的斯里兰卡 (<http://www.agridept.gov.lk/>)和留尼汪岛 (Rousse *et al.*, 2005)、非洲热带草原与撒哈拉沙漠之间的过渡带萨赫勒地区 (Bréhima *et al.*, 2008)、毛里求斯 (Sookar *et al.*, 2006)、欧洲的土耳其 (Giray, 1966; KÜTÜK *et al.*, 2008)和俄罗斯。我国则于2007年在新疆吐鲁番地区发现其危害 (阿地力等,2008)。

### 3.2 摇寄主

枣实蝇危害各类枣树,包括枣树栽培品种大枣 (*Z. jujuba*)和酸枣 (*Z. jujuba* var. *spinosa*)。在伊朗 Bushehr 省枣实蝇危害当地各种枣树,包括叙利亚枣 (*Z. spina-chrestis*)、滇刺枣 (*Z. muritania*)、金丝枣 (*Z. numularia*)和莲枣 (*Z. lotus*) (Farrar *et al.*, 2004);在泰国枣实蝇危害当地种植的 *Z. rotundifolia* 和毛叶枣 (*Z. mauritiana*) (Hancock *et al.*, 1994)。

有报道认为枣实蝇寄主为鼠李科 (Rhamnaceae)的大枣和桃金娘科 (Myrtaceae)的番石榴 (*Psidium guajava*) (Carroll *et al.*, 2005),但对后者一些学者持怀疑态度 (White *et al.*, 1992),而当前亦未见有枣实蝇危害番石榴的相关报道。

### 3.3 摇危害

枣实蝇以成虫产卵和幼虫蛀食危害枣果,成虫产卵于果实表面致使产卵孔周围组织发育停止,形成凹陷或长瘤;幼虫孵化后蛀食果肉导致枣果早熟和腐烂,严重影响枣果品质及产量。在印度,枣实蝇

为枣树最具毁灭性的害虫,已成为影响枣树成功种植的限制因子 (Lakra *et al.*, 1983)。

枣实蝇一旦发生,往往危害程度高且发生范围大,损失严重。在巴基斯坦 DI Khan 枣实蝇危害率达 45% (Stonehouse *et al.*, 1998);在印度 Haryana 邦的 Bawal 枣实蝇对 13 年枣树危害率为 12% ~ 78.5% (Dashad *et al.*, 1999a),在 Rajasthan 邦枣实蝇危害率达 73% ~ 100% (Pareek *et al.*, 2003)。枣实蝇危害可致枣果产量损失 40% ~ 100% (Gyi *et al.*, 2003a)。2007 年吐鲁番地区发现枣实蝇时危害面积已达 1 082.5 hm<sup>2</sup>,占该地区结果枣树面积的 30% (阿地力等,2008),已严重影响当地枣产业发展。枣实蝇危害随枣树品种的不同而存在差异 (Lakra *et al.*, 1984; Sachan, 1984; Agrawal *et al.*, 1991; Yadav *et al.*, 1995),还常与其他害虫如桃实蝇 (*Dacus zonatus*) (Grewal, 1981)和枣食心虫 (*Meridarchis scyroides*) (Nandihalli *et al.*, 1996)等一起危害枣树。

## 4 摇生物学

### 4.1 摇生活史

枣实蝇在伊朗 Bushehr 省 1 年发生 8 ~ 10 代,世代重叠现象严重,终年活动 (Farrar *et al.*, 2004);在土库曼斯坦 1 年发生 2 代,第 1 代成虫发生于 5 月下旬至 6 月中旬,第 2 代成虫在 7 月上旬至 8 月中旬活动 (Berdyeva, 1978);在印度北部,枣实蝇在枣果成熟期间发生 2 ~ 3 代,于枣树坐果时产卵,卵期 2 ~ 5 天,幼虫期 9 ~ 12 天,老熟幼虫脱出果实钻入 2 ~ 12 cm 土壤内化蛹,蛹期为 2 周 (Batra, 1953);在我国吐鲁番地区,枣实蝇 1 年发生 2 ~ 3 代,以蛹越冬,世代重叠现象严重,成虫于翌年 5 月中旬羽化,9 月下旬开始进入越冬期,至 10 月危害全部结束 (何善勇等,2009b)。

### 4.2 摇生活习性

在土库曼斯坦,枣实蝇成虫多在 9:00—14:00 时羽化,白天交配产卵,晚间在树上歇息 (Berdyeva, 1978)。在吐鲁番地区,枣实蝇成虫多在 8:00—16:00 羽化,高峰期为 10:00 前后 (何善勇等, 2009b)。Batra (1953)报道,雌虫喜好选择在果实底部及较安全的部位产卵,以避免干扰,雌虫白天全天均能产卵;Basha (1952)则发现雌虫只在下午产卵,1 个产卵孔通常有 1 粒卵,但最长达 4 粒;Khare (1923)发现每个产卵孔内通常有 1 ~ 2 粒卵, Tominic (1954)发现卵通常为单产。Pruthi 等 (1960)发现秋季每个果实内通常为 1 ~ 2 粒卵,但春

