

不同食物和寄主植物对枣实蝇生长发育的影响*

阿不都瓦哈·艾再孜^{1**} 阿地力·沙塔尔^{1***} 阿不都拉·艾克拜尔¹
喻峰² 买合木提·尼亚孜²

(1. 新疆农业大学林学与园艺学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆吐鲁番市林业有害生物防治检疫局, 吐鲁番 838000)

摘要 【目的】为了明确不同寄主植物和食物对枣实蝇 *Carpomyia vesuviana* Costa 生长发育的影响。【方法】本研究以蜂蜜、酵母膏液、白砂糖等为饲料, 按不同的配比配成饲料饲养枣实蝇, 观察其对枣实蝇成虫性成熟、交配产卵以及寿命的影响。此外, 在室内条件下[(30±1.0) °C, 14L:10D], 使枣实蝇在枣果和杏果上产卵, 观察枣实蝇对两种寄主果实上的产卵、幼虫发育、蛹特性、羽化率以及性比的影响。【结果】不同配方的4种饲料对成虫性成熟、交配期和产卵量和雌雄成虫寿命有显著影响; 配方B饲养的枣实蝇成虫平均交配前期、交配期和产卵痕数、雌雄成虫寿命分别为5 d、5.2 h、2.87个/果实、38 d和19.5 d。与配方A、C、D均有显著性差异($P<0.05$), 雌虫寿命在配方A和配方D之间有显著差异, 与配方C无显著差异。但雄虫寿命各配方间均无显著差异。两种寄主植物(枣和杏)果实上的产卵痕数量相比, 枣果上的产卵痕数量比杏果多两倍, 在枣果上发育的蛹长度、宽度和蛹重分别为4.01 mm、1.67 mm、4.6 mg, 显著大于杏果发育的蛹。此外, 在枣果上发育的蛹羽化率和性比显著高于杏果的, 分别为枣果的80%和2.4:1, 而杏果的56.6%和1.8:1。研究结果对枣实蝇防控有实际意义。
关键词 枣实蝇, 人工饲料, 寄主植物, 生长发育

Effect of the different host plants and foods on the growth and development of *Carpomyia vesuviana*

Abduwahap·Aziz^{1**} Adil·Sattar^{1***} Abdulla·Akbar¹ YU Feng² Mahmut·Niyaz²

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;
2. Xinjiang Turpan Forestry Pest Control and Quarantine Bureau, Turpan 838000, China)

Abstract 【Objectives】To clarify how different host plants and foods affect the growth and development of *Carpomyia vesuviana*. 【Methods】The sexual maturity, fecundity and longevity of *C. vesuviana* fed on foods containing different proportions of honey, YE, and sugar, were measured and compared. In addition, the effects of different host plant fruits (jujube and apricot) on the fecundity, larval growth, pupal characteristics, rate of adult emergence, and offspring sex ratio were determined under indoor conditions at (30±1.0) °C, 14L:10D. 【Results】The four different foods significantly affected the sexual maturity, mating period, fecundity and longevity of adult insects. The pre-mating period, mating period, and egg-laying period, of adults fed on food B were 5 d, 5.2 h, 2.87 individual, respectively, and longevity was 38 d for females and 19.5 d for males. These results for food B are significantly different from those obtained for foods A, C, and D. Longevity of female insects that were fed on foods A and D were significantly different from each other but the longevity of those fed food C was not significantly different from those fed on foods A and D. Diet had no effect on the longevity of male insects. Twice and many oviposition marks were found on jujubes as on apricots. The length, width and weight of pupae on jujubes (4.01 mm, 1.67 mm and 4.6 mg, respectively) were significantly greater than those on apricots, and the rate of adult emergence and sex ratio were significantly lower on apricots (56.6% and 1.8:1, respectively) than on jujubes (80% and 2.4:1, respectively). The result of this study have practical significance for the prevention and control of *C. vesuviana*.

