

桔小实蝇的研究进展*

黄素青 韩日畴**

(广东省昆虫研究所 广州 510260)

Advance in the research on the quarantine pest *Bactrocera dorsalis*. HUANG Su Qing, HAN Ri-Chou^{*}
(Guangdong Entomological Institute, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510260, China)

Abstract *Bactrocera dorsalis* is a quarantine pest worldwide. In China, it infects more than 250 species of fruits and vegetables. Advances in the research on identification, biology and ecology of *B. dorsalis* are summarized in this paper, and the control methods are also introduced.

Key words *Bactrocera dorsalis*, identification, biology, ecology, pest control

摘要 桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* 是一种世界性检疫害虫,在我国属于二类检疫害虫。桔小实蝇可危害 250 多种水果和蔬菜。文章综述了桔小实蝇的危害、分类鉴定、生物学和生态学等的研究进展,并对桔小实蝇的防治措施进行了探讨。

关键词 桔小实蝇,分类鉴定,生物学,生态学,害虫防治

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* 俗称果蛆,属双翅目 Diptera,实蝇科 Tephritidae,寡鬃实蝇亚科 Dacinae,果实蝇属 *Bactrocera* Macquart,是一种世界性检疫害虫。该虫原产于亚洲热带和亚热带地区,印度早有发现,我国台湾于 1911 年发现,我国大陆 1937 年有记载,1945 年传入夏威夷群岛,现已成为中国、东南亚、印度次大陆和夏威夷群岛一带的危险性果蔬害虫。国内分布于广东、广西、湖南、贵州、福建、海南、云南、四川、台湾等省区^[1-6]。

桔小实蝇为杂食性害虫,寄主范围广,可危害柑橘、番石榴、杨桃、芒果、香蕉、茄子、辣椒、瓜类等 40 多种 250 多种水果和蔬菜^[7,8],对番石榴、芒果、杨桃、蒲桃、沙田柚等水果为害最为严重。据调查发现在广州市区附近的果园,其对番石榴的为害率在 40% 以上。尤其是在桔小实蝇生长适期,对番石榴果实为害的比例更高,部分地方成熟番石榴果实的为害率甚至达到 80%~90%。一般每果内有幼虫 10 头左右,严重的每个果里有 20~30 头幼虫,当寄主缺乏时每果内的幼虫在 100 头以上。桔小实蝇对杨桃果实的为害率一般在 20%~30%,而在大面积的杨桃园为害率往往在 30% 以上^[9]。该虫主要以幼虫为害,其成虫产卵于果皮内,孵化后幼虫潜居果瓢取食,常造成水果腐烂或未熟先

黄而脱落,严重影响水果的产量和质量,有的甚至完全失去食用价值。

由于该虫对果蔬业、花卉业带来严重的经济损失,不仅作物本身遭受严重破坏,也影响果蔬对外贸易的发展,危害性巨大,因此许多国家已将其列为检疫对象^[10]。在我国被列为二类检疫性害虫,1995 年农业部发布的全国植物检疫对象名单中,桔小实蝇也名列其中^[11]。

1 桔小实蝇的分类

1.1 形态分类

世界上具有经济价值的实蝇主要有 5 个属,分别为按实蝇属 *Anastrepha*、果实蝇属 *Bactrocera*、寡鬃实蝇属 *Dacus*、小条实蝇属 *Ceratitis* 和绕实蝇属 *Rhagoletis*^[11]。

国际上,White 和 Elson-Harris 于 1992 年在桔小实蝇的分类基础上,又区分出另外 4 个近缘种,但没有发表有关的描述,只是暂定为 *B. sp.* Near *B. dorsalis* (A),(B),(C),(D)^[48];1994 年,Drew 和 Hancock 正式发表了有关的描述,将上述未定名的 4 个种分别命名为杨桃果实蝇

* 广州市科技攻关重点项目(2003Z2-E0021)。

** 通讯作者:richou-han@163.net

收稿日期:2004-09-29,修回日期:2005-01-05,2005-04-04 再修回

Bactrocera carambolae、木瓜果实蝇 *B. papayae*、菲律宾果实蝇 *B. philippinensis* 和康迪果实蝇 *B. kandienis*, 加上桔小实蝇 *B. dorsalis* 共为 5 种^[12]。

