宽带果实蝇繁殖生物学研究*

晋 燕[1, 2**] 刘晓飞[1**] 何兴财[3] 叶 辉[1***]

（1. 云南大学生物入侵与跨境生态安全重点实验室，昆明 650091；2.云南农业大学经济管理学院，昆明 650201；
3. 江西省兴国县植保站，兴国 342400）

摘 要 **【目的】** 明确宽带果实蝇 *Bactrocera*（*Zeugodacus*）*scutellata*（Hendel）寄主种类、繁殖特征、生殖潜力等生物特性。**【方法】** 本文采用野外观察与室内实验方法，对宽带果实蝇繁殖生物学进行了研究。**【结果】** 研究表明，南瓜花是宽带果实蝇的寄主，雌虫产卵于南瓜花蕾顶端，幼虫在花蕾中自上而下取食，成熟后入土化蛹。该雌成虫成熟卵巢卵粒数量少。**【结论】** 研究发现，宽带果实蝇寄主范围较窄，产卵量较低，危害较为隐蔽。南瓜雄花可以作为监测和预报宽带果实蝇种群变动的关键指示物，为开展宽带果实蝇科学防控提供了不可或缺的基础信息。

关键词 宽带果实蝇，寄主，幼虫，繁殖行为，卵巢形态

Reproductive biology of *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *scutellata* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

JIN Yan[1, 2**] LIU Xiao-Fei[1**] HE Xing-Cai[3] YE Hui[1***]

(1. Laboratory of Biological Invasion and Transboundary Eco-security, Yunnan University, Kunming 650091, China;
2. School of Economics and Management, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
3. Xingguo Plant Protection Burea, Jiangxi Province, Xinigguo 342400, China)

Abstract **[Objectives]** To confirm the biological characteristics of *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *scutellata* (Hendel), including its effects on host plants, reproductive features and potential to cause significant economic damage. [**Methods**] Field surveys and laboratory experiments. [**Results**] Pumpkins are important host plants of *B. scutellata*; females laid eggs on the top of pumpkin flower buds and the larvae ate the flower stamens from top to bottom before dropping to the ground. The mature ovaries of female adults contained a low number of eggs. [**Conclusion**] *B. scutellata* has a narrow range of host plants, low reproductive capacity and causes inconspicuous damage to plant crops. Male pumpkin flowers could be important indicators for monitoring this pest's population dynamics and the resultant information could provide a scientific basis for the effective control of *B. scutellata.*

Key words *Bactrocera scutellata*, host plant, larva, reproductive behavior, ovarian morphology

宽带果实蝇 *Bactrocera*（*Zeugodacus*）*scutellata*（Hendel）（又称具条实蝇）隶属双翅目（Diptera）实蝇科（Tephritidae）果实蝇属（*Bactrocera*），主要分布于东亚及东南亚地区，危害茄科（Solanaceae）及南瓜 *Cucurbita moschata*、芒果 *Mangifera indica* 等具有经济价值的果蔬为主，是国际上主要检疫性害虫（周立新等，1991，1992；吴少英等，2009）。

近年来，随全球气候变暖及国内果蔬大范围交互调运，宽带果实蝇在我国发生面积逐渐扩大，危害程度呈上升趋势，在河南、陕西和安徽等省区，宽带果实蝇已上升为当地主要果蔬实蝇

* 资助项目 Supported projects：农业部公益性行业（农业）科研专项经费项目（200903047）；国家自然科学基金项目（41401065）；云南省应用基础研究计划项目（2011FB005）

**第一作者 First author，E-mail：jinyan_yn@163.com; xiaofei.liui@gmail.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：yehui@ynu.edu.cn

收稿日期 Received：2014-07-03，接受日期 Accepted：2014-10-30

类害虫之一（范京安，1993；林华峰，2007；李惠萍等，2008；吴少英等，2009；张小亚等，2011）。长期以来，人们重点关注桔小实蝇 *Bactrocera* (*Bactrocera*) *dorsalis* (Hendel) 和南亚果实蝇 *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *tau* (Walker) 等高危害性果蔬实蝇，对宽带果实蝇的研究较少，至今缺乏有关宽带果实蝇寄主种类、繁殖习性和危害特征等方面的全面认识（Miyoshi *et al.*，1978；Nakagawa *et al.*，1983；Ohno *et al.*，2006）。宽带果实蝇繁殖生物学是认识该虫害种群发生发展的生物学基础，也是开展宽带果实蝇危害风险评估的重要依据。

