

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2012.02.014

柑橘大实蝇羽化出土及橘园成虫诱集动态研究

宫庆涛, 武可明, 唐 松, 何 林, 赵志模*
西南大学植物保护学院, 重庆 400716

摘要:【背景】柑橘大实蝇是柑橘类果树上的重要害虫。预测该虫的羽化出土进度、掌握成虫发生动态是指导橘园成虫期防治的重要依据。【方法】本研究通过在 25℃ 恒温、室内常温和室外网室 3 种条件下饲养柑橘大实蝇的蛹,以逐日观察成虫羽化出土数量;在重庆武隆、四川江油等 5 个地区共设置 240 个麦克菲尔 (McPhail) 诱集器,以糖酒醋液和水解蛋白为诱饵诱集成虫,得到柑橘大实蝇成虫羽化出土的逐日数量和橘园成虫诱集的逐期数量。【结果】用逻辑斯蒂模型拟合成虫羽化出土和橘园成虫诱集动态,结果表明,成虫的始盛期、高峰期和盛末期在 25℃ 恒温条件下分别为 4 月 25 日、28 日和 30 日,盛期的持续时间为 6 d;在室内常温条件下分别为 5 月 3 日、7 日和 10 日,盛期的持续时间为 8 d;在室外网室条件下分别为 5 月 8 日、14 日和 18 日,盛期的持续时间为 11 d;橘园诱集成虫分别为 6 月 2 日、14 日和 26 日,盛期的持续时间为 25 d。【结论与意义】随着羽化期温度的提高,柑橘大实蝇羽化出土期提前,历期缩短,羽化整齐。虽然网室成虫羽化和橘园成虫诱集都处于室外条件,但后者的始盛期、盛期和盛末期比前者分别迟了 36、30 和 22 d。因此,建议采用室外网室饲养蛹的方法监测柑橘大实蝇成虫的发生期,若仅凭橘园诱集成虫的数据,因其滞后性十分明显,对指导柑橘大实蝇成虫防治的意义不大。

关键词: 柑橘大实蝇; 羽化出土动态; 橘园成虫诱集动态

Emergence dynamics of adults of the Chinese citrus fly *Bactrocera minax*

Qing-tao GONG, Ke-ming WU, Song TANG, Lin HE, Zhi-mo ZHAO*
College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: 【Background】The Chinese citrus fly [*Bactrocera minax* (Enderlein)] is one of major citrus pests in China. The forecast and understanding of emergence progress and seasonal dynamics of adult flies is the important guidance for controlling of this insect pest. 【Method】The emergence of the adults was observed at the constant temperature 25℃, indoor room temperature, and an outdoor screening house, using the fly pupal rearing method. The dynamics of adults in nature was followed in the citrus orchards by setting up 240 McPhail traps with sugar-alcohol-vinegar solution and proteinaceous lures at five locations of Chongqing and Sichuan. 【Result】At the constant temperature 25℃, adults started to emerge on 25 April, and peaked on 28 April. The last adult emerged on 30 April, and successive time of the peak period was 6 days; at the condition of indoor room temperature, they were 3th, 7th and 10th of May, respectively, and the successive time was 8 days; in the outdoor screening house, adults started to emerge on 8 May, peaked on 13 May and ended on 18 May, and successive time was 11days; trapping in citrus orchards yielded hte first adults on 2 June, with a peak of 13, and end of 26 June, and the successive time was 25 days. 【Conclusion and signification】The peak period of the adult eclosion unearthed was shifted to an earlier date, and the successive time was decreased under increased temperatures. Although pupae rearing in the screening house and adult trapping all were under natrural, outdoor conditions, the beginning, peak, and end dates for trapped adults were later than in the screening house by 36 days, 30 days and 22 days, respectively. Therefore, guidance on the control for adult fly should not solely be based on citrus orchard trapping data due to its obvious time-lag. Pupal rearing in screening houses could better forecast the emergence of adult Chinese citrus fly.