*资助项目 Supported projects: 新疆维吾尔自治区科技援疆项目 (2016E02011)

**第一作者 First author, E-mail: 1098387892@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: adl1968@126.com

收稿日期 Received: 2016-12-30, 接受日期 Accepted: 2017-03-13

Key words *Carpomyia vesuviana*, artificial rearing, host plant, growth and development

昆虫与寄主植物之间存在着密切的营养关系,使得不同寄主植物对昆虫的生长发育和繁殖产生重大影响(吕茂翠, 2013)。研究不同寄主植物对昆虫生长发育和繁殖的影响有助于探讨其广泛的食物适应机制(张润志等, 2007)。枣实蝇 *Carpomyia vesuviana* Costa 属双翅目 Diptera 实蝇科 Tephritidae 枣实蝇属 *Carpomyia* Costa, 是我国重要的检疫性害虫。国内自 2007 年在新疆首次发现枣实蝇以来, 吕文刚等(2008)、阿地力·沙塔尔等(2008, 2012)、何善勇等(2010, 2011)、程晓甜等(2013, 2014)、丁吉同(2015)等对枣实蝇的形态特征、生物生态学、在中国的适生性和分子生物学等方面进行了较多的研究。国内外资料报道枣实蝇主要危害 *Zizyphus jujuba* Mill 和酸枣 *Zizyphus jujuba* var. *spinosa* (Lakra et al., 1983, 1992)。胡隴生等(2012)报道枣实蝇在杏果和枣果内都可以完成生活史。但在杏果上发育的枣实蝇后期各虫态生长发育和繁殖有何变化未见到报道。

此外,近年来枣实蝇的研究尽管取得了初步进展,但还远远不够。在试验过程中均要用到大批发育整齐、生理状态一致的枣实蝇,这就要求在实验室人工饲养枣实蝇,但受到季节限制不可能周年给枣实蝇提供天然食物。虽然胡隴生(2012)等对枣实蝇的饲养技术进行了一些初步的探究,但总体说来,该技术的研究还不够深入,尚未形成和实现大规模饲养枣实蝇技术体系。因此,对枣实蝇人工饲料的深入研究是进行综合防治的重要环节。

本研究拟在前人研究的基础上,在室内条件下,对取食不同寄主植物和饲料的枣实蝇生长发育和繁殖情况进行系统研究,为枣实蝇检疫和综合治理提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

枣实蝇蛹 2016 年 5 月采自于吐鲁番市艾丁

湖乡(团结 4 村,大庄子村),枣实蝇成虫在室内饲养获得。红枣(艾丁湖乡)、杏(亚尔乡)、蜂蜜(黑蜂蜂蜜)、酵母膏(北京奥博星生物技术有限公司)、白砂糖、脱脂棉、无菌水。

1.2 试验仪器

人工气候箱(杭州艾普仪器设备有限公司)、实蝇类昆虫成虫饲养装置、养虫箱(尺寸:40 cm×20 cm×20 cm)、培养皿(Φ=10 cm)、吸虫器(深圳市宏鸿达科技有限公司)、量筒、游标卡尺(上海尺喜工量具有限公司)、电子天平(郑州万博仪器设备)。

1.3 试验方法

1.3.1 人工饲料的准备 饲料 A 配制:以移液管吸取 20 mL 蜂蜜液倒入烧杯中,再加入 80 mL 无菌水以玻璃棒充分均匀配成 20%的蜂蜜水备用。

饲料 B 配制:以移液管吸取 20%的蜂蜜水倒入烧杯中,体积按 1:1 比例再加入 20%酵母膏液用玻璃棒充分均匀,配成 20%的蜂蜜+20%的酵母膏液备用。

饲料 C 配制:以移液管吸取 20%酵母膏液倒入烧杯中,体积按 1:1 比例再加入 20%白糖水液用玻璃棒充分均匀,配成 20%的白砂糖+20%酵母膏液备用。

饲料 D 配制:以移液管吸取 20 mL 酵母膏液倒入烧杯中,再加入 80 mL 无菌水用玻璃棒充分均匀配成 20%的酵母膏液备用。

1.3.2 枣实蝇成虫的获得 将野外采集的枣实蝇蛹埋入到盛有土壤的培养皿中(埋入深度为 5 cm)在人工气候箱内(饲养条件:温度为 30℃,相对湿度为 60%,光照时间为 14 h/d)进行饲养,枣实蝇成虫羽化后备用。

1.3.3 不同食物条件下的饲养 将 1.3.2 中获得的枣实蝇成虫移入到实蝇类昆虫成虫饲养装置内,分别以 1.3.1 中准备的饲料 A、B、C、D 饲养(饲养条件:温度为 30℃,相对湿度为 60%,光照时间为 15 h/d),每个处理雌雄按 1:1 比例