本文结合野外调查与室内研究，探寻宽带果实蝇寄主种类、繁殖习性及危害特征，为全面认识宽带果实蝇发生发展规律，也为开展宽带果实蝇科学防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试实蝇

本研究野外实验在江西省兴国县田间观察完成，室内研究在云南大学生物入侵与生态安全实验室进行，实验所用宽带果实蝇均采自兴国县，经室内人工饲养繁殖，以第一代实验种群为供试虫源。

1.2 野外调查

野外调查地点设置在江西省兴国县潋江镇、长冈乡和高兴镇。潋江镇研究点位于叶类蔬菜与瓜类蔬菜、果蔬混栽地，主要种植有黄瓜、苦瓜、丝瓜、南瓜、冬瓜、葫芦、辣椒、茄子、玉米、韭菜、枣树、枇杷等。长冈乡的研究点选址在叶类蔬菜与瓜类蔬菜地，主要种植有南瓜、黄瓜、丝瓜和白菜。高兴镇的研究点设置在瓜类蔬菜地，主要种植有冬瓜、丝瓜和苦瓜。

根据文献记载，果蔬花朵可能是宽带果实蝇危害对象之一，为此我们在研究地选择了黄瓜、丝瓜、南瓜、苦瓜、冬瓜和葫芦 6 种作物的花作为研究对象。跟踪观察记载上述花在各生长期内花萼、花苞和花蕾的受害情况，同期剖析一定数量的受害花，特别是对于花萼呈黑斑、花苞顶端和底部已经腐烂、花瓣萎靡、雄蕊花粉呈褐色且松散的雄花加以重点检查。摘取受害花朵，剥查花朵内的宽带果实蝇卵和幼虫，记录其在花朵内的着生位置及数量。

同期采集苦瓜、黄瓜、冬瓜、葫芦等受害瓜果，带回室内置养虫箱内，待其成虫羽化后，进行形态学鉴定，确定害虫种类。

1.3 室内研究

宽带果实蝇幼虫分为 3 龄（Jeon *et al.*，2011），幼虫置于养虫笼（30 cm×20 cm×20 cm），室内实验种群生长环境温度为 26℃，湿度保持在 60%，光周期 12 L∶12 D，饲养方法参照 Liu 和 Ye（2009）的方案并有所改进。

从雌性成虫羽化之日起，隔 5 d 取 1 头宽带果实蝇雌成虫进行卵巢解剖，观察卵巢形态特征及发育进度。卵巢解剖在体视显微镜（PXS-2040）下进行。先在洁净载玻片凹处滴一滴 Ringer's 生理盐水，用解剖剪取下宽带果实蝇腹部置载玻片凹处，用解剖针去除背板和腹板，用镊子取出卵巢，剔除卵巢周围的脂肪等附属物，再用 Ringer's 生理盐水重复清洗卵巢 1 ~ 2 次。最后利用 AUTO-MO1VFAGE 景深共聚焦重构分析系统（上海衡浩仪器有限公司）拍获卵巢形态特征照片，并以体视显微镜刻度记录卵巢长宽、卵巢小管长宽和数量、卵粒长宽和数目等相关参数。

2 结果与分析

2.1 寄主种类

从前述 3 个乡镇共调查了黄瓜花 23 朵、丝瓜花 37 朵、苦瓜花 83 朵、南瓜花 64 朵、葫芦花 16 朵及冬瓜花 8 朵，共计 6 种果蔬 231 朵花。在这 6 种果蔬雄花中，仅在南瓜雄花中发现有实蝇幼虫，其他 5 种果蔬花均无实蝇为害。在 64 朵南瓜花中，有 31 朵雄花记录到实蝇幼虫，受害率为 48%。从 31 朵南瓜雄花中饲养得到 25 个蛹，其羽化后经对成虫形态学鉴定，确认为南亚果实蝇和宽带果实蝇。其中，宽带果实蝇 12 头，雌雄性比为 1∶1，危害率为 48%。上述表