Drew 和 Hancock 通过广泛、大量的标本采集、雌性荷尔蒙化学分析技术、组织内同工酶电泳技术,并参照寄主资料,证实了桔小实蝇是由 52 个姐妹种组成的复合种团^[12]。其中具有重要经济意义的有 8 种,分别是:杨桃果实蝇、木瓜果实蝇、菲律宾果实蝇和康迪果实蝇、桔小实蝇、胡桃果实蝇 *B. caryae*、芒果果实蝇 *B. occipitalis* 和沙梨果实蝇 *B. pyrifoliae*。

1.2 分子生物学分类

20 世纪 80 年代开始,分子生物学的飞速发展使分子遗传标记技术层出不穷,分子遗传标记已经被国内外众多学者广泛应用于昆虫学的各个领域,如昆虫系统分化、分类鉴定、害虫防治、生态适应等。

为适应检疫需要,发展了快速的分子鉴别手段。对 GenBank 的检索结果发现,美国、新西兰、日本、澳大利亚等国家对于有关桔小实蝇的基因序列进行了注册,我国目前尚无注册。2000 年美国 David 等注册了夏威夷桔小实蝇的无果基因(fruitless gene) BTB 序列^[49];1999 年新西兰 Armstrong 和 Cameron 分别测定了桔小实蝇 2 个品系的 ITS1 部分序列、ITS2 的部分序列以及 rRNA5.8S 的全序列^[53]。日本人 Muraji 等人也于 1999 年测定了 Amami-oshimas 和 Ogasawara 品系的 G6pdh 基因的 DNA 的序列^[50];澳大利亚昆士兰大学的 Hoeben 等于 1997 年测定了 Tahiti 品系的 mtDNA 环区的全序列以及核糖体基因 18S 的部分序列^[51];Han 等于 1997 年报道了 rRNA16S 及线粒体基因的部分序列,并于 1994 年注册了 rRNA18S 的部分序列^[52];He 等测定了 pBdA1, pBdA1.2, pBdA2.1, pBdA2, pBdA3 和 pBdA5 等 6 个克隆的肌动蛋白基因全序列^[13]。在国内深圳检验检疫局通过筛选分子标记基因,应用 SYBR Green 实时荧光 PCR 技术,测定了杨桃果实蝇、木瓜果实蝇、菲律宾果实蝇、桔小实蝇、芒果果实蝇、辣椒果实蝇 *B. latifrons*、番

石榴果实蝇 *B. correcta*、南亚果实蝇 *B. tau* 和瓜实蝇 *B. cucurbitae* 等 25 种检疫性实蝇 mtDNA COI 基因序列 28 条,并设计、筛选出能特异区分地中海实蝇 *Ceratitis capitata*、桔小实蝇、木瓜果实蝇、杨桃果实蝇、菲律宾果实蝇、芒果果实蝇、辣椒果实蝇、番石榴果实蝇、瓜实蝇和南亚果实蝇等 10 种实蝇的引物 13 对^[47]。

有关桔小实蝇种群分子生物学的报道在国内外都较少,目前仅有 He-Mei 等于 1997 年对夏威夷和泰国的桔小实蝇种群进行了识别研究。他们运用 PCR 和 EPIC(exon-primed intron-crossing)技术,检测了 2 个室内种群和 3 个野生种群不同种群个体的肌动蛋白基因内含子序列。直接测序结果表明,3 个等位基因在这些种群中以不同的频率存在,诊断性限制酶切技术的测定结果表明,3 个野生种群都具有等位基因 1;2 个夏威夷种群均具有等位基因 2;而等位基因 3 仅在泰国种群中发现^[2]。

2 桔小实蝇的生物学特性

2.1 桔小实蝇的生活史和各虫态的特性

周又生等报道了芒果柑桔小实蝇在云南景谷地区 1 年发生 5 代,以老熟幼虫、蛹在潮湿疏松表土层或成虫栖于杂草丛中越冬^[4,14,15]。

桔小实蝇的产卵前期随季节而变化:夏季 10~20 d,秋季 25~60 d,冬季 3~4 个月。成虫产卵前需吸食蛋白质、糖类(蚧、蚜、粉虱分泌物)才能发育成熟。桔小实蝇成虫一般在早晨或下午 3~4 时后觅食、产卵。卵期也随季节而变化:夏季仅 1 d,春季 2~3 d,冬季 7~20 d。该虫迁移能力强,成虫可飞行数公里,而且其繁殖力相当强,成虫一生可产卵 1 000 多粒,卵的孵化率 80%~90%。