饲养 20 头成虫, 每个处理设 3 个重复。并观察统计不同配方食物条件下的成虫寿命、性成熟历期。待成虫性成熟相互交尾完毕后, 立即将已交配过的雌雄成虫以吸虫器移入到另一个实蝇类昆虫成虫饲养装置内饲养(每个饲养装置内置于 3 粒新鲜红枣青果), 待枣实蝇雌虫产卵完毕后统计产卵痕数量。

1.3.4 枣实蝇对不同寄主植物产卵的选择 将 1.3.2 中获得的成虫移入到实蝇类昆虫成虫饲养装置内, 以 20%的蜂蜜+20%的酵母膏液作为营养液饲养[(30±1.0) , RH=60%, 14L:10D], 待饲养的成虫性成熟(性成熟成虫标志为腹部隆起)后, 将性成熟的雌雄成虫移入到养虫箱内(在养虫箱下面盖一层 5 cm 的沙土供幼虫入土化蛹)使其交配, 雌雄成虫交配完毕后向养虫箱内以水培法分别置于带叶和三颗果实的, 长度为 30 cm 的红枣和杏树的枝条, 模拟自然条件, 供枣实蝇雌虫产卵, 每个处理雌雄配对(每箱 1 对雌雄成虫), 每个处理设 10 个重复。从处理完毕开始观察统计不同寄主植物上成虫的产卵和交配历期, 待雌虫产卵完毕后分别统计每头雌虫在果实上的产卵痕数。并一直观察到不同果实内幼虫的发育、入土化蛹情况。

1.3.5 不同寄主植物对枣实蝇发育的影响 将 1.3.4 中各处理所获得的枣实蝇蛹以游标卡尺及电子天平测量统计其体重、蛹长、蛹宽。在此同时, 将枣园中采集到的蛹作为对照(CK)测量统计其体重、蛹长、蛹宽。待各处理中的蛹测量完毕后, 各处理组取 30 头蛹, 分别埋入到盛有沙土(沙土相对湿度为 15%~25%)的沙土盘

中, 将蛹埋土处理完毕后置于光照培养箱中饲养(饲养条件: 温度为 30℃, 相对湿度为 60%, 光照时间 15 h/d)观察统计各处理组中枣实蝇的羽化情况和雌雄数量。

1.4 数据处理

所采集的数据运用 SPSS19.0 软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA), 经方差分析显著后, Duncan's 多重比较法进行进行差异显著性测定。

2 结果与分析

2.1 不同配方的饲料对枣实蝇成虫发育的影响

从试验结果可知(表 1) A、B、C 3 种不同配方的饲料饲养的成虫交配前期分别为 8.8、5.0、8.3 d, 其中配方 B 饲料饲养的成虫交配前期最短, 交配时间最长, 产卵痕数最多, 分别为 5.0 h、5.2 h 和 2.87 个/果。配方 B 的交配期和交配前期与配方 A、C 之间有显著差异($P < 0.05$), 配方 A、C 之间的交配前期无显著差异, 配方 B 的产卵痕分别比配方 A 和 C 的产卵痕高 4 倍和 1.8 倍, 各配方产卵痕之间有显著差异。各配方均有雌虫寿命长于雄虫寿命, 雌虫寿命最长的为配方 B, 最长寿命为 43 d, 平均为 38 d, 雌虫寿命在配方 B 和配方 C 之间无显著差异, 配方 A、D 之间有显著差异。雄虫寿命配方 C 的最长, 为 24 d, 平均为 20.5 d, 配方 A, B, C 之间无显著差异; 配方 D 饲养的成虫既没交配, 也没产卵, 表明未性成熟。雌雄虫的寿命比其它 3 种配方对比明显的缩短, 经方差分析有极显著差异。

表 1 不同配方食物对枣实蝇成虫发育的影响
Table 1 The effect of different food on the adult development of *Carpomyia vesuviana*

配方 Recipe	交配前期 (d) Pre-mating period	交配期 (h) Mating period	产卵痕 (个/果) Egg-laying mark	成虫寿命 (d)	
				雌虫 Female	雄虫 Male
配方 A Recipe A	8.8±0.83a	3.1±0.76c	0.4±0.55c	21.8±5.26b	14.4±8.45a
配方 B Recipe B	5.0±1.04b	5.2±0.63a	2.9±1.24a	38.0±6.45a	19.5±6.60a
配方 C Recipe C	8.3±2.25a	4.5±1.20b	1.0±0.63b	34.0±5.25a	20.3±4.50a
配方 D Recipe D	—	—	—	10.5±1.30c	6.0±0.82b