Key words: Chinese citrus fly; dynamics of adult emergence; dynamics of adult trapping in the citrus orchard

收稿日期 (Received): 2011-12-21 接受日期 (Accapted): 2012-03-07
基金项目: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (200903047-4)
作者简介: 宫庆涛, 男, 硕士研究生。研究方向: 农药剂型加工与应用技术。E-mail: gongzheng.1984@163.com
* 通讯作者 (Author for correspondence): E-mail: zhaozm@swu.edu.cn

柑橘大实蝇 *Bactrocera minax* (Enderlein) 属双翅目实蝇科寡鬃实蝇亚科(陈世骧和谢蕴贞, 1955), 国内主要分布于贵州、四川、重庆、云南、湖南、湖北、河南、广西和陕西等省, 为害甜橙、酸橙、柚子、温州蜜橘、红橘、京橘、葡萄柚和佛手等柑橘类植物的果实(张小亚, 2007), 为害历史已有百余年之久(胡益培, 1986)。柑橘大实蝇每年发生 1 代, 成虫产卵于果实表皮层中, 幼虫潜居果内为害, 老熟幼虫脱果入土化蛹、越冬(张小亚等, 2007)。柑橘大实蝇是柑橘类果树的主要害虫, 造成的损失一般在 10% ~ 20%, 严重时达 60% ~ 90%(方正茂, 2009a; 鲁红学等, 1997)。以往, 各地区多采用果园成虫诱集预测柑橘大实蝇成虫的发生期, 并以此作为指导田间药剂防治的依据, 但这种方法预测的发生期明显滞后。本研究在 25 °C 恒温、室内常温和室外网室 3 种条件下, 观察了柑橘大实蝇羽化出土动态, 并与果园成虫诱集动态进行比较, 这对于确切掌握柑橘大实蝇成虫发生期和指导田间药剂防治具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2010 年 10 月, 在四川省江油市果园捡拾大量蛆果备用。

1.2 试验方法

(1) 2010 年 10 月, 将采集到的蛆果置于 25 个分别盛有 5 cm 厚沙土的塑料盆(25 cm × 40 cm) 中, 每盆均匀搁置蛆果约 20 个, 待其化蛹后, 于 2011 年 3 月 19 日将其中 4 盆放入(25 ± 0.5) °C 恒温下, 其余 20 盆继续放在室内常温下, 逐日观察羽化出土的雌、雄成虫数。

(2) 2010 年 10 月, 将约 800 个蛆果均匀置于室外网室内装有砂壤土的水泥槽(120 cm × 300 cm) 中, 逐日观察羽化出土的雌、雄成虫数。

(3) 2011 年 4 月中旬至 9 月上旬, 在四川省江油市, 重庆市万州区、武隆县、云阳县、巫山县 5 个地区, 各选择 1 个往年柑橘大实蝇发生较重的果园, 在约 1300 m² 的果园中, 各挂置 48 个麦克菲尔(McPhail) 诱集罐(每间隔 1 株树挂 1 个罐), 利用

5% 糖醋酒液和水解蛋白液等进行诱集, 每 7 d 观察 1 次, 记录诱集到的雌、雄成虫数。

1.3 数据处理与分析

将各处理的成虫数和橘园诱集数进行逐日或逐期累加, 以各日或各期累计数占总数的百分比作为成虫羽化出土进度或成虫诱集进度, 并分别拟合逻辑斯蒂方程。方程拟合、做曲线图、方差分析和性比的 t 测验均利用 Excel 软件完成。

2 结果与分析

2.1 柑橘大实蝇成虫羽化出土动态

图 1 给出了 25 °C 恒温、室内常温和室外网室条件下柑橘大实蝇逐日羽化出土动态, 表 1 给出了上述 3 种条件下柑橘大实蝇出土成虫总数、雌性比、成虫始见日、终见日和总历期。