季每个果实内卵量超过 12 粒; Joshi 等 (1971) 报道早期发生时每个枣果内通常 1 粒卵, 但危害严重时节每个果实内可发现 15 ~ 20 粒卵。在吐鲁番观察发现, 野外枣果上每个产卵孔内有 1 ~ 2 粒卵, 室内解剖发现雌虫平均怀卵量为 16 粒, 最高达 26 粒 (何善勇等, 2009b)。

Lakra 等 (1983) 在印度 Hisar 地区观察了枣实蝇雌虫的产卵行为, 发现雌虫喜好在果实的末端和中部产卵; 果实上越早产卵, 其畸形率越高; 反季节毛叶枣果实比常规季节果实的畸形率更高; 雌虫不产卵于颜色暗淡、黄色或晚熟较小 (小于 9 mm × 4.5 mm) 的果实上; 55.15% 的果实受 1 头幼虫危害, 受 2 ~ 3 头幼虫危害的果实占 37.16%, 0.08% 的枣果受 7 ~ 8 头幼虫危害; 枣树不同方位上枣果受害率从大到小依次为南 21.83% > 东 14.6% ≈ 西 14.5% > 北为 5.27%。Farrar 等 (2004) 在伊朗观察发现, 枣树不同方位枣果受害率从大到小依次为东 23% > 南 17% > 北 15% = 西 15%。

枣实蝇危害与枣树品种、年份及发育过程有关。在印度 Hisar 不同枣树品种上枣实蝇危害率不同, 且随年份而改变, 1979—1980 年 8 月金丝枣受害率为 20%, 1980—1981 年 8 月份受害率高达 73%, 另一品种毛叶枣, 1979—1980 年首次受害高峰出现在 9 月份, 受害率为 47.73%, 1980—1981 年其首次受害高峰出现则在 7 月份, 受害率为 41.69%, 分析认为差异源于 2 年气候的不同 (Lakra *et al.*, 1985); 同样是在印度 Hisar 地区, 11 月前 2 周为枣果成熟前期, 此时枣实蝇危害率最低, 平均为 13.2%, 而到枣果成熟期阶段的 1 月前 2 周, 枣实蝇危害率达到高峰, 为 71.6% (Dashad *et al.*, 1999a)。经济林中枣实蝇发生出现 2 次高峰, 第 1 次为 1 月早熟枣果成熟期, 第 2 次在 4 月晚熟枣果成熟期 (Lakra *et al.*, 1985)。

枣实蝇活动时期存在地域差别。在印度 Nagpur 出现于 6—11 月 (Khare, 1923), 在 Madras 出现于 7 月少量降雨后 (Basha, 1952), 在 Punjab 活动于 8—12 月 (Rehman, 1938), 在 Delhi 活动于 9 月 (Batra, 1953), 在 Rajasthan 活动于 9—10 月 (Shinde *et al.*, 1978)。

## 5 摇生态学特性

### 5.1 摇发生与环境的关系

Lakra 等 (1989) 在印度 Haryana 邦研究了枣实蝇生态学特性, 随后与 Sangwan 等 (1992) 在室内研究了土壤温度和深度与蛹发育的关系, 结果发现枣

实蝇蛹期最适温度为 30 ℃, 该温度下羽化率高达 74%, 且蛹期最短, 平均 15.65 天, 而在 10, 16, 40 ℃ 3 种温度条件下, 50 天内无成虫羽化; 枣实蝇最理想的化蛹深度为距土表 3 ~ 6 cm, 因为蛹在该深度范围内羽化率最高达 82%, 而当化蛹深度为 45 cm 时仅有 15% 的蛹羽化出土。何善勇等 (2009a) 测定出枣实蝇蛹的发育起点温度为 13.63 ℃, 有效积温为 807.55 日度; 该结果在枣实蝇越冬代成虫羽化期预测中具有重要参考作用。

Lakra 等 (1985) 发现枣实蝇在野外生态幅较宽, 各虫态在温度为 -1.7 ~ 46.7 ℃、相对湿度 5% ~ 100% 条件下几乎无间断地完成了各自的活动; 温度低于 5 ℃ 会延长未成熟虫态的发育历期。温度高于 40 ℃ 特别是 45 ℃, 伴随 20% ~ 30% 的相对湿度, 对成虫有致死作用; 因为当野外气象条件达到上述要求时, 大部分野外放置的笼养枣实蝇都已经死亡。但空气温度和相对湿度对果实内幼虫影响不大, 因为当温湿度达到上述程度时, 它们的活动并没有受到影响, 而影响幼虫发育的因素主要是枣果所处的发育阶段。每周 20 ~ 40 mm 的间断降雨将促进枣实蝇成虫羽化, 每周 50 ~ 120 mm 的中到大雨会减少枣实蝇成虫活动。周平均最低温度 10 ~ 25 ℃、最高温度 25 ~ 40 ℃、相对湿度 25% ~ 75% (当地 3, 4 月份枣果成熟时节的气候) 最适合枣实蝇生存。Batra (1953) 研究发现幼虫发育受空气温湿度影响较小, 因为将枣实蝇幼虫置于恒温 30 ℃ 环境下, 其发育并不受影响; Dashad 等 (1999a) 发现, 当最高温度范围 17 ~ 25 ℃, 最低温度范围 2.3 ~ 4.8 ℃, 空气相对湿度 62.0% ~ 85.5% 时, 枣实蝇危害率最高。Nandihalli 等 (1996) 发现枣实蝇发生程度与温度正相关, 与相对湿度、风速和云量负相关。