桔小实蝇幼虫有 3 龄在果实内,3 龄幼虫老熟后即脱离寄主果实,入土化蛹,羽化后即钻出地面。幼虫期:日均温度 27~30℃时 4~7 d,冬季日均温度 15~20℃时为 13~20 d,发育的有效温度为 11~34℃。前蛹期:夏季 1.5 d,冬季 12 d,在表土 1~3 cm 处形成拟蛹。蛹期:夏季为 8~9 d,春、秋季 10~14 d,冬季 15~20 d,

15℃时 64~90 d,有效发育温度 11~36℃。在 20~25℃时蛹期短,羽化率最高。在低温或食物不充足时,幼虫、蛹的发育历期较长;在干旱或 35℃以上时,幼虫和蛹都滞留^[4,14,15]。

(1)卵:梭形,长约 1 mm,宽约 0.1 mm,乳白色。精孔一端稍尖,尾端较钝圆。

(2)幼虫:3龄老熟幼虫长 7~11 mm,头咽骨黑色。前气门具 9~10 个指状突。肛门隆起明显突出,全部伸到侧区的下缘,形成一个长椭圆形的后端。

(3)蛹:椭圆形,长约 5 mm,宽约 2.5 mm,淡黄色。前端有气门残留的突起,后端气门处稍收缩。

(4)成虫:体长 6~8 mm,黄褐色至黑色。额上有 3 对褐色侧纹和 1 个中央的褐色圆斑,触角细长,第 3 节为第 2 节长的 2 倍,翅透明,前缘及臀室有褐色带纹,腹部椭圆形,上下扁平。

2.2 桔小实蝇的发生规律

柑桔小实蝇在我国南方全年发生,世代重叠严重。在广东每年有 2 个危害高峰,从 5 月开始成虫发生量逐渐增多,到 8 月出现 1 个较大的发生高峰,11 月又出现 1 个高峰,直到 12 月成虫发生量下降。

以柑桔为主的地区,每年可发生 3~5 代,当桔园周围有芒果、番木瓜、番石榴和桃、梨等其它寄主植物存在时,则每年可发生 9~10 代。成虫寿命长达 1 年,在野外可存活 4~5 个月。

2.3 实验室饲养

为了进一步研究该虫的生态学和生物学特性,前提条件是能够在室内饲养桔小实蝇,形成健康的桔小实蝇种群。

袁盛勇等对桔小实蝇的实验室饲养技术进行了研究,认为桔小实蝇种群的饲养需要一个具有自然光照的房间,并且需有人工光源,人工光照应在黎明后 1 h 开启,黄昏前 1 h 关闭,以保证自然的黎明和黄昏,光周期(L:D=14:10)为最适,在这种光周期下桔小实蝇的产卵效果较好。饲养室内应该具有控温设备,使室内温度保持在 25~28℃^[16]。

2.3.1 成虫的饲养:成虫可用天然的鲜橙切片和香蕉(每段弃皮切成约 3 cm 长)饲养或者用人工饲料饲养,人工饲料的配方为用 12 g 水解蛋白,36 g 蔗糖,12 mL 水^[17]或者用酵母膏糖 1:3 的比例^[16,18]。

用人工饲料喂养的成虫,在始卵后的一段时间里,能获得大量的卵,用天然饲料喂养,成虫的产卵量逐渐增加,用人工饲料喂养的成虫其卵的孵化率随着时间的推移逐渐下降,而用天然饲料喂养其卵的孵化率始终保持正常水平^[19]。

2.3.2 幼虫的饲养:幼虫的饲养分为整果饲养法和人工饲料法。当人工饲料不适应或者当人工饲料模式不成熟且温度不过高时,可以使用整果(石榴、芒果、番石榴、橙、橘子、番茄等)饲养。人工饲料主要是由水、微生物抑制剂、蛋白质、糖和脂源,再加上维生素、盐和矿物质组成,桔小实蝇的饲料组分为:蔗糖 14.4 g,酵母 10.8 g,甘蔗渣 8.4 g,麦胚 7.2 g,苯甲酸钠 0.1 g,对-羟基苯甲酸甲酯 0.1 g,盐酸 0.3 mL,自来水 73.2 mL 混合而成^[16]。