从图 1 和表 1 可以看出, 25 °C 恒温、室内常温和室外网室 3 个处理的出土成虫数分别为 115、594 和 710 头(成虫羽化出土的数量主要受各处理供试虫量的影响, 本研究未统计幼虫的化蛹率和蛹的羽化出土率)。雌性比分别为 53.91%、55.72% 和 50.70%; t 测验表明, 除室内常温下出土成虫的雌性比较高, 不符合大多数生物 1:1 的规律外($t = 2.8085 > t_{0.05, 593} = 1.9640$), 其余 2 个处理的性比均接近 1:1 (25 °C 下: $t = 0.7483 < t_{0.05, 114} = 1.9801$; 室外网室: $t = 0.3378 < t_{0.05, 709} = 1.9633$)。从成虫出土的初见日、高峰日和终见日来看, 25 °C 恒温下最早, 室外网室最晚, 室内常温下居两者之间。但 3 种处理的初见日、高峰日和终见日提前或延迟的时间并不相等。例如, 室外网室的初见日较室内常温下延迟了 13 d, 而高峰日和终见日仅分别延迟 4 和 10 d; 室内常温的初见日较 25 °C 恒温下延迟 6 d, 而高峰日和终见日分别延迟 5 和 14 d。这种差异主要是由于 3 种处理出土成虫的逐日分布和羽化总历期不同造成。在 25 °C 恒温条件下, 出土成虫的逐日数量分布大体上呈右偏态分布, 羽化总历期最短, 仅为 13 d; 室内常温下的逐日数量分布基本上呈正态分布, 羽化总历期最长, 为 21 d; 而室外网室条件下的逐日数量分布呈明显的左偏态分布, 羽化总历期为 18 d。