### 5.2 摇发生与寄主果实理化性质的关系

Arora 等 (1999) 发现, 枣实蝇发生同果实质量、果实 - 果核比例、可溶性固体物质总量和甜度正相关, 同酸度、维生素 C 和石碳酸含量负相关。果肉多、可溶性固体物质总量大、总的含糖量高、酸度低、维生素 C 含量少和石碳酸含量低的枣果更易受害。Singh 等 (2002) 在印度干旱区域 Rajasthan 邦 Jodpur 研究了 26 种枣果的物理、生化及生理特性对枣实蝇危害的影响, 发现果实大小、质量和果肉 - 果核比例同枣实蝇危害相关, 具体表现为: 1) 圆形果实更易受害; 2) 果实硬度并不影响危害程度, 尽管硬枣果 (Ponda 和 Umran 2 个品种) 受害率 (31% ~ 42%) 较低; 3) 可溶性固体物质总量与枣实蝇危害率相关性

较小,且呈负相关;4)果实酸度与枣实蝇危害率呈负相关,维生素 C 含量与枣实蝇危害率正相关;5)具有早熟果实的枣树更易遭受危害,试验中早熟品种(Gola, Jorgia, Mundia 和 Seb)受害率(分别为75%,54%,56%和53%)较其他晚熟品种受害率更高;6)观察的各个因素之间也呈正相关,如果实大小和质量、果实大小和果肉-果核比例、果实质量和果肉-果核比例、可溶性固体物质总量和维生素 C、酸度和维生素 C、可溶性固体物质总量和果实酸度。

## 6 播风险分析

目前有关枣实蝇风险分析的英文研究资料较少,仅在毛里求斯的第四届农业科学家年会上有过报道,认为枣实蝇对毛里求斯具低度风险,对留尼汪岛具有中度危险(Food and Agriculture Research Council, 1999)。这或许与主要枣树种植国家(主要为亚洲国家)基本为非英语国家有关,使用本国语言发表此类文章则使得相关资料难以获取;也存在这样的可能,即当这些国家开始重视该害虫时,其国内已大面积发生,因此不存在风险分析的必要性。对一般的枣树种植国家,由于枣树的经济、社会、生态价值较低,往往也无风险分析的必要。

*Carpomya* 属害虫于 1998 年引起了我国的重视,陈乃中(1998)将欧非枣实蝇(*Carpomya incompleta*)、枣实蝇列为潜在检疫性有害生物。2007 年枣实蝇在我国新疆吐鲁番地区发生以后,枣实蝇适生性研究开始进行。吕文刚等(2008)首次对枣实蝇在中国的适生区进行了预测,认为枣实蝇在我国适生区域广泛,适生程度偏高。山东、河南、陕西、山西、河北、北京、天津及云南大部分地区,辽宁和广西西部,四川和甘肃东部,江苏、安徽和湖北北部,以及新疆西部和北部的适生程度为高;辽宁和广西中东部,四川西部,重庆大部,湖北和安徽中部,江苏中北部,福建、江西和湖南的零星地区具有中度适生性。

## 7 播枣实蝇防控措施

目前,枣实蝇防控最有效及最常用的措施主要还是化学防治,但生物防治和抗性树种选育方面也有所发展,并取得了一定的效果。

### 7.1 播农业防治

清园:定期采摘和拾起枣园枣树上和地上的带虫枣果,集中进行深埋,减少虫源(Imperial Council of Agricultural Research, 1940)。

蛹期防治:春季、夏季和雨季进行枣园翻土(以

暴晒或让鸟类取食蛹),同时结合枣园杂草焚烧、喷洒含糖毒药及定时灌溉,可以大大降低蛹的密度,降低成虫发生数量(Singh *et al.*, 1973; Bakhshi *et al.*, 1974; Chundawat *et al.*, 1978)。

### 7.2 播化学防治

到目前为止化学防治仍然是枣实蝇防治最有效的措施。20 世纪 50—70 年代,印度国内主要采用六六六和敌敌畏防治枣实蝇,取得过较好的防治效果(Basha, 1952; Narayanan *et al.*, 1960; Wadhi *et al.*, 1964; Joshi *et al.*, 1971),但六六六等有机氯药剂由于毒性较大、严重污染环境等缺点已被禁止使用;随后主要采用有机磷类和拟除虫菊酯类杀虫剂,结合枣实蝇发生规律施药,并取得较好的防治效果,具体措施如下。

7.2.1 播适期喷药 播 Saxena (1968a)发现,果实成熟前喷施 2 次 0.1% 硫丹,果实成熟期内喷施 1 次 0.06% 马拉硫磷乳油,可有效控制枣实蝇发生;Ragumoorthi 等(1992)发现分别在果实如豌豆粒大小时及 15 天后施用 2 次 0.1% 敌敌畏,紧跟着施用 0.036% 久效磷、0.05% 马拉硫磷和 0.07% 伏杀硫磷,可降低果实受害率;Pareek 等(1996)发现当 70%~80% 的枣果发育至豌豆粒大小时,每月喷施 1 次 0.03% 乙酰甲胺磷或乐果,或者必要时在果实成熟期每周喷洒 1 次 0.5% 马拉硫磷加 0.05% 糖水液,可收到积极的预防效果。