2.3.3 蛹的饲养:桔小实蝇老熟幼虫需入土化蛹,因此在幼虫化蛹前,实验室内需准备装有 5 cm 深湿润沙子的塑料箱。首先对沙子进行高温消毒,湿度为用手捏紧时沙中没有水滴下,手放开后沙自然散开为宜。把蛹小心从沙中筛出,放置到另外铺有 1 cm 湿沙的塑料箱中,再在上面盖一层湿沙,保持温度为 25~28℃,湿度在 70%~80%之间^[16]。

2.4 桔小实蝇的趋化性

桔小实蝇可危害 250 种以上的瓜果,但不同的寄主植物对其引诱率具有明显的差异,据室内饲养观察和田间调查发现,桔小实蝇对 12 种寄主植物的嗜好程度依次为:番石榴、杨桃、芒果、番荔枝、橄榄、黄皮、枇杷、人心果、莲雾、油梨、橙、柑橘^[20]。

桔小实蝇对同一寄主的不同品种也存在明显的选择性,在 Bangalora、Malik、Dashehari、Amrapali 等 4 种芒果品种以及 Lucknow 49' 和 Allahabad 2 个番石榴品种中,桔小实蝇成虫的

产卵更偏好 Bangalora 和 Lucknow 49' 2 个品种,在 Bangalora 和 Lucknow 49' 2 个品种上产卵最多,生活历期短,存活率高^[21,22]。

水果气味对桔小实蝇的雌虫和雄虫都有一定的引诱作用,但雌虫有明显的趋性。水果的成熟度越高,挥发气味越浓烈,雌虫趋性越强。这可能与雌虫在寻找适宜寄主产卵时,首先通过水果的气味找到寄主,然后再根据水果的形状、软硬程度来选择产卵部位的生殖行为有关。成熟度高的果实挥发物气味强,易吸引雌虫^[23]。

桔小实蝇的成虫对芒果的气味有一定的趋性反应,但雌雄虫的反应强度有明显的差异,从各成熟阶段芒果引诱到的成虫数量看,雌虫的数量明显高于同阶段雄虫数量和对照,并且雌虫对芒果气味的选择有趋好性,随着芒果成熟度的增加,引诱到的雌虫数量也显著递增。桔小实蝇雌成虫对黄软芒果的趋性反应最强,而对部分黄软芒果的趋性反应次之,对绿硬芒果的趋向性最弱^[23]。

3 桔小实蝇的生态学特性

3.1 种群动态

梁广勤等在广州市华南植物园的监测结果表明,桔小实蝇的自然种群每年有 2 个密度高峰,在 1 年中最大的成虫出现高峰在 8~9 月间,5~6 月是成虫越冬后的第 1 个发生高峰^[19]。

梅流柱等的研究表明,桔小实蝇的日产卵量的分布受雌虫个体大小的影响,个体大的种群雌虫日产卵量的分布为凸型曲线,个体小的种群雌虫日产卵量的分布为凹型曲线^[24,25]。桔小实蝇的种群增殖速度快,在短时间内能迅速形成增殖高峰,是典型的 R 生态对策^[26,29]。

3.2 环境因子(温度、湿度、光照)与桔小实蝇生长发育的关系

温度是影响昆虫生长发育和繁殖的一个重要生态因子。吴佳教等人研究表明,桔小实蝇在不同温度下完成 1 个世代所需的时间以及未

成熟阶段的发育起点温度和各虫期所需的有效积温存在以下关系:卵、幼虫和成虫的发育受气温的影响;而蛹在土中的发育,则主要受土壤温度的影响^[27,28]。

周昌清等人的研究结果表明,中长期光照对桔小实蝇的种群增殖稍为有利,且生殖期长,产卵量大,世代重叠严重^[26]。

3.3 桔小实蝇的适生性

据范京安的研究结果表明,北纬 25° 以南的地区为桔小实蝇的最适宜分布区,四川盆地和贵州的部分地区是桔小实蝇的适宜分布区,北纬 25° 以北、长江以南的地区是次适生分布区,其余地区是非适宜分布区^[29]。

4 桔小实蝇的防治措施

在华南地区水果品种繁多,基本上全年都有不同的水果成熟,桔小实蝇全年都有不同寄主,这为桔小实蝇的大发生提供了极为有利的条件,但也增加了防治难度。目前桔小实蝇的防治主要是化学防治和利用性诱剂诱杀。但是化学防治会造成抗药性的产生,也会对环境造成污染,而性诱剂只能引诱到雄虫。因此,寻找更加有效的方法是迫切需要的。