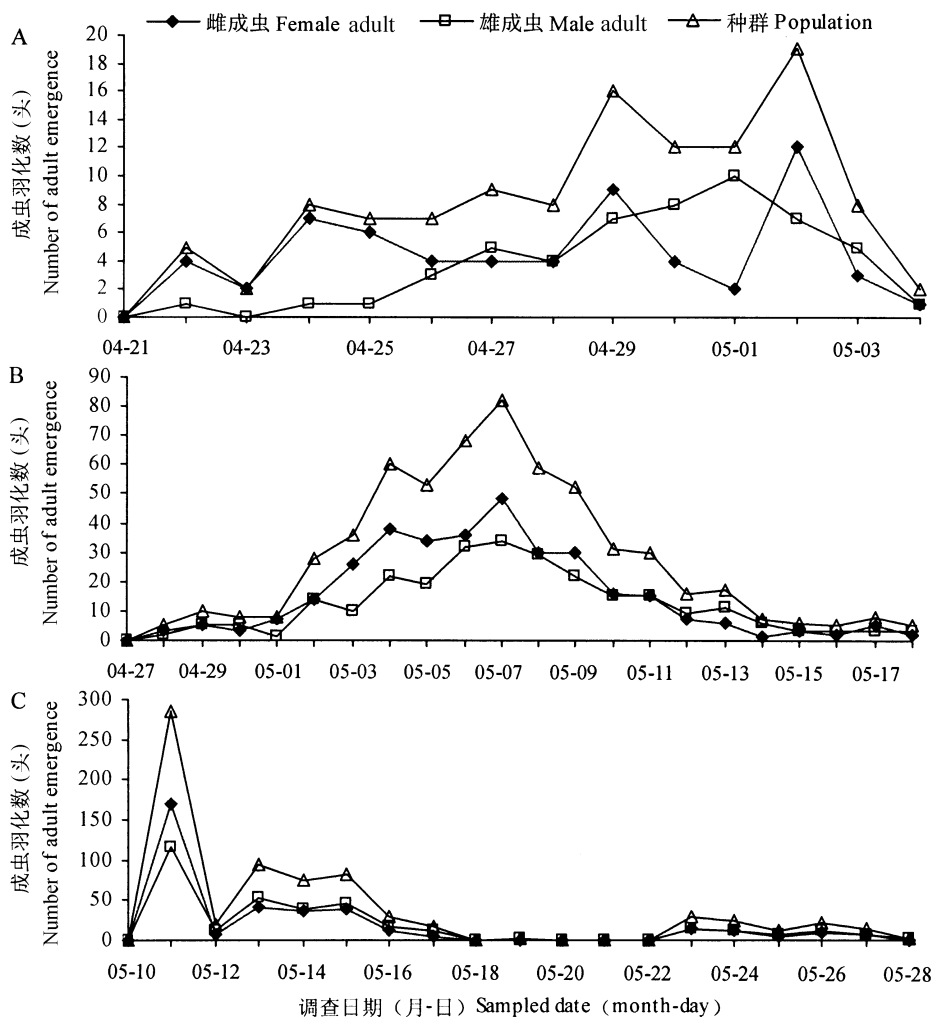


图 1 柑橘大实蝇成虫羽化出土动态

Fig. 1 The dynamics of the Chinese citrus fly emergence unearthed

A: 25 °C 恒温; B: 室内常温; C: 室外网室。

A: Constant temperature (25 °C); B: Indoor temperature; C: Outdoor screenhouse conditions.

表 1 柑橘大实蝇成虫羽化出土的生物学参数

Table 1 The biological parameters of emergence unearthed for the Chinese citrus fly

处理条件 Rearing condition	成虫总数 (头) Number of adults emerging	雌性比 Female ratio (%)	初见日 Emergence start (m-d)	高峰日 Emergence peak (m-d)	终见日 Emergence end (m-d)	出土历期 Length of emergence period (d)
25 °C 恒温 Constant temperature (25 °C)	115	53.91	04 - 22	05 - 02	05 - 04	13
室内常温 Indoor temperature	594	55.72	04 - 28	05 - 07	05 - 18	21
室外网室 Outdoor temperature	710	50.70	05 - 11	05 - 11	05 - 28	18

2.2 柑橘大实蝇成虫橘园诱集动态

2011 年在江油、武隆等 5 个地区的柑橘园共诱集柑橘大实蝇成虫 628 头。其中,雌虫 361 头,雄虫 267 头,雌性占 57.50%。在柑橘园诱集到成虫的初见日为 5 月 4 日,终见日为 8 月 6 日,诱集到成虫的

时间长达 94 d。但 5 月 18 日之前,仅诱集到 2 头雄虫,从 5 月 18 日开始诱集量急剧增多,高峰日出现在 6 月 1 日,当日诱集量占总诱集量的 37.30% (图 2)。橘园成虫诱集动态与室外网室的大体一致,均呈左偏态分布。

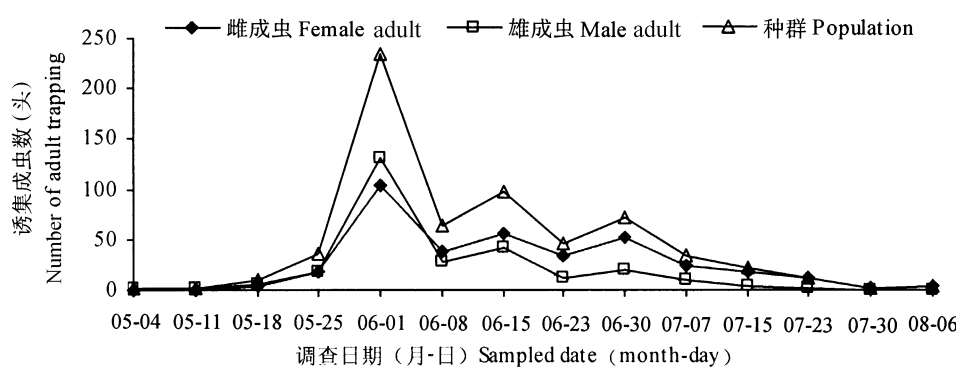


图 2 柑橘大实蝇成虫橘园诱集动态

Fig.2 The seasonal dynamics of the emergence of adult Chinese citrus flies, monitored by trapping in citrus orchards in Chongqing and Sichuan Provinces, China