Patel 等(1989)认为喷施 3 次 0.1% 倍硫磷,结合喷施 3 次 0.07% 硫丹为枣实蝇防治有效措施。Patel 等(1990)试验得出施用 0.03% 乐果、0.03% 倍硫磷、0.03% 磷胺、0.001 25% 溴氰菊酯,枣果受害率分别为 8.83%、11.86%、14.90% 和 14.95%。Lakra 等(1991)发现,对毛叶枣,在 10 月末 11 月初喷施 2 次 0.03% 乙酰甲胺磷或乐果,45 天后可将枣果受害率控制在 8% 以下。Bal (1992)发现,300 L 水兑 30% 乐果乳油 500 mL 可以很好地控制枣实蝇发生。Bagle (1992)报道施用 0.005% 氰戊菊酯和 0.001 5% 溴氰菊酯,并结合使用 0.05% 久效磷和磷胺,可大大降低枣果受害率。Rao 等(1995)从 9 种杀虫剂中筛选出 0.05% 毒死蜱,认为其防治枣实蝇最有效。Dashad 等(1999b)报道,以 15 天为间隔施用 0.03% 久效磷、0.05% 倍硫磷和 0.01% 西维因 XLR 能使枣实蝇危害率降低 90.31%~95.03%。Hosagoudar 等(2000)报道,50% 花朵开花后的第 12 周(20%~25% 结果)、14 周(70%~75% 结果)、16 周(果实成熟时期)喷施 0.036% 久效磷,效果较其他药剂经济有效。Gyi 等(2003a; 2003b)发现,施用

高三氟氯氰菊酯的枣树受害率最低, 仅为 13.7%; 施用高效氟氯氰菊酯的枣树受害率次之, 为 15.1%; 而施用 nimbecidine 的枣树受害率最高达 37.3%, 经农药残留和药效检验认为高效氟氯氰菊酯是防治枣实蝇的最佳药剂。

7.2.2 摇成虫诱杀 摇应用引诱剂甲基丁香酚 (methyl eugenol), 每个诱捕器 100 mL 诱剂, 密度为每公顷 10 个诱捕器, 悬挂诱捕器于枣树上, 能大量诱杀成虫 (Patel *et al.*, 1989; Balikai, 2001; Ragumoorthi *et al.*, 1992)。有报道认为, 在 600 km<sup>2</sup> 区域内, 通过混合喷施蛋白诱饵和悬挂雄性引诱剂可将野外枣树和栽培品种上的枣实蝇危害率控制在接近于 0 的水平 (Soonoo *et al.*, 1996)。Stonehouse 等 (2002) 发现, 在枣园内采用诱饵防治技术, 可将枣实蝇受害率控制在 4%, 同对照相比能使枣树受害率下降 12%。

7.2.3 摇蛹期土壤处理 摇在枣实蝇蛹期按 25 kg·hm<sup>-2</sup> 的用量施用杀螟硫磷或啮硫磷粉剂或六六六于树冠土壤中, 可以使成虫羽化率降低 80%~95% (Larkra *et al.*, 1991)。

7.2.4 摇生物农药防治 摇采用生物农药防治枣实蝇的相关报道较少, 仅 Reddy 等 (1993) 发现了 1 种能有效防治枣实蝇的植物性杀虫剂。

### 7.3 摇抗性枣树品种选育

化学防治的诸多缺点使人们开始注重树种自身抗虫机制研究。在印度, 20 世纪 70—80 年代, 一些学者对野外不同枣树品种对枣实蝇的抗性进行了初步研究 (Mann *et al.*, 1976; Singh, 1984; Sachan, 1984; Singh *et al.*, 1984; Sharma *et al.*, 1998): Sachan (1984) 研究发现, 4 种枣树改良品种 Seb、Jogia、Gola 和 Mundia-Marhera 受枣实蝇危害率分别为 3.75%, 7.68%, 16.60% 和 19.6%。Sharma 等 (1998) 于 1989—1991 年在新德里筛选出 30 种枣树用于测定对枣实蝇的抗性, 结果发现没有一种枣树不受枣实蝇危害, 其中 cv. Tikdi 和 Illaichi 为高抗树种, 受害率为 1%~10%; cv. Umran, Tas Bataso, Deshi Alwar, Kishmis 为抗性树种, 受害率为 11%~30%; 而 Akhrota, Bagwadi, Gola, Katha Rajasthan, Dandan, Seo 和 Laddu 为高感树种, 受害率 > 50%。20 世纪 90 年代, Faroda 等 (1996) 通过杂交与回交技术, 选育出抗枣实蝇强 (受害率平均 13%)、枣果质量高 (果质量约 16 g) 的枣树品种。21 世纪, 人们开始研究枣实蝇与枣树之间的抗性机制及其遗传变异性, Pareek 等 (2003) 研究了枣树对枣实蝇的抗性机制, 掌握了枣树基因型变异性、遗传性及二者之间的相关性, Pramanick 等 (2005a; 2005b) 研究了抗性