4.1 检疫

实蝇最主要的扩散方式是成虫飞行和受感染果实的人为传播。近年来随着我国农业产业结构的调整和加入 WTO,水果、蔬菜栽培品种日益丰富,桔小实蝇的寄主植物不断增多,使其爆发成灾的风险不断增大。华南地区是我国的蔬菜、水果的重要进出口地区,华南地区的气候属热带亚热带季风气候,盛产芒果、荔枝、龙眼、枇杷、山竹、苹果、梨、李、莲雾、番木瓜、西瓜、柠檬、杨桃、菠萝蜜、番石榴、香蕉等水果,蔬菜类包括南瓜、苦瓜、丝瓜、黄瓜、葫芦瓜、冬瓜、茄子、辣椒、西红柿等,丰富的瓜果蔬菜资源,为实蝇的适生和繁衍提供了条件。任何实蝇的传入,将会对我国的果蔬业造成不可估量的损失,不但要投入人力物力对其进行防治,也会影响对外贸易而失去国际市场。因此,加强检验检疫是防治桔小实蝇不可忽视的重要措施之一,

也是防止桔小实蝇进一步在国内扩大传播的主要措施^[5,6,11]。

4.2 预测预报

为了及时掌握实蝇的种群动态,应根据桔小实蝇的生物学与生态学特性,可以通过设立成虫诱测点、田间调查、采集虫果等方法在水果和蔬菜生产基地对其进行监测。

4.3 农业措施

4.3.1 同一种水果的种植:在同一地区内尽可能种植同一品种或成熟期相近的水果品种,以打断桔小实蝇的食物链。

4.3.2 水果成熟期的调整:调整水果的成熟期,避开5~6月和8~9月2个为害高峰期。据报道,同一个果园内不同芒果品种受害程度有很大的差异,皮层薄的早熟品种,如印度2号、本地芒斯里兰卡等受害较重,皮层厚且纤维多、迟熟的品种如印度901、大象牙等受害较轻。

4.3.3 果园的翻耕:在当年果实采收后,结合冬季清园,翻耕园土1次,以杀死部分在土中越冬的蛹。

4.3.4 果园的清洁:在受害果园里,落果期应及时清除落果,在落果初期每3d清除1次,落果盛期至末期每d1次;同时对树上有虫青果和过熟果实亦应及时摘除。可利用深埋、水浸、焚烧等简易方法杀死虫果内的桔小实蝇幼虫。

4.3.5 果实的套袋:根据不同水果品种,选择相应的果袋进行果实套袋。套袋时间应根据不同水果品种的生育期和当地水果种植情况,结合桔小实蝇发生实况而定,一般在座果期或果皮软化前套袋。通过实验证明,套袋对防止桔小实蝇的侵入为害效果显著,防治效果可达或接近100%。不过,该方法也有其缺点,在幼年果树上操作较为简便,对于老龄或树势高大的则工作量较大,在价值较低的果树上没有优势。而且,若所用袋子质地过薄,桔小实蝇的产卵管仍能刺破袋子造成果实腐烂^[30]。另外,套袋时机掌握不准可能影响果实的风味。

4.3.6 抗性品种的选育:种植对桔小实蝇有抗性的果蔬品系,控制其自然种群的扩大。

4.4 物理方法

4.4.1 不育雄虫的释放:借鉴日本的成功经验,在相对隔离的区域,结合其它措施的基础上,用 γ 射线处理桔小实蝇的蛹,导致桔小实蝇不育,且对其羽化和交配无影响,然后释放这些不育的实蝇雄虫^[31-33]。

4.4.2 引诱剂诱杀和引诱剂的改良:采用诱蝇醚(即甲基丁香酚 methyl eugenol,简称 Me)等专用引诱剂诱杀桔小实蝇的成虫,也可利用桔小实蝇成虫交尾后须摄取营养进行再次交尾的习性,利用水解蛋白等自制营养毒饵诱杀雌、雄成虫。据报道,甲基丁香酚对桔小实蝇雄虫的引诱数量在不断减少,而且甲基丁香酚只对雄虫有效,因此需对引诱剂进行改良,或研制出一种对桔小实蝇雌虫有效的引诱剂^[34,35]。吴华等研究的桔小实蝇引诱剂,得出香茅油:甜橙香精油:甲基丁香酚=2:48:50的配比,对桔小实蝇诱杀总数与甲基丁香酚无显著差异,但对桔小实蝇雌虫有一定的引诱作用,引诱率达5.36%^[36]。