数据(平均值±SD), 同列数据后标有不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著。下表同。

Data are mean ± SD, and followed by the different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 不同寄主植物对枣实蝇生长发育的影响

2.2.1 不同寄主植物对枣实蝇交配和产卵选择影响 不同寄主对枣实蝇产卵趋性结果见表 2, 同样的室内条件下, 寄主植物不同, 枣实蝇成虫的交配的时间和果实产卵痕都不同, 枣树上的交配时间和产卵痕分别为 3.2 h 和 8 粒/果, 而杏树上的 2.7 h 和 4 粒/果。方差分析可知: 枣实蝇在红枣和杏树上的交配时间无显著差异 ($P>0.05$), 枣实蝇对枣的产卵痕比杏的产卵痕多两倍, 差异显著。这和不同寄主植物果实颜色和挥发性气味物质有关。

表 2 不同寄主植物对枣实蝇交配和产卵选择的影响
Table 2 The effect of different host plant on the mating and selectivity of egg-laying

寄主植物 Host plant	交配时间 (h) Mating time	产卵痕 (个/果) Mark of egg-laying (One/fruit)
枣 Jujube	3.2±2.89a	8±1.22a
杏 Apricot	2.7±1.56a	4±1.58b

2.2.2 不同寄主植物对枣实蝇蛹宽、蛹长、蛹重的影响 幼虫取食不同寄主植物老熟化蛹后, 蛹的特性比较见表 3, 结果表明, 不同寄主对幼虫发育影响显著, 在枣果内幼虫的发育最好, 平均蛹宽、蛹长, 蛹重分别为 1.67 mm、4.01 mm、4.6 mg, 与取食杏果发育出来的蛹相比, 均有显著差异 ($P<0.05$)。野外自然条件下取食红枣 (CK) 发育的枣实蝇蛹特性各个指标显著大于室内饲养的。

表 3 取食不同寄主植物对枣实蝇蛹重、蛹长、蛹宽的影响

Table 3 The effect of different host plant on the gravity, length and width of pupa of *Carpomyia vesuviana*

不同寄主 Different host	蛹宽 (mm) Width (mm)	蛹长 (mm) Length (mm)	蛹重 (mg) Gravity (mg)
红枣 Jujube	1.67±1.43b	4.01±1.74b	4.6±5.30b
杏子 Apricot	1.33±0.56c	3.37±1.22c	3.5±0.52c
CK	1.89±2.41a	4.23±2.63a	7.6±1.14a

2.2.3 不同寄主植物对成虫羽化率、性比的影响 不同寄主植物对成虫羽化率、性比的影响结果见

表 4, 结果表明两者之间羽化率、雌雄性比有显著差异。取食枣果发育的成虫羽化率比杏果的高, 其中, 取食枣果和杏果的蛹羽化率分别为 80%, 56.6%。经方差分析得知, 取食枣果和杏果发育的成虫羽化率之间有显著差异。此外, 其雌雄成虫比例分别为 2.4:1 和 1.8:1, 差异显著。可见, 枣果对枣实蝇种群繁殖更为有利。

表 4 取食不同寄主植物对成虫羽化率、性比的影响
Table 4 The effect of different host plant on the emergence rate of adult and sex ratio

不同寄主 Different host	总蛹数 (头) Total pupa	羽化数 (头) Emergence	羽化率 (%) Emergence rate	雌雄性比 Sex ratio
红枣 Jujube	30	24	80.0b	2.40:1a
杏子 Apricot	30	17	56.7c	1.80:1b
CK	30	28	93.3a	1.50:1b

3 小结与讨论

3.1 不同配方饲料对成虫发育的影响

食物是影响昆虫生长发育及种群动态的重要因素之一 (李丽丽, 2009), 目前认为寄主植物的含氮量是限制昆虫生长、发育和繁殖的关键因子。钦俊德和王琛柱 (2001) 认为不同食料对幼虫生长发育及成虫繁殖力的不同影响是由于植物中化学成分的不同, 起主要作用的是蛋白质和碳水化合物的含量及二者的比例。