2.3 柑橘大实蝇成虫羽化出土与橘园成虫诱集的动态模型

为了得到柑橘大实蝇成虫羽化和果园成虫诱集进度为 16%、50% 和 84% 的始盛期、高峰期和盛末期,将各日或各期累计数换算为羽化进度或诱集

进度 (Y), 并与羽化出土时间或诱集时间 (X) 拟合为逻辑斯蒂模型。在方程拟合时,均令其成虫初见日 = 1。各处理羽化出土或诱集进度的实际值和相应模型的拟合值曲线见图 3。

25 ℃ 恒温: $Y_1 = \frac{100}{1 + e^{4.5535 - 0.7005X}}$ ($R^2 = 0.8424$, $F = 58.807$, $P = 9.74E - 06$)

室内常温: $Y_2 = \frac{100}{1 + e^{4.7116 - 0.4870X}}$ ($R^2 = 0.9763$, $F = 781.730$, $P = 6.71E - 17$)

室外网室: $Y_3 = \frac{100}{1 + e^{0.8339 - 0.3066X}}$ ($R^2 = 0.7731$, $F = 54.522$, $P = 1.54E - 06$)

果园诱集: $Y_4 = \frac{100}{1 + e^{5.8009 - 0.1386X}}$ ($R^2 = 0.9694$, $F = 380.414$, $P = 1.87E - 10$)

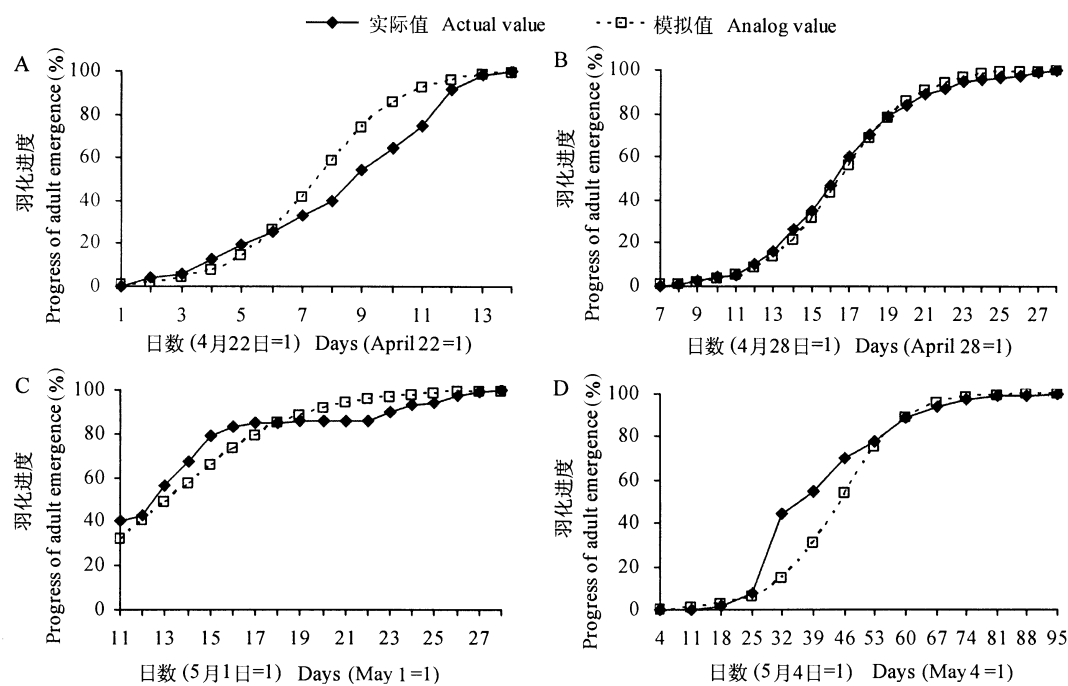


图 3 柑橘大实蝇成虫羽化和橘园诱集动态模型

Fig.3 Models of dynamics for Chinese citrus fly adult emerged from soil and captured by traps

A: 25 ℃ 恒温; B: 室内常温; C: 室外网室; D: 果园诱集。

A: Constant temperature (25 ℃); B: Indoor temperature; C: Outdoor temperature; D: Orchard trapping.