明，南亚果实蝇和宽带果实蝇均可以危害南瓜雄花，但没有危害黄瓜、丝瓜、冬瓜、苦瓜和葫芦等的雄花。

在对黄瓜（2 个）、苦瓜（5 个）、葫芦（2 个）和冬瓜（1 个）4 种果蔬共 10 个受害瓜的室内培养中，共计获得 337 头实蝇蛹，羽化后获得 289 头实蝇成虫。经成虫形态学鉴定，确认所获实蝇均为南亚果实蝇，未发现宽带果实蝇。由此确认，宽带果实蝇不在黄瓜、苦瓜、葫芦和冬瓜等的果实内产卵。

2.2　产卵部位

对受害南瓜雄花解剖观察发现，宽带果实蝇卵粒通常位于雄花中靠近花苞顶端内，卵粒方向与花苞垂直方向呈一定倾斜角，受害花苞外部在初期无异常现象（图 1）。通常 1 个花苞内只有 1 枚卵，少数花苞中有 2 枚卵。对卵粒着生位置观察及初孵幼虫活动痕迹辨识认为，宽带果实蝇主要在花苞顶端产卵。

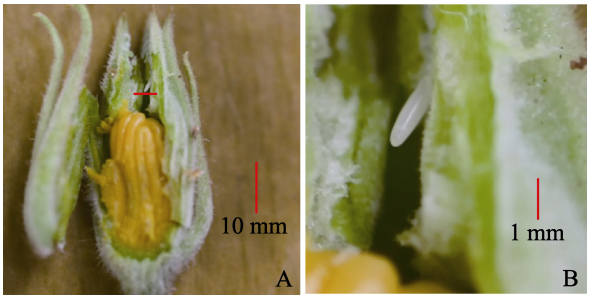

图 1　宽带果实蝇产卵位置及方式示意图

Fig. 1　Oviposition site and pattern of *Bactrocera scutellata*

A. 产卵位置；B. 产卵方式。

A. Ovipostion site; B. Oviposition pattern.

2.3　幼虫取食

1 龄幼虫个体小，乳白色；2 龄幼虫体长 5~6 mm，蛆形，乳白至淡黄色；3 龄幼虫呈圆锥形，黄白色，体长 8~12 mm，体躯 11 节，腹部末端宽约 1.5 mm。

初孵幼虫先在花蕾端部取食，然后向花蕾中部取食移动，所经之处留下一由细渐粗的取食坑道。2 龄幼虫取食坑道长 20~30 mm。3 龄幼虫主要在花蕊中部取食，花蕊受害部位呈现不规则空腔，大小 20~30 mm。

在幼虫取食危害过程中，雄蕊外表先呈现黑色斑点，随后斑点面积逐步扩大，最终形成黑色腐烂状斑块。与此相应，雄蕊花粉明显松散并渐次脱落，颜色由金黄色变为褐色，花瓣也随之失去光泽，逐渐萎蔫。幼虫近成熟时，受害花朵因严重受害而腐烂脱落，老龄幼虫随之离开花蕊进入土中化蛹。

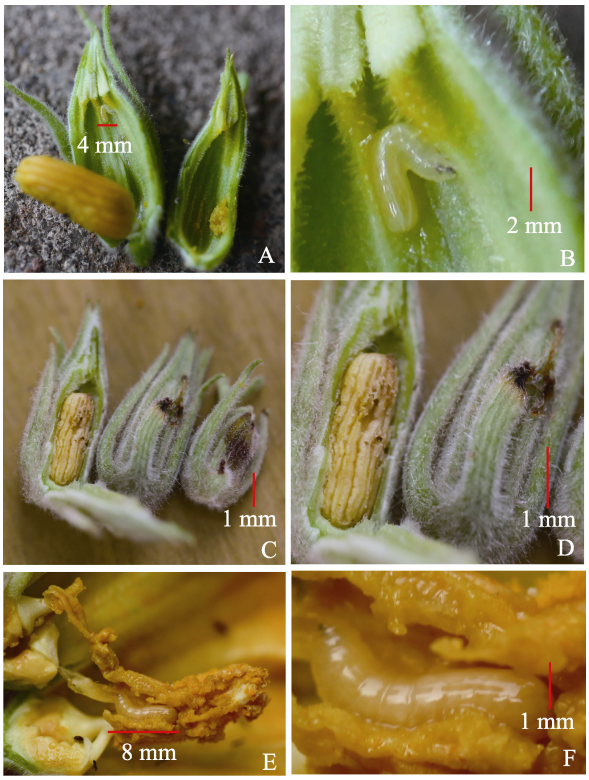

图 2　宽带果实蝇幼虫取食过程示意图

Fig. 2　The larva feeding process of *Bactrocera scutellata*

A. 低龄幼虫位置；B. 低龄幼虫；C. 低龄幼虫为害状；D. 低龄幼虫活动孔道；E. 老熟幼虫位置；F. 老熟幼虫。

A. Position of young larvae；B. Young larvae；C. Damage made by young larvae；D. Track of young larvae；E. Position of mature larvae；F. Mature larvae.

