

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2016.01.008

蝇蛹俑小蜂对橘小实蝇和瓜实蝇的偏好性

赵海燕¹, 陆永跃^{2*}, 梁广文²

¹海南省农业科学院植物保护研究所, 海南海口 571100; ²华南农业大学昆虫学系, 广东广州 510642

摘要:【背景】蝇蛹俑小蜂是实蝇类害虫蛹期的一种重要寄生蜂,对压制下一代实蝇类害虫的种群数量具有重要作用,但有关其对不同实蝇害虫的寄生特性尚缺乏研究。【方法】采用“H”型装置和培养皿测定方法,研究了蝇蛹俑小蜂的寄主选择偏好性。【结果】蝇蛹俑小蜂在橘小实蝇蛹和瓜实蝇蛹共存的情况下,偏好在橘小实蝇蛹上停留,且寄生率较高,最高寄生率达 61.11%。【结论与意义】本研究为合理利用蝇蛹俑小蜂控制实蝇类害虫提供了理论基础。

关键词: 橘小实蝇; 蝇蛹俑小蜂; 寄主选择; 偏好性

Preference of the parasitoid *Spalangia endius* Walker to its hosts, *Bactrocera dorsalis* and *B. cucurbitae*

Hai-yan ZHAO¹, Yong-yue LU^{2*}, Guang-wen LIANG²

¹ Institute of Plant Protection, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571100, China;

² Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China

Abstract: 【Background】*Spalangia endius* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) is a solitary pupal endoparasitoid parasitizing many species of Diptera. This makes the species a good candidate for the biological control of flies. 【Method】In order to understand host species preference of *S. endius*, "H" tube and Petri dish experiments were performed in the laboratory. 【Result】When exposed to pupae of the fruit flies *Bactrocera dorsalis* and *B. cucurbitae*, the parasitoid preferred *B. dorsalis*, with the highest parasitization rate 61.11%. 【Conclusion and significance】The detected preference by *S. endius* indicates that prey quality is important for this parasitoid, which can provide theoretical basis for possible mass rearing in attempts to control fruit fly pests.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; *Spalangia endius*; host choice; preference

昆虫对某种寄主的接受程度可用雌虫产卵和幼虫取食偏嗜行为 2 个指标进行评价(Thompson, 1988)。基于此,一种昆虫的寄主可以分为 3 类:自然寄主、可以接受的非自然寄主和不可接受的营养基质(De Boer & Hanson, 1984)。不同的昆虫种类或不同的进化时段,遗传、可传承的环境因素和昆虫自身经历 3 种机制独立或协同调控昆虫对寄主的选择行为(Barron, 2001)。其中,遗传和可传承的环境因素引起的昆虫寄主偏嗜行为均属于遗传性偏嗜。关于植食性昆虫和幼虫寄生蜂对寄主的偏嗜性已有较多的研究,而有关蛹寄生蜂对其不同寄主偏嗜程度的研究较少。

蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* Walker 隶属于膜翅目 Hymenoptera 金小蜂科 Pteromalidae 俑小蜂属,是一种蛹期单寄生蜂。它能寄生双翅目许多科的昆虫(Hanson & Gauld, 1995)。蝇蛹俑小蜂对一些重要的蝇类害虫有良好的控制作用,如家蝇 *Musca domestica* L.、橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel)、番石榴果实蝇 *B. correcta* (Bezzi)、果蝇 *Zaprionus indianus* Gupta 和厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.), 且用于控制家蝇和厩螫蝇的蝇蛹俑小蜂已实现商品化(章玉苹等, 2010; Kitthawee *et al.*, 2004; Marchiori & Silva, 2003)。在我国,对蝇蛹俑小蜂的研究主要以家蝇作为寄主(张桂筠和张文忠, 1990)。

收稿日期(Received): 2015-06-08 接受日期(Accepted): 2015-12-01

基金项目: 国家自然科学基金(31560531); 海南省自然科学基金(20153065)

作者简介: 赵海燕, 女, 博士研究生。研究方向: 昆虫生态学、生物防治。E-mail: haitianyiyan7611@163.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

有研究表明,该蜂对橘小实蝇也有良好的控制前景(章玉苹等,2010;赵海燕等,2015)。因此,本文在室内条件下,测定蝇蛹俑小蜂对橘小实蝇和瓜实蝇2种寄主蛹的偏嗜性,以期为更好地利用该蜂开展实蝇类害虫生物防治提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

橘小实蝇采自华南农业大学园艺学院教学实验基地的果园,收集橘小实蝇为害的杨桃与番石榴落果带回室内。将落果置于底层铺满细砂(相对含水量为3%~4%)的塑料盒里,老熟幼虫会跳入细砂中化蛹。5~7 d后将蛹从砂中筛出并置于培养皿中,然后移入养虫笼(25 cm×25 cm×30 cm)中,待其羽化后收集橘小实蝇成虫,饲养1代后的蛹作为供试虫源。瓜实蝇则采自华南农业大学增城基地的苦瓜田,将瓜实蝇危害的苦瓜带回室内饲养,饲养1代后的蛹供试验用。

供试蝇蛹俑小蜂为华南农业大学昆虫学系实验室内饲养的种群,以橘小实蝇为饲养寄主,连续饲养15代左右。以10%蜂蜜水作为成虫补充营养。

饲养条件:温度(26±1)℃,RH=70%±5%,光照周期L:D=14 h:10 h。

1.2 试验方法

寄生蜂对橘小实蝇和瓜实蝇的偏好性测定采用“H”型管和培养皿2种方法。

“H”型管测定:在温度为(25±2)℃、相对湿度(70±5)%、光照L:D=14 h:10 h的条件下进行。“H”管两边为直径9 cm、高20 cm的PVC膜做成的圆筒形罩子,罩子的中间打圆形孔(直径为3 cm),用中间开口的玻璃管(直径为1 cm、长20 cm)将两边的罩子连接,如图1所示。试验前将橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹各50头放入两边的罩子内,用滤布封罩口,然后从玻璃管中间的圆孔处引入已交配过的雌蜂4头,后用滤网封孔口。试验在密闭无异味的室内及晚上进行,以避免外界气味和光照的影响,接蜂12 h后将蛹移出,分别放入带砂子的一次性杯子中,观察并记录各杯中蝇蛹俑小蜂的寄生率。重复15次。

培养皿测定:在温度为(25±2)℃、相对湿度(70±5)%、光照L:D=14 h:10 h的条件下进行。取直径为20 cm的玻璃培养皿,瓜实蝇蛹和橘小实蝇蛹总数为60头:橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹比例分

别为50:10、40:