根据动态模型计算,得到4种处理下成虫羽化或诱集的始盛期、高峰期和盛末期(见表2)。25℃恒温条件下,柑橘大实蝇成虫羽化出土的始盛期在4月25日,较室内常温、室外网室和果园诱集分别早8、13和38d;25℃恒温下的高峰期在4月28日,较室内常温、室外网室和果园诱集分别早9、16

和47d;25℃恒温的盛末期在4月30日,较室内常温、室外网室和果园诱集的分别早10、18和57d。从表2还可看出,25℃恒温、室内常温和室外网室成虫羽化出土盛期(羽化16%~84%)的时间较短,仅为6~11d;而橘园成虫诱集盛期的时间较长,为24d。

表2 柑橘大实蝇羽化出土和果园诱集的始盛期、盛期和盛末期
Table 2 Date of the beginning, apex and ending of the adult peak period for the Chinese citrus fly emergence unearthed and trapping in the orchard

处理条件 Rearing condition	始盛期 Emergence start (m-d)	高峰期 Emergence peak (m-d)	盛末期 Emergence end (m-d)	盛期历期 Length of emergence period (d)
25℃恒温 Constant temperature (25℃)	04-25	04-28	04-30	6
室内常温 Indoor temperature	05-03	05-07	05-10	8
室外网室 Outdoor temperature	05-08	05-14	05-18	11
果园诱集 Orchard trapping	06-02	06-14	06-26	24

3 结论与讨论

在25℃恒温、室内常温和室外网室3种条件下,对柑橘大实蝇羽化出土数量的逐日观察表明,温度是影响其羽化出土进度的主要因素。这一结论与罗禄怡和陈长风(1987)、王小蕾和张润杰(2009)、方正茂(2009b)的报道相同。本研究于2011年3月19日至5月28日进行,试验期间的室外平均温度为18.9℃,试验地区春季室内温度一般高于室外3~4℃,则室内均温在22~23℃,低于25℃的恒温处理。从表1、2可知,25℃恒温条件下,柑橘大实蝇羽化出土初见日、高峰日和终见日以及出土盛期均早于室内常温和室外网室,而室内常温又早于室外网室。3种条件下柑橘大实蝇成虫羽化出土的总历期和盛期以25℃恒温最短,分别为13和6d;室内常温次之,分别为21和8d;室外网室最长,分别为18和11d。由此可见,随着温度的升高,柑橘大实蝇的羽化出土期提前,历期缩短,羽化整齐;而随温度的降低,羽化出土期推迟,历期延长,羽化趋向于分散。此外,羽化期的早迟还与温差大小有关。据刘治才等(2010)报道,平坝地区温差小,柑橘大实蝇羽化出土要比温差大的山区早。这也可能是25℃恒温下,柑橘大实蝇羽化出土早于室内常温,更早于温差变化较大的室外网室的原因之一。

通过对室外网室柑橘大实蝇逐日羽化出土数量的观察发现,除温度因素外,土壤湿度(降雨量)也是影响柑橘大实蝇羽化的一个重要因素。在本研究期间,当年春旱严重,从5月3日至9日,降雨量累计仅0.2mm,羽化量为0头;5月10日降雨量达19.2mm,导致5月11日柑橘大实蝇单日羽化出土量达285头,占成虫总出土量的40.10%。王小蕾和张润杰(2009)、张佳峰(2008)、吕志藻和赵逸潮(2007)认为,冬季雨量适中,土壤含水量在10%~15%,有利于蛹的越冬和羽化,过干或过湿都会影响柑橘大实蝇的羽化率及羽化时期;王志静等(2010)通过在湖北荆门连续7年的观察发现,气温低,降雨少,越冬蛹羽化期推迟;而气温较高,降雨适量,则羽化期提前。罗兴中等(2008)在湖北丹江口地区发现,3~4月阴雨连绵,土壤湿度大,有利于成虫羽化。鲁红学等(1997)也认为,当年4、5月份降雨时间和雨量直接关系到越冬蛹的羽化初见日、羽化持续时间和羽化存活率。本研究观察的结果与这些报道一致。