2.4　卵巢结构

宽带果实蝇的雌性内生殖器主要由卵巢、输卵管、附腺及受精囊组成（图 3）。卵巢分为两组，每组卵巢由透明的卵巢膜包裹。每组发育成

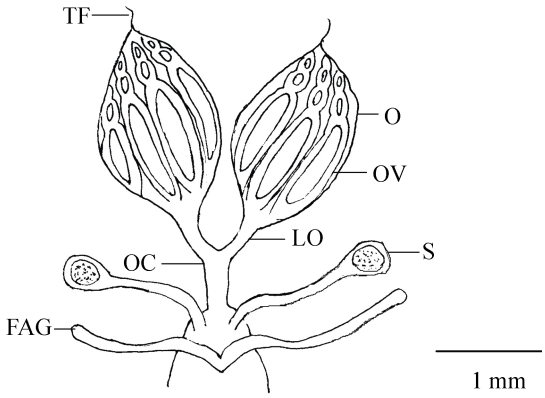

图 3 宽带果实蝇雌性生殖器官示意图

Fig. 3 The female reproductive organ of *Bactrocera scutellata*

TF：端丝；O：卵巢； OV：卵巢管；LO：侧输卵管；S：受精囊；FAG：雌性附腺；OC：中输卵管。

TF: Terminal filament; O: Ovaries; OV: Ovariole; LO: Lateral oviduct; S: Spermatheca; FAG: Female accessory glad; OC: Oviducts communis.

熟的卵巢由 3~4 根卵巢管组成。

未发育成熟的卵巢呈淡黄色，小圆球状，大小约为 0.5 mm×0.4 mm。内部似絮状物，卵巢管尚未成形，外部附有大量细长端丝。发育成熟的卵巢呈乳白色，细长椭圆形，大小约为 1.5 mm×0.8 mm，两侧输卵管长约 0.2 mm×0.4 mm，与中输卵管连接。受精囊呈球状，经受精囊管与中输卵管相连。附腺 1 对，为无色透明状。

每根卵巢管包含 1 枚成熟卵及 1~2 枚未成熟卵。在卵巢管中成熟卵的大小约为 1.4 mm×0.5 mm。解剖发现，成熟卵巢中常见 7 枚成熟卵及部分未成熟卵，未成熟卵最多看见 14 枚。

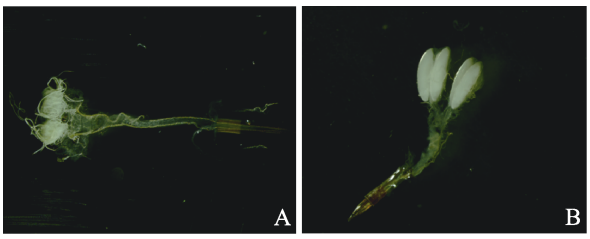

图 4 宽带果实蝇雌成虫卵巢示意图

Fig. 4 Ovaries of female *Bactrocera scutellata*

A. 未发育卵巢；B. 成熟卵巢。

A. Immaturate ovaries; B. Maturate ovaries.

3 讨论

寄主种类是科学评估宽带果实蝇经济危害重要性的主要依据。国内有关宽带果实蝇寄主范围的文献报道较少，且其中不少记述多为引用，缺少针对性研究（陈明忠和周立新，1991；吴少英等，2009）。此外，对于在寄生植物上的产卵部分也有不同报道（Wang, 1996；吴少英等，2009）。Ooshiro（1974）经饲养提出，宽带果实蝇产卵于南瓜雄花内，其幼虫以南瓜雄花为食。Miyoshi（1978）调查发现，宽带果实蝇偏向在葫芦科植物雄花上产卵。Sugimoto 等（1988）证实南瓜雄花是宽带果实蝇偏好的寄主，并发现宽带果实蝇也可以寄生在瓜藤。Ohno 等（2006）研究认为，宽带果实蝇幼虫可以取食葫芦科植物的雄花。本研究基于饲养研究确认，南瓜是宽带果实蝇的主要寄主，而南瓜雄花是宽带果实蝇具体寄主的基本器官，并确认宽带果实蝇不在黄瓜、苦瓜、葫芦和丝瓜等果实上产卵繁殖。考虑到宽带果实蝇寄生于花朵，危害隐蔽，在生产上，应主要针对寄主花朵开展相应的防治措施。