树种的抗性机制, 认为果树与害虫协同进化过程中, 由虫害引起枣树物理和生化方面的变化, 进而导致枣树遗传行为机制的变化。

### 7.4 摇生物防治

枣实蝇天敌主要是寄生性天敌, 其中幼虫-蛹寄生性天敌包括 *Biosteres* sp., *Biosteres longicauda* 和 *Gastrosericus elactus* (Lakra *et al.*, 1985), 卵-幼虫寄生性天敌包括 2 种茧蜂 *Opius incisi* 和 *Opius makii* (Wharton *et al.*, 1983), 幼虫寄生性天敌包括小茧蜂属 2 种 *Microbracon fletcheri* 和 *Microbracon lefroyi* (Thompson, 1943) 以及 1 种寄生蜂 *Fopus carpomyie* (Farrar *et al.*, 2004)。Saxena 等 (1968b) 报道认为 *Bracon fletcheri*, *Opius carpomyiae* 和 *Omphalina* sp. 可以寄生枣实蝇, 但控制效果不佳。Farrar 等 (2004) 研究发现, 在伊朗 Bushehr 省的 Samal 和 Tangestan 2 地 *Fopus carpomyie* 对枣实蝇的寄生率可达 24%。

### 8 摇研究展望

枣实蝇被定名虽已超过百年, 对其研究基本上为简单的“野外生活史、发生规律观察——综合防治”模式。随着枣实蝇入侵中国这个世界最大最重要的枣生产国, 其传播扩散速度将不可避免地加快, 造成的经济损失必然增大, 相关研究必然会更加系统和深入。以下几方面研究亟待加强。

1) 检疫鉴定 摇开发利用基因测序、DNA 条形码 (DNA Barcoding) 等技术对枣实蝇卵、幼虫和蛹等不同虫态进行准确快速分类鉴定的方法, 建立远程识别与诊断体系。

2) 预测预报 摇解决枣实蝇雌成虫产卵诱导、卵期培养、幼虫人工饲料配置等关键技术问题, 建立室内枣实蝇实验种群, 在可控条件下完成枣实蝇基础生态学特性的观察与测定, 特别是世代积温、雌虫产卵量与产卵期, 结合野外的观察与研究, 摸清枣实蝇行为习性、种群发生规律, 掌握光照、温度、湿度及营养条件对种群生存发展的影响, 建立枣实蝇发生期、发生量预测体系, 为野外适时防治提供准确依据。

3) 入侵机制及预警 摇利用人工气候模拟技术模拟不同地理气候环境下枣实蝇“入侵-定殖-扩散-危害”过程, 找到影响枣实蝇种群成功定殖的关键因子; 研究枣实蝇暴发的种群特征、地理种群的遗传分化、传播扩散及分布的地理格局等种群入侵机制; 进行枣实蝇适生区预测和风险分析, 建立枣实蝇预警机制。

4) 无公害防治技术开发将在未来很长的时期内,化学防治仍将作为枣实蝇防治的主要手段,尤其是在应急防治中,其快速、高效等优点明显。筛选用于枣实蝇的专性、低残留、低毒化学药剂,将是枣实蝇防治研究中不可或缺的。从长远看,需优化农业生态系统、开发和利用天敌资源,在研究枣实蝇与寄主之间作用机制的基础上,选育抗性枣树品种,开发适合不同气候特点的枣实蝇引诱剂,走真正无公害防治之路。