利用红糖、糖蜜或植物提取液混合有机磷杀虫剂引诱桔小实蝇的结果表明,植物提取液的速效性好,在喷洒24h内对雌、雄虫诱杀快,效果好;糖蜜和红糖的效果则较为迟缓,24h后的效果较好。但总体上,诱蝇致死数植物提取液>糖蜜>红糖^[37]。但植物提取液的使用受气候条件限制,气温高于26℃的晴朗天气,上午10:00~12:00效果最好,因此,植物提取液作为防治桔小实蝇的诱剂在生产上推广,其持效性方面还有待改进^[37]。

4.4.3 电子探测器:在口岸、果蔬生产基地及水果批发市场等地装置电子探测器,监测预报桔小实蝇的发生和动态。邱友德等曾研究了电子探测器对芒果内桔小实蝇幼虫的检测技术,熟悉了前后不同时期幼虫为害虫声的特征^[38]。

4.5 化学方法

目前对桔小实蝇的有效化学药剂主要是有机磷类和拟除虫菊酯类,也有使用氨基甲酸酯和特异性杀虫剂。而采用植物性杀虫剂等生物农药防治桔小实蝇是目前的研究热点。

赵菊鹏等、沈发荣等、曾杨等、分别通过室内的生物测定,筛选出对桔小实蝇有较好效果的化学药剂,40%的氧化乐果等单剂及辛硫磷1:9混剂和辛硫磷乐斯本1:1混剂对桔小实蝇的毒杀活性都较高^[19,39-41]。

4.6 生物防治措施

4.6.1 寄生蜂:桔小实蝇的天敌种类包括:茧蜂科的 *Biosteres arisanus*, *B. longicaudatus*, *B. persuleatus* 等,目前已发现多种桔小实蝇幼虫的寄生蜂,对控制桔小实蝇有一定的效果^[42-45]。但是,这些寄生蜂的大田应用效果仍需进一步的试验。

4.6.2 蚂蚁:蚂蚁是一种对桔小实蝇蛹有效的捕食性天敌。

4.6.3 昆虫病原线虫:昆虫病原线虫是一类新型生态类杀虫剂。Lindseyen 将待化蛹的3龄后期幼虫暴露在 DD-136 线虫的6个浓度下,6d后的平均校正死亡率为9%~85%^[46]。我国学者利用 *Heterorhabditis indica* LN2 防治桔小实蝇3龄后期幼虫,试验效果也较好(韩日畴等,未发表数据)。

5 研究展望

随着对桔小实蝇研究的深入,以及分子生物学的飞速发展,桔小实蝇的防治应该在诱杀雄虫、果实套袋等农业措施的基础上,利用昆虫病原线虫、天敌、植物次生物质等不污染环境的生物农药,以及分子遗传等方法。

参 考 文 献

- 1 刘元明.植物检疫手册.武汉:湖北科学技术出版社,2002. 231~232.
- 2 李志红,龚鹏,陈洪俊,陈乃中.植物检疫,2002,16(3):165~166.
- 3 梁广勤,梁帆.昆虫知识,1993,3(6):356~357.
- 4 肖枢,蒋小龙,张朝良,应雪松,杨雁雄.植物检疫,2001,15(6):332~336.
- 5 梁广勤,梁帆,吴佳教,李惠河.江西农业大学学报,2003,25(6):904~905.
- 6 黄振声,颜耀平,张明谦.植物保护学会会刊,2002,44:279~302.
- 7 商鸿生主编.植物检疫学.北京:中国农业出版社,1997.
- 8 邓志声.热带作物学报,2001,22(4):91~95.
- 9 赵菊鹏,田世尧,曾杨,潘建平,林志雄等.植物检疫,2001,15(6):342~343.
- 10 梁广勤,梁帆,吴佳教,邓佩琼,何淑琼等.广东农业科学,2002,(2):37~40.
- 11 梁光红,陈家骅,杨建全,黄居昌,季清娥.华东昆虫学报,2003,12(2):90~98.