产卵量是决定种群增长的关键因素之一，而卵巢结构是确定产卵量的物质基础（周昌清，1995）。桔小实蝇繁殖能力强，产卵量大，每雌平均产卵 1 200~1 500 枚，最高可产 1 800 枚（Ye，2001；黄莉欣等，2003；谢琦和张润杰，2005）。桔小实蝇卵巢管有 56 根，可以一次产卵 56 枚以上（陈敏等，2014）。本研究发现，宽带果实蝇卵巢管仅有 7 根（图 4）。基于卵巢结构可以认为，宽带果实蝇繁殖潜力比桔小实蝇明显偏低。宽带果实蝇卵巢特征及产卵数量在过去的文献中尚未见报道，我们的研究揭示了宽带果实蝇繁殖潜力的依据，但其内在的调控机理及适应进化机制仍不清楚。

实蝇在寄主果蔬上的产卵部位将直接影响到该实蝇繁殖量及后代存活率（袁盛勇等，2005；李小珍等，2007；郑小萍等，2007；王平等，2009；安坤鹏等，2011）。桔小实蝇和番石榴实蝇 *Bactrocera*（*Bactrocera*）*correcta*（Bezzi）等选择产卵于瓜果内（张清源等，1998；刘晓飞等，2005），南亚果实蝇和瓜实蝇 *Bactrocera*（*Zeugodacus*）*cucuribitae*（Coquillett）既产卵于瓜果也可以产卵于花朵中，其幼虫在瓜果或花朵内均能正常发育

成熟（李小珍等，2007；王平等，2009）。本研究表明，宽带果实蝇仅产卵于南瓜雄花，未能产卵于黄瓜、冬瓜和苦瓜等果实及花朵中，说明南瓜雄花是宽带果实蝇产卵繁殖的主要基质。这一研究结果与 Kim 等（2010）的研究报道一致。不同产卵基质对实蝇种群大小有直接影响。在一朵南瓜花中仅饲养获得 1~2 头宽带果实蝇，但在南瓜中可以获得数十乃至上百头南瓜实蝇（安坤鹏等，2011）。这就说明，在花朵上产卵繁殖对宽带果实蝇种群增长具有很大的限制作用，这也部分解释了宽带果实蝇分布较少的地区种群数量总是偏低的原因。基于宽带果实蝇产卵于南瓜雄花的习性，研究认为，南瓜雄花可以作为监测和预报宽带果实蝇种群变动的关键指示物。

致谢：承原江西省兴国县植保植检站李清本高级农艺师提供大力帮助，谨此深表感谢！

参考文献 (References)

An KP, Wu BF, Shen K, Zhang RJ, 2011. Characteristic and research progress on control technology of pumpkin fruit fly *Bactrocera tau* (Walker) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Changjiang Vegetables*, 20: 7–13. [安坤鹏, 吴保锋, 申科, 张润杰, 2011. 南瓜实蝇特性及防治技术的研究进展. 长江蔬菜, 20: 7–13.]

Chen M, Chen P, Ye H, Ji QE, Li JP, 2014. Morphological structures and development characteristics of the ovaries of *Bactrocera dorsalis*. *Journal of Environmental Entomology* 36(1): 84–89. [陈敏, 陈鹏, 叶辉, 季清娥, 黎剑平, 2014. 桔小实蝇卵巢形态结构及发育特征研究. 环境昆虫学报, 36(1): 84–89.]

Chen MZ, Zhou LX, 1991. Trapped dacus was found in Shatoujiao area. *Plant Quarantine*, 5(6): 426. [陈明忠, 周立新, 1991. 沙头角诱捕到两种寡鬃实蝇. 植物检疫, 5(6): 426.]