### 参 考 文 献

- 阿地力·沙塔尔,何善勇,田呈明,等. 2008. 枣实蝇在吐鲁番地区的发生及蛹的分布规律. 植物检疫, 22 (5): 295 - 297.
- 陈乃中. 1998. 具有检疫意义的果实害虫——实蝇科(部分属种). 植物检疫, 12 (5): 298 - 301.
- 何善勇,朱银飞,阿地力. 沙塔尔,等. 2009a. 枣实蝇蛹发育起点温度和有效积温. 昆虫知识, 45 (6): 791 - 794.
- 何善勇,朱银飞,阿地力. 沙塔尔,等. 2009b. 吐鲁番地区枣实蝇发生规律初报. 昆虫知识, 46 (6): 120 - 125.
- 吕文刚,林摇伟,李志红,等. 2008. 枣实蝇在中国适生性初步研究. 植物检疫, 22 (6): 343 - 347.
- 吴佳教,陈乃中. 2008. *Carpomya* 属检疫性实蝇. 植物检疫, 22 (1): 32 - 34.
- 张润志,汪兴鉴,阿地力. 沙塔尔. 2007. 检疫性害虫枣实蝇的鉴定与入侵威胁. 昆虫知识, 44 (6): 928 - 930.
- Agarwal M L, Kapoor V C. 1985. On a collection of Trypetinae (Diptera: Tephritidae) from northern India. Ann Ent (Dehra Dun), 3: 59 - 64.
- Agrawal N, Mathur Y K. 1991. The fruit fly problem associated with cultivated crops in India and its control//Vijaysegaran S, Ibrahim A G. Proceedings of the First International Symposium on Fruit Flies in the Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, March, 1988, 141 - 151.
- Arora P K, Nirmal K, Batra R C, et al. 1999. Physico-chemical characteristics of some ber varieties in relation to fruit fly incidence. India Journal of Applied Horticulture, 1 (2): 101 - 102.
- Azam K M, Al-Ansari M S A, Al-Raeesi A A. 2004. Fruit flies of Oman with a new record of *Carpomya vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae). Research on Crops, 5 (2/3): 274 - 277.
- Bagle B G. 1992. Incidence and control of fruit fly *Carpomya vesuviana* Costa of ber *Zizyphus mauritiana*, Lamk. Indian Journal of Plant Protection, 20: 205 - 207.
- Bakhshi J C, Singh P. 1974. The ber—a good choice for semi-arid and marginal soils. Indian Horticulture, 19: 27 - 30.
- Balikai R A. Management of Ber Fruit Borer (2001 - 12 - 06) [2010 - 07 - 04]. <http://www.hindu.com/thehindu/seta/2001/12/06/stories/2001120600250400.htm>.
- Bal J S. 1992. Ber for health and profit. The Tribune, India, 112 (84): 8.
- Basha J M G. 1952. Experiments on the control of the fruit borers of jujube (*Zizyphus* spp.) *Carpomya vesuviana* Costa and *Meridarchis scyroides* Meyr in South India. Indian J Entomol, 14 (3): 229 - 238.
- Batra H N. 1953. Biology and control of *Dacus diversus* Conquillet and *Carpomyia vesuviana* Costa and important notes on other fruit flies in India. Indian Journal of Agricultural Science, 23: 87 - 112.
- Berdyeva N G. 1978. The dynamics of emergence of the jujube fly in Turkmenia. Izvestiya Akademii Nauk Turkmenskoi SSR. Biologicheskikh Nauk, 2: 91 - 93.
- Bréhima K, Antoine K, Modibo D. 2008. La culture du jujubier: un manuel pour l'horticulteur sahélien. ICRAF Technical Manual No. 10. Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Brigitte H. 2006. Diptera of the UAE-collated records from the literature with additions of new records, accompanied by some notes on Mydidae and Stratiomyidae new to the UAE, Tribulus 16. 2 Autumn/Winter.
- Carroll L E, Norrbom A L, Dallwitz M J, et al. Pest fruit flies of the world-larvae. (2005 - 04 - 13) [2010 - 07 - 04]. [http://delta-intkey.com/fll/www/car\\_vesu.htm](http://delta-intkey.com/fll/www/car_vesu.htm).
- Chundawat B S, Srivastava H C. 1978. Haryana Men Ber ki Kheti. Directorate of Extension, Haryana Agricultural University, Hisar, India, 38. [in Hindi]
- Costa A. 1854. Frammenti di entomologia napoletana. Annali Scientifici (Napoli), 1: 69 - 91.
- Dashad S S, Chaudhary O P, Rakesh O. 1999a. Studies on the incidence of ber fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa) in south-western Haryana. Crop Research (Hisar), 18 (1): 115 - 118.
- Dashad S S, Chaudhary O P, Rakesh O. 1999b. Chemical control of ber fruitfly. Crop Research, 17 (3): 333 - 335.
- Faroda A S. 1996. Developed resistance to fruit fly in ber through hybridization. ICAR News Science and Technology Newsletter, 2 (4): 23.
- Farrar N, Asadi G H, Golestaneh S R. 2004. Damage and host ranges of Ber Fruit fly *Carpomyia vesuviana* Costa (Tephritidae) and its rate of parasitism. Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, the University of Guilan, 5 (1): 120 - 130.
- von Fraunfeld G R. 1867. Zoologische Miscellen XI. Das Insektenleben zur See und zur Fauna und Flora von Neucaledonien etc. Verh Zool Bot Ges Wien, 17: 425 - 502.
- Food and Agriculture Research Council. 1999. Proceedings. Fourth Annual Meeting of Agricultural Scientists. Redit, Mauritius, 21 - 22 October.
- Giray H. 1966. Ege bölgesinde kültür bitkilerine arız olan Trypetidae (*Meyve sinekleri*) familyası türleri ve konukçuları üzerinde araştırmalar. Ege Oniv Ziraat Fak, 126: 59s.
- Grewal J S. 1981. Relative incidence of infestation by two species of fruit flies *Carpomyia vesuviana* and *Dacus zonatus* on Ber in Punjab. Indian J Ecology, 8 (1): 123 - 125.
- Gyi M M, Lai O P, Dikshit A K, et al. 2003a. Efficacy of insecticides for controlling ber fruit fly. Annals of Plant Protection Sciences, 11 (1): 152 - 153.
- Gyi M M, Dikshit A K, Lai O P. 2003b. Residue studies and bio-efficacy of lambda-cyhalothrin and beta-cyfluthrin in ber. Pesticide Research Journal, 15 (1): 26 - 27.
- Hancock D L, Drew R A I. 1994. New species and records of Asian