本试验以蜂蜜、酵母膏、白砂糖等为基本原料配制的 4 种饲料对成虫的交配前期、交配期、产卵量和成虫寿命长短等作为指标来进行配方筛选。结果表明, 配方 B 各个指标均优于其它 3 种配方: 即交配前期最短, 平均为 5.0 d, 交配时间最长 5.2 h, 产卵痕数量分别比配方 A 和 C 的 4 倍和 1.8 倍。成虫最长寿命可达 48 d, 平均为 38 d, 与其它 3 种配方相比差异显著。其原因是否为不同配方饲料存在差异, 还有待于进一步试验证实。(配方 D) 20% 酵母膏液虽含丰富的碳水化合物, 但可能无法满足成虫生长发育所需要的营养, 而且特别容易发霉变质的现象。(配

方 A) 20%天然蜂蜜水虽然可以满足成虫的营养需求, 但是使用天然蜂蜜喂养的成虫死亡率较高、产卵量特别低。何善勇(2009)报道以喂食10%的糖水饲养成虫最多存活45 d, 平均为20 d, 但效果并不理想; 胡陇生等(2012)报道, 以酵母浸粉、蔗糖和纯净水按1:3:1的比例配制的饲料来饲养成虫, 成虫最多存活128 d。但本次试验中酵母膏和白砂糖混合饲养的成虫寿命最长达到了34 d。王俊刚(2006)报道, 人工饲养大头金蝇时添加适量的含糖成分, 提高了生殖力。平均寿命最长的雌虫可以达到75 d, 雄虫为73 d。糖和蛋白是实蝇的两大必需食物, 实蝇对蛋白有必需性, 对糖有绝对依赖胜, 若只提供蛋白, 实蝇最多能活4 d; 若只提供糖, 则性器官无法发育(林明光等, 2013)。本次试验结果与前人的研究结果基本一致。

本次试验以饲料 B 饲养成虫初步获得了较好的效果。在饲养过程中发现3 d 更换1次饲料较好, 并未影响成虫其它各项指标, 也未发现饲料有发霉变质的现象。尽管以饲料 B 来饲养成虫初步获得了较好的效果, 但饲料 B 最佳配方待进一步优化。此外, 对雌虫产卵量、幼虫发育、蛹的羽化等指标影响如何待进一步研究。

3.2 不同寄主植物对枣实蝇发育的影响

昆虫在对寄主的取食、产卵行为的寻找定位中, 一方面通过视觉和嗅觉器官识别寄主, 另一方面不同寄主的挥发性次生化学物质对昆虫的味觉和嗅觉具有趋性(杨胜勇等, 2008)。不同寄主植物表皮的物理性状、挥发性物质成分、含量的不同造成昆虫对各寄主取食或产卵行为存在差异。本试验结果表明, 在相同条件下枣实蝇在枣果上的产卵痕比杏果的两倍。推测其原因为枣果和杏果的色泽、果实表面的物理性状差异和果实不同的次生代谢物质等影响产卵量的差异; 本试验结果与胡龙胜等(2012)报道的“枣实蝇在枣果与杏之间的产卵量差异不明显”等结论有所不同。

本试验结果表明, 枣和杏两种不同寄主植物对枣实蝇的生长发育影响明显。在枣果上发育的

枣实蝇蛹的长、宽、体重与杏果上发育的相比有显著差异, 这些表型差异为进一步研究枣实蝇对寄主的适应性提供理论依据。此外, 在枣果上发育的蛹羽化率、雌雄性比和雌蝇卵量显著高于杏果的, 分别为枣果的80%和2.4:1, 而杏果的56.6%和1.8:1。在试验中发现, 在杏果内发育的幼虫大部分在果实内化蛹, 羽化率低。这些表明枣果对枣实蝇的发育更适合。秦启联(2015)报道, 棉铃虫成虫因其幼虫阶段所取食的植物不同, 其寿命、交配率和产卵量有很大差别; 可见, 枣和杏因为自身的营养成分组成的不同而对枣实蝇生长发育及其性比产生不同影响。

寄主植物的突然改变是许多害虫在扩散蔓延过程中经常遇到的现象, 由于枣实蝇在田间的扩散过程中常常可能遇到杏树。本研究结果证明, 枣实蝇在寄主植物突然改变之后, 最初一段时间内, 其生长发育与繁殖都会受到不同程度的影响, 不久就会适应新的寄主, 但对杏树适应的时间和程度如何待进一步研究。