Fang JA, 1993. Fruit fly survey on vegetables in Sichuang province. *Changjiang Vegetables*, (6): 15–23. [范京安, 1993. 四川蔬菜实蝇调查. 长江蔬菜, (6): 15–23.]

Huang LX, Lin MQ, Chen QN, 2003. Estimation of the damage rate of guava fruits by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) based on ovipositional punctures. *Formosan Entomol*., 23(1): 35–48. [黄莉欣, 林美雀, 陈秋男, 2003. 以果实蝇 (*Bactrocera dorsalis*) (双翅目：果实蝇科)产卵孔数估算番石榴果实受害率. 台湾昆虫, 23(1): 35–48.]

Jeon SW, Cho MR, Kim YP, 2011. Temperature-development development model of the striped fruit fly, *Bactrocera scutellata* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) . *Kor. J. Appl. Entomol.*, 50(4): 373–378.

Kim YP, Jeon S, Lee SG, Kim KH, Choi NJ, Hwang CY, 2010. Seasonal occurrence and damage of *Bactrocera scutellata* (Diptera: Tephritidae) in Jeonbuk Province. *Kor. J. Appl. Entomol.*, 49(4): 299–304.

Li HP, Liang GY, Dang HY, Ding SY, 2008. Population dynamics of Dacus (*Callantra*) *trinacula* (Wang) and *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *scutellatus* (Hendel) in Shanxi province. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 36(7): 64–66. [李惠萍, 连庚寅, 党海燕, 丁三寅, 2008. 山西三点棍腹实蝇和具条实蝇种群动态监测. 山西农业科学, 36(7): 64–66.]

Lin HF, Gao YB, Yang XJ, Tao WP, Yu LF, 2007. Quarantine fruit fly monitoring survey in Hefei area. *Plant Quarantine*, 21(2): 111–112. [林华峰, 高亿波, 杨新军, 陶卫平, 于立繁, 2007. 合肥地区检疫性实蝇监测调查. 植物检疫, 21(2): 111–112.]

Li XZ, Liu YH, He ZY, 2007. Taxis response and selective propensity of Bactrocera tau to six host fruits. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(1): 82–85. [李小珍, 刘映红, 贺智勇, 2007. 南亚果实蝇对六种果实的趋性和产卵选择. 昆虫知识, 44(1): 82–85.]

Liu XF, Wang DM, Ye H, 2005. Overview on research of *Bactrocera correcta* (Bezzi). *Tropical Agricultural Science & Technoloyg*, 28(4): 30–33. [刘晓飞, 王大明, 叶辉, 2005. 番石榴实蝇研究概况. 热带农业科技, 28(4): 30–33.]

Liu XF, Ye H, 2009. Effect of temperature on development and survival of *Bactrocera correcta* (Diptera: Tephritidae). *Sci. Res. Ess*., 4(5): 467–472.

Miyoshi A, 1978. Host plant survey of *Bactrocera scutellata*. *Kobe Shokubutsu Boeki Joho*, 723: 50–51(in Japanese).

Nakagawa K, Tanaka A, Kamiwada H, 1983. Seasonal number of catches of *Bactrocera scutellata* in the Amami archipelago. *Pulex*, 68: 306–307(in Japanese).

Ohno S, Haraguchi D, Kohama T, 2006. New host and distribution records of the fruit fly, *Bactrocera scutellata* (Hendel) (Diptera:Tephritidae) in Southwestern Japan, and a case of infestation of the species on cucumber fruits at Okinawa Island. *Jpn. J. Ent.* (*NS*), 9(1): 7–9 (in Japanese with English summary).

Ooshiro N, 1974. *Zehneria Liukiuensis*: a new host plant of *Bactrocera scetellata*. *Naha Shokubutsu Boeki Joho*, 11: 77(in Japanese).

Sugimoto SI, Masashi K, Kenji T, 1988. Some biological notes on *Dacus scutellata* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). *Res. Bull. Plant Prot. Jpn.*, 24: 49–51 (in Japanese with English summary).

Wang XJ, 1996. The fruit flies (Diptera: Tephritidae) of the East Asian region. *Acta Zool. Sinica*, 21 (Suppl.): 1–338.

Wingsanoi A, Siri N, 2010. The oviposition of the chili fruit fly

(*Bactrocera latifrons* Hendel) (Diptera: Tephritidae) with reference to reproductive capacity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*., 34(5): 475–478.