- Trypetinae (Diptera: Tephritidae). Raffles Bulletin of Zoology, 42 (3): 578.
- Hosagoudar I M, Nandihalli B S, Lingappa S, *et al.* 2000. Development of spray schedule in the management of fruit borer, *Meridarchis scyroides* Meryick and fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa. Pestology, 24 (7): 71 – 74.
- Imperial Council of Agricultural Research. 1940. Agriculture and Animal Husbandry in India 1937—1938. Manager of publications, Delhi Printed by the Manager, Government of India Press, Calcutta, 144 – 145.
- Joshi H C, Shinde V K R. 1971. Control of ber fruitfly *Carpomyia vesuviana* Costa (Tephritidae: Diptera). India J Ent, 33 (2): 142 – 147.
- Khare J L. 1923. Ber (*Zizyphus jujube*) fruit and its fly pest. Agric Res Inst Pusa Bull, 143: 1 – 16.
- KÜTÜK M, Çetin G, Yaran M, *et al.* 2008. Ege Bölgesinde Hünnap (*Zizyphus jujuba*) Bitkisi Üzerine Arız olan Meyve Sineği (*Carpomyia vesuviana*) Türünün Biyolojisi. XIX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Lakra R K, Sangwan M S, Singh Z. 1991. Effect of application of some insecticides on the incidence of 'Ber' Fruit Fly (*Carpomyia vesuviana* Costa). Narendra Deva J Ag Res, 6 (1): 71 – 79.
- Lakra R K, Singh Z. 1983. Oviposition behavior of Ber Fruitfly *Carpomyia vesuviana* and relationship between its incidence and ruggedness in fruits in Haryana India. Indian Journal of Entomology, 45: 48 – 59.
- Lakra R K, Singh Z. 1984. Calendar of losses due to ber fruitfly *Carpomyia vesuviana* Costa (Dip: Tephritidae) in different *Zizyphus* spp. in Haryana. Indian Journal of Entomology, 46: 261 – 269.
- Lakra R K, Singh Z. 1989. Bionomics of *Zizyphus* fruitfly, *Carpomyia vesuviana*, in Haryana. Bull Entomol, 27: 13 – 27.
- Lakra R K, Singh Z. 1985. Seasonal fluctuations in incidence of ber fruitfly *Carpomyia vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae) under agro-climatic conditions of Hisar. Haryana Agric Univ J Res, 15 (1): 42 – 50.
- Larkra R K, Sangwan M S, Singh Z. 1991. Effect of application of some insecticides on the incidence of "Ber" fruit fly (*Carpomyia vesuviana* Costa). Narendra Dova J Agric Res, 6 (1): 71 – 79.
- Mann G S, Bindra O S. 1976. Evaluation of different jujube (*Zizyphus mauritiana*) cultivars for resistance to the ber fruitfly. Punjab Horticultural Journal, 16 (1/2): 64 – 67.
- Nandihalli B S, Patil D R, Jagginavar S B, *et al.* 1996. Incidence of fruit borer (*Meridarchis scyroides* Meyr.) and fruit fly (*Carpomyia vesuviana* Costa) on different varieties of ber. Advances in Agricultural Research in India, 6: 13 – 18.
- Narayanan E S, Batra H N. 1960. Fruit Flies and Their Control. ICAR Pub, New Delhi, 68.
- Norrbom A L, Carroll L E, Thompson F C, *et al.* 1999. Systematic database of names. Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database. Myia, 9: 65 – 251.
- Pareek O P, Nath V. 1996. Ber In Coordinated Fruit Research in Indian Arid Zone-A two decades profile (1976 – 1995). National Research Centre for Arid Horticulture, Bikaner, India, 9 – 30.
- Pareek S, Fagera M S, Dhaka R S. 2003. Genetic variability and association analysis for fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa) infestation in ber. Indian Journal of Plant Protection, 31 (2): 89 – 90.
- Pareek S, Fagera M S, Dhaka R S. 2003. Genetic variability and association analysis for fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa) infestation in ber. Indian Journal of Plant Protection, 31 (2): 89 – 90.
- Patel B H, Upadhyay V R, Murlidharan C M, *et al.* 1989. Comparative efficacy of different insecticides against Ber Fruit Fly *Carpomyia-Vesuviana* Costa. Indian Journal of Plant Protection, 17 (1): 39 – 45.
- Patel I S, Upadhyay V R, Vyas H N, *et al.* 1990. Field bioefficacy of different insecticides for the control of ber fruit fly, *C. vesuviana*. Gujarat Agri Uni Res J, 16 (1): 57 – 59.
- Pramanick P K, Sharma V P. 2005a. Inheritance of some physical and biochemical parameters with respect to fruitfly resistance in ber (*Zizyphus mauritiana*). Progressive Horticulture, 37 (1): 149 – 151.
- Pramanick P K, Sharma V P, Singh S K. 2005b. Genetic behaviour of some physical and biochemical parameters of fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa.) resistance in ber. Indian Journal of Horticulture, 65 (4): 389 – 390.
- Pruthi H S, Batra H N. 1960. Important fruit pests of North-West India. India Coun Agric Res Bull, No. 80: 61 – 64.
- Ragumoorthi K N, Arumugam R. 1992. Chemical Control of Ber Fruitfly *Carpomyia vesuviana* Costa. Indian Journal of Plant Protection, 20 (1): 32 – 36.
- Rao M S, Das N D, Sankar G R M. 1995. Chemical control of ber fruitfly, *Carpomyia vesuviana*. Annals of Plant Protection Sciences, 3 (2): 164 – 190.
- Reddy V V S, Ramesh B T, Narasimha R B. 1993. Repelin – an effective botanical insecticide against ber fruit fly *Carpomyia vesuviana*. Neem and Environment, Bangalore, India. Science Publishers, 575 – 580.
- Rehman K A. 1938. Annual Report of the Combined Entomological Scheme, Punjab and N. W. F. P. of the year 1937—1938. Smila, 18.
- Rondani C. 1870. Ortalidinae Italicae collectae, distinctae et inordinum dispositae. Dipterologiae Italicae prodromus Pars VII. Fac 4 (sect 1). Boll Soc Ent Ital, 2: 5 – 34.
- Rousse P, Harris E J, Quilici S. 2005. *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of Tephritidae. Overview. Biocontrol News and Information, 26 (2): 59N – 69N.
- Sachan J N. 1984. Varietal susceptibility of ber fruits to the damage of fruitfly (*Carpomyia vesuviana* Costa). Bulletin of Entomology, 25 (2): 198 – 199.
- Sangwan M S, Lakra R K. 1992. Effect of temperature and soil depth levels on pupae of jujube fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa. Journal of Insect Science, 5 (1): 80 – 81.
- Saxena D K, Rawat R R. 1968a. A study on the incidence, varietal performance and biology of the ber fruit fly in Madhya Pradesh. Madras Agricultural Journal, 55: 328 – 333.