枣树和杏树作为枣实蝇寄主及其生活场所的一部分, 对枣实蝇生长、发育等多方面都具有非常重要的影响, 但目前对枣果和杏果营养与枣实蝇之间的相互关系研究还未开展, 如枣果和杏果营养中的不同营养成分对枣实蝇的作用机理, 特别是果实的营养成分或挥发性气味物质如何影响枣实蝇产卵选择等行为, 这将是今后研究的一个重要领域。

参考文献 (References)

- Adil ST, He SY, Tian CM, Luo YQ, Yu F, Feng XF, 2008. Distribution of *Carpomya vesuviana* in Turpan. *Botanical Quarantine*, 22(5): 295-297. [阿地力·沙塔尔, 何善勇, 田呈明, 骆有庆, 喻峰, 冯晓峰, 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.]
- Adil ST, Zhang W, Cheng ST, Zhu YF, Luo YQ, Chen M, 2012. Genetic relation of *Carpomya vesuviana* from different geographic populations. *Scientia Silvae Sinicae*, 48(6): 136-140. [阿地力·沙塔尔, 张伟, 程晓甜, 朱银飞, 骆有庆, 陈梦, 2012. 枣实蝇不同地理种群的亲缘关系. *林业科学*, 48(6): 136-140.]
- Adil ST, Mu JJ, Peng DH, 2015. A fruit fly insect adult feeding device. At the national level. Patent for utility models. ZL 2015 2 0366657. X. 2015-11-18. [阿地力·沙塔尔, 母俊景, 彭东虎,