- 12 Drew R. A. I., Hancock D. L. Bull. Entomol. Res., 1994, 84 (suppl.) (2): 1~68.
- 13 He M., Haymer D. S., He M. Ann. Ent. Soc. Am., 1997, 96 (6): 825~831.
- 14 周又生,沈发荣,赵焕萍.西南农业大学学报,1996,18(3): 210~213.
- 15 和万忠,孙兵召,李翠菊,龙忠保.昆虫知识,2002,39(1): 50~52.
- 16 袁盛勇,肖春,李正跃,朱家颖.江西农业大学学报,2003, 25(4):577~580.
- 17 Mary F., Purcell, John D. J. Econ. Entomol., 1994, 87(6): 1455~1462.
- 18 Pingjun Y., James R., Carey N. Environ. Ent., 1994, 23(4): 971~974.
- 19 梁广勤,徐伟.植物检疫,1989,3(6):404~405.
- 20 张清源,林振基,刘金耀.华东昆虫学报,1998,7(2):65~68.
- 21 Kalia V., Srivastava M. L. Bull. Ent. New Delhi, 1992, 33(1): 88~93.
- 22 Kalia V., Bull. Ent. New Delhi, 1992, 33(1~2):79~87.
- 23 施伟,张智英,叶辉.云南大学学报,2003,25(1):77~80.
- 24 梅流柱,周昌清.植物检疫,1994,(1):10~13.
- 25 林进添,曾玲,陆飞跃,梁广文,许益鏖.仲恺农业技术学院学报,2004,17(1):60~67.
- 26 周昌清,陈海东,林佩卿.中山大学学报(自然科学版), 1995,34(1):68~75.
- 27 吴佳教,梁帆,梁广勤.植物检疫,2000,6:321~324.
- 28 蒋小龙.西南农业大学学报,2002,24(5):402~405,421.
- 29 范京安.植物检疫,1998,12(2):76~80.
- 30 孙国坤,陈加福,张清源,林振基.华东昆虫学报,2000,9 (1):116~119.
- 31 Yoshizawa O. 植物检疫,1999,13(3):55~59.
- 32 Shiga M. L. L. Jap. J. Trop. Agr., 1988, 32:1, 61~65, 73.
- 33 Su T. H. FTTC SsPAC Book Series Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region Taiwan, 1988, 37, 123~125.
- 34 刘玉章,陈文华.植物保护学会会刊,1992,34:316~325.
- 35 刘玉章,黄任豪.植物保护学会会刊,2000,42:223~233.
- 36 吴华,黄鸿,欧剑锋,唐飞燕,韩诗畴等.农药,2004,43(5): 224~225.
- 37 陈景辉,黄茂进,林岳生,方份,林文才.华东昆虫学报, 2003,12(2):104~106.
- 38 邱友德,韦成礼,王一明,黄绍岗,韦必尚等.广西植保, 1989,1:38~39.
- 39 沈发荣,周又生,赵焕萍,施琼,李德龙.西北林学院学报, 1997,12(1):85~89.
- 40 赵菊鹏,田世尧,梁广勤,梁帆,吴佳教.江西农业大学学 报,2004,26(2):286~288.
- 41 曾杨,赵菊鹏,林志雄,潘建平,陈雪生等.植物检疫,2002, 16(3):148~149.
- 42 Wang. T. T. Y. Environ. Ent., 1984,13(1):140~145.
- 43 Vijaysegarar s. J. Plant Prot. Troph, 1984,1:2, 93~98.
- 44 Khan M. A. T. Proc. Entomol. Soc. Karachi, 1984~1985:14 ~15, 113~118.
- 45 Liquido N. Environ. Ent., 1991, 20(6):1732~1736.
- 46 Lindgren T. E. Environ. Ent., 1986, 15(3):465~468.
- 47 郑耘. [http://www.szcj.gov.cn/dongzhi/3news/indexpop.asp? newsID=18](http://www.szcj.gov.cn/dongzhi/3news/indexpop.asp?newsID=18).
- 48 White I. M., Elson-Harris M. M. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CAB International, Wallingford, 1992. 583.
- 49 David S. H. The ESA 2001 Annual Meeting. An Entomological Odyssey of ESA San Diego, CA, 2001.
- 50 Muraji M., Nakahara S. Insect Mbl. Biol., 2001, 10:549~559.
- 51 Hoeben P., Daniel L. J., Jing M. A., Drew R. A. I. J. Austr. Entomol. Soc., 1996, 35:61~64.
- 52 Han H. Y., McPherson G. A. Mbl. Phylogen. Evol., 1997, 7 (1):17~32.
- 53 Armstrong K. F., Smith P. T., Kambhampati S. 75th Kansas Entomological Society(KES) meetings, Manhattan, KS, 1999.