- Saxena D K. 1968b. Chemical control for the ber fruit fly. *Indian J Ent*, 30 (4): 295 - 298.
- Sharma V P, Lal O P, Rohidas S B, *et al.* 1998. Varietal resistance in ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) against the fruitfly, *Carpomyia vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae) under field conditions. *Journal of Entomological Research (New Delhi)*, (22): 61 - 67.
- Shinde V K R, Puri M K, Sharma S K. 1978. Comparative toxicity of some insecticides to maggots of *Carpomyia vesuviana* Costa. *Indian J Plant Prot*, 6: 23 - 25.
- Singh K K, Chadha K L, Gupta M R. 1973. Ber cultivation in Punjab. Punjab Agricultural University, Ludhiana.
- Singh M P. 1984. Studies on the field resistance of different jujube cultivars to the fruit fly *Carpomyia vesuviana*. *Madras Agri J*, 71 (6): 413 - 415.
- Singh M P, Vashishta B B. 1984. Field screening of some ber cultivars for resistance to ber Fruit Fly *Carpomyia-Vesuviana*. *Indian Journal of Plant Protection*, 12: 55 - 56.
- Singh M P, Vashishtha B B. 2002. Factors influencing infestation of fruit-fly (*Carpomyia vesuviana*) in indian jujube. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 72 (9): 543 - 547.
- Sookar P, Permalloo S, Gungah B, *et al.* 2006. An area wide control of fruit flies in Mauritius. *Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. 10 - 15 September 2006, Salvador. Brazil*, 261 - 269.
- Soonnoo A R, Smith E S C, Joomaye A, *et al.* 1996. A large scale fruit fly control programme in Mauritius // Chua T H, Khoo S G. 摇摇摇摇
- 摇摇 Problems and Management of Tropical Fruit Flies. University Malaya, 52 - 60.
- Stonehouse J M, Mumford J D, Mustafa G. 1998. Economic losses to Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Pakistan. *Crop Protection*, 17 (2), 159 - 164.
- Stonehouse J, Mahmood R, Poswal A, *et al.* 2002. Farm field assessments of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Pakistan: distribution, damage and control. *Crop Protection*, 21 (8): 661 - 669.
- Thompson W R. 1943. A Catalogue of the Parasites and Predators of Insect Pests. Parasites of the Dermaptera and Diptera. Imperial Agricultural Bureaux, Slough, UK, 99.
- Tomimic A. 1954. Biological investigations on *Carpomyia vesuviana* A. Costa. *Plant Protection (Belgrade)*, 24: 92 - 97.
- Wadhi S R, Batra H N. 1964. Pests of tropical and subtropical fruit trees. *NC Pant-Entomology in India (ESI, New Delhi)*, 227 - 260.
- Wharton R A, Gilstrap F E. 1983. Key to and status of opiine braconid parasitoids used in biological control of ceratitis and *Dacuss. s. l.* *Ann Entomol Soc Am*, 76 (4): 721 - 742.
- White I M, Elsen-Haris M M. 1992. Fruit Flies of economic importance: Their identification and bionomics. *CABI International*, 283 - 284.
- Yadav L B, Rizvi S M A. 1995. Susceptibility of ber (*Zizyphus mauritiana*) cultivars to ber fruitfly, *Carpomyia vesuviana*. *Bulletin of Entomology (New Delhi)*, 36: 123 - 124.

(责任编辑 摇朱乾坤)