2015. 一种实蝇类昆虫成虫饲养装置. 国家级实用新型专利. ZL 2015 2 0366657. X. 2015-11-18.]
- Cheng ST, Adil ST, Zhang W, Li XQ, 2014. R rapid identification of *Carpomya vesuviana* Costa and five relative species of fruit flies by PCR-RFLP. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 38(1): 183-185. [程晓甜, 阿地力·沙塔尔, 张伟, 李新泉, 2014. 枣实蝇及其他 5 种检疫性实蝇的 PCR-RFLP 快速鉴定. 南京林业大学学报(自然科学版), 38(1): 183-185.]
- Cheng ST, Adil ST, Zhang W, Wen JB, Li XQ, Chen M, 2013. Species-specific PCR primers for identification of *Carpomyia vesuviana*. *Scientia Silvae Sinicae*, 49(11): 98-102. [程晓甜, 阿地力·沙塔尔, 张伟, 温俊宝, 李新泉, 陈梦, 2013. 枣实蝇特异引物 PCR 鉴定技术. 林业科学, 49(11): 98-102.]
- Ding JT, 2015. Flight capacity and the mechanism of adaptation to *Carpomyia vesuviana* Costa. Master dissertation. Xinjiang: Xinjiang Agricultural University. [丁吉同, 2015. 枣实蝇飞翔能力及其对环境因子的适应性研究. 硕士学位论文. 新疆: 新疆农业大学.]
- He ST, We JB, Adil ST, Tian CM, 2010. Research progress of quarantine pest *Carpomyia vesuviana*. *Scientia Silvae Sinicae*, 46(7): 147-154. [何善勇, 温俊宝, 阿地力·沙塔尔, 田呈明, 2010. 检疫性有害生物枣实蝇研究进展. 林业科学, 46(7): 147-154.]
- He SY, 2009. Ecological characteristics and analysis of suitability of *Carpomyia vesuviana*. Master dissertation. Beijing: Beijing Forestry University. [何善勇, 2009. 枣实蝇生物生态学特性及适生性分析. 硕士学位论文. 北京: 北京林业大学.]
- He SY, Adil ST, Tian CM, Wen JB CM, Chen M, 2011. Pest risk assessment of *Carpomyia vesuviana* in China. *Scientia Silvae Sinicae*, 47(3): 107-116, 197. [何善勇, 阿地力·沙塔尔, 温俊宝, 田呈明, 陈梦, 2011. 枣实蝇在中国的风险评估. 林业科学, 47(3): 107-116, 197.]
- Hu LS, Zhu YF, Qi CJ, Ren L, Tian CM, 2012. Oviposition preference of ber fruit fly. *Journal of Plant Protection*, 38(6): 65-71. [胡陇生, 朱银飞, 齐长江, 任玲, 田呈明, 2012. 枣实蝇产卵选择习性研究. 植物保护, 38(6): 65-71.]
- Hu LS, Zhu YF, Tian CM, Ren L, 2012. Breeding of *Carpomyia vesuviana* Costa adult. *Journal of China Forest Diseases and Pest*, 31(4): 31-32, 35. [胡陇生, 朱银飞, 田呈明, 任玲, 2012. 枣实蝇成虫饲养初报. 中国森林病虫, 31(4): 31-32, 35.]
- Lakra RK, Singh Z, 1983. Oviposition behaviour of ber fruitfly, *Carpomyia vesuviana* Costa and relationship between its incidence and ruggedness in fruits in Haryana. *Indian Journal of Entomology*, 45: 48-59.
- Li LL, 2009. Technique optimization of mass rearing oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*. Master dissertation. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University. [李丽丽, 2009. 橘小实蝇大量饲养技术优化. 硕士学位论文. 福建: 福建农林大学.]
- Lin GM, Wang XJ, Zhang Y, Sun RF, Zeng L, 2013. Optimization of artificial diets for mass rearing of *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera cucurbitae* and *Bactrocera tau*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(4): 1115-1125. [林明光, 汪兴鉴, 张艳, 孙蕊芬, 曾玲, 2013. 橘小实蝇、瓜实蝇和南亚果实蝇人工饲料的优化. 应用昆虫学报, 50(4): 1115-1125.]
- Lv MS, 2013. Effects of different host plant on the development reproduction of *Phenacoccus lenopsis* Tinsley a new invasive pest of China. Master dissertation. Hangzhou: Zhejiang Normal University. [吕茂翠, 2013. 不同寄主植物对扶桑绵粉蚧生长发育和繁殖的影响. 硕士学位论文. 杭州: 浙江师范大学.]
- Lv WG, Lin W, Li ZH, Gen J, Wan FH, Wang ZL, 2008. Potential geographic distribution of berfruitfly, *Carpomyia vesuviana* Costa, in China. *Journal of Plant Quarantine*, 22(6): 343-347. [吕文刚, 林伟, 李志红, 耿建, 万方浩, 王之岭, 2008. 枣实蝇在中国适生性初步研究. 植物检疫, 22(6): 343-347.]
- Qin JD, Wang CZ, 2001. Interaction and evolution between insect and host plant. *Acta Entomologica Sinica*, 44(3): 360-365. [钦俊德, 王琛柱, 2001. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系. 昆虫学报, 44(3): 360-365.]
- Qin QL, 2015. Rearing the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in the laboratory. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 52(2): 486-491. [秦启联, 2015. 棉铃虫饲养技术与流程. 应用昆虫学报, 52(2): 486-491.]
- Sangwan MS, Lakra RK, 1992. Effect of temperature and soil depth levels on pupae of jujube fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa. *Journal of Insect Science (India)*, 5(1): 80-81.
- Wang JG, 2006. Study on breeding of *Chrysomya megacephala* and pollination behavioristics. Master dissertation. Wuhan: Huazhong Agricultural University. [王俊刚, 2006. 大头金蝇人工饲养技术及授粉行为学的研究. 硕士学位论文. 武汉: 华中农业大学.]
- Wang QQ, Li KB, Yi X, 2013. Effect of the different host plant on the insect growth and development. The 11th National Congress of the Chinese Plant Protection Society and the Academic Annual Conference 2013. [王倩倩, 李克斌, 尹姣, 2013. 不同寄主植物对昆虫生长发育的影响. 中国植物保护学会第十一次全国会员代表大会暨 2013 年学术年会.]
- Yang SY, Cao ZY, Huang DZ, Wu H, 2008. Effects of different host plants on growth and development of *Platygaster vesicicola*. *Journal of Hebei Agricultural University*, 31(4): 91-94. [杨胜勇, 曹志艳, 黄大庄, 武会, 2008. 不同寄主植物对柳蓝叶甲生长发育的影响. 河北农业大学学报, 31(4): 91-94.]
- Zhang RZ, Wang XL, Adil ST, 2007. Identification and precaution of the ber fruit fly, *Carpomyia vesuviana*, a quarantine pest insect in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(6): 928-931. [张润志, 汪兴坚, 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): 928-931.]