Wang P, Yuan SY, Li JP, Li WW, Pu JX, Luo DQ, 2009. Study on ovipositon preference of Dactrocera *tau* (Walker). *Journal of Honghe University*, 7(2): 37–39.[王平, 袁盛勇, 李建鹏, 李文伟, 普金霞, 骆弟乾, 2009. 南瓜实蝇的产卵选择性研究. 红河学院学报, 7(2): 37–39.]

Wu SY, Xie GY, Han SP, Mao HY, Zhao ZY, Yuan GH, 2009. Inspection of population dynamicsof *Bactrocera scutellata* (Hendel) in Henan procince. *Journal of Henan Agricultural University*, 43(6): 642–651. [吴少英, 谢桂英, 韩世平, 毛红彦, 赵忠懿, 原国辉, 2009. 河南省具条实蝇种群动态监测. 河南农业大学学报, 43(6): 642–651.]

Xie Q, Zhang RJ, 2005. Study advance on biology and ecology of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and its control. *Ecologic Science*, 24(1): 52–56. [谢琦, 张润杰, 2005. 桔小实蝇生物学特点及其防治研究概述. 生态科学, 24(1): 52–56.]

Ye H, 2001. Distribution of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Yunnan Province. *Entomol. Sci*., 8(2): 175–182.

Yuan SY, Xiao C, Kong Q, Chen B, Li ZY, Gao YH, 2005. Oviposition prefernce of *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *Acta Agricultural Universitatis Jiangxiensis*., 27(1): 81–84. [袁盛勇, 肖春, 孔琼, 陈斌, 李正跃, 高永红, 2005. 桔小实蝇的产卵选择性. 江西农业大学学报, 27(1): 81–84.]

Zhang QY, Lin ZJ, Liu JY, Chen HZ, Gao QZ, Sun GK, Hong ZQ, Sun DH, Chen JF, 1998. Study on the biology of oriental fruit fly. *Entomological Journal of East China*, 7(2): 65–68. [张清源, 林振基, 刘金耀, 林振基, 刘金耀, 陈华忠, 高泉准, 孙国坤, 洪赞侨, 孙德华, 陈加福, 1998. 桔小实蝇生物学特性. 华东昆虫学报, 7(2): 65–68.]

Zhang XY, Chen GQ, Meng YQ, Huang ZD, 2011. Fruit fly population dynamics evaluation by sex attractant in fruit and vegetable mixed orange orchard in Taizhou area. *Zhejiang Agricultural Sciences*, (6): 1368–1370. [张小亚, 陈国庆, 孟幼青, 黄振东, 2011. 台州果蔬混栽橘园用性诱剂监测实蝇种群动态及效果评价. 浙江农业科学, (6): 1368–1370.]

Zheng XP, Liu QS, Xie Q, Zhang RJ, 2007. Influence of larvae feeding experience on the ovipostion prefernce of *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *Acta Scientlarum Naturalium Universitatis Synyatseni*, 46(6): 84–87. [郑小萍, 刘群山, 谢琦, 张润杰, 2007. 桔小实蝇幼虫取食经历对成虫产卵选择性的影响. 中山大学学报(自然科学版), 46(6): 84–87.]

Zhou CQ, 1995. Comparison of the impact of temperature, humidity and photoperiod on the population reproductivity of three fruit flies. *Acta Scientlarum Naturalium Universitatis Synyatseni*, 34(1): 68–75. [周昌清, 1995. 光湿因子对三种果实蝇种群生殖力影响的比较研究. 中山大学学报(自然科学版), 34(1): 68–75.]

Zhou LX, Chen MZ, Hou RH, 1991. *Bactrocera scutellata* was trapped for the frist time in Shenzhen port. *Animal and Plant Quarantine*, (2): 46–47. [周立新, 陈明忠, 侯容翰, 1991. 深圳口岸首次诱捕的具条实蝇. 动植物检疫, (2): 46–47.]

Zhou LX, Chen MZ, Hou RH, 1992. Fruit fly monitoring reprot from 1998 to 1990 in Shatoujiao area. *Plant Quarantine*, 6(6): 410–412. [周立新, 陈明忠, 侯容翰, 1992. 1988–1990 年沙头角地区实蝇监测初报. 植物检疫, 6(6): 410–412.]