本研究通过比较大田成虫诱集与室外网室羽化动态发现,虽然两者都处于室外条件,但前者的始盛期、高峰期、盛末期比后者分别晚了36、30和22d。其原因除了诱集成虫的柑橘园多在丘陵坡地,温度和土壤湿度较室外网室低,土质也较黏重外,还可能与诱集剂(食物诱饵)的诱集能力有关

(Dorji *et al.*, 2006)。本试验用 5% 的糖酒醋液和水解蛋白作为诱饵, 240 个诱集罐共诱到柑橘大实蝇成虫 628 头, 平均每罐仅 2.62 头, 绝大多数诱集到的成虫是在蛹羽化盛期之后。另外, 成虫出土后具有迁入果园附近的杂木林中取食补充营养, 待性成熟后才大量迁回柑橘园产卵的习性(王小蕾和张润杰, 2009; 张小亚, 2007), 这可能是大田成虫诱集进度比室外网室成虫羽化出土较晚的重要原因。因此, 笔者认为, 仅以柑橘园诱集成虫的数据预测柑橘大实蝇成虫的发生期, 其滞后性十分明显, 对指导柑橘大实蝇成虫药剂防治的意义不大, 建议采用室内、室外饲养蛹的方法, 观察柑橘大实蝇成虫的羽化出土进度, 并综合考虑温度、雨量等因素预测当年成虫发生期, 用以指导成虫药剂防治。

参考文献

- 陈世骧, 谢蕴贞. 1955. 关于柑橘大实蝇的学名及其种征. 昆虫学报, (1): 123–126.
- 方正茂. 2009a. 柑橘大实蝇的危害及防除. 果农之友, (3): 33–34.
- 方正茂. 2009b. 柑橘大实蝇的发生规律及防治技术. 浙江柑橘, 26(2): 31–35.
- 胡益培. 1986. 桔大实蝇及其防治. 河南农业科学, (3): 22–23.
- 刘治才, 敖义俊, 丁德宽. 2010. 柑橘大实蝇生活史的调查及防控措施. 果农之友, (9): 36.
- 鲁红学, 何开平, 阮华芳, 牟本忠. 1997. 柑桔大实蝇生物学特性的研究. 湖北农学院学报, 17(3): 169–173.
- 罗禄怡, 陈长风. 1987. 柑桔大实蝇蛹的生物学特性. 中国柑桔, (4): 9–10.
- 罗兴中, 张凡, 王东岐, 李世华, 秦光明, 徐星华, 周军. 2008. 2003 年柑桔大实蝇大发生的成因浅析及防治对策. 中国农村小康科技, (6): 53–55.
- 吕志藻, 赵逸潮. 2007. 三峡河谷地区柑橘大实蝇羽化、交配及产卵习性. 昆虫知识, 44(2): 277–279.
- 王小蕾, 张润杰. 2009. 桔大实蝇生物学、生态学及其防治研究概述. 环境昆虫学报, 31(1): 73–79.
- 王志静, 蒋迎春, 吴黎明, 全铸, 许森, 陈建军. 2010. 柑橘大实蝇越冬蛹羽化初期观察及诱杀防治的实验. 湖北植保, 122(6): 12.
- 张佳峰. 2008. 柑橘大实蝇生物学特性及防治技术研究. 长沙: 湖南农业大学.
- 张小亚. 2007. 柑橘大实蝇(*Bactrocera minax*)生物学、行为学及防治研究. 武汉: 华中农业大学.
- 张小亚, 张长禹, 韩庆海, 雷朝亮. 2007. 柑橘大实蝇诱杀方法研究及防治效果初步评估. 中国植保导刊, 27(1): 5–8.
- Dorji C, Clark A R, Drew R A I, Fletcher B S, Loday P, Mahat K, Raghu S and Roming M C. 2006. Seasonal phenology of *Bactrocera minax* (Diptera: Tephritidae) in western Bhutan. *Bulletin of Entomological Research*, 96: 531–538.

(责任编辑: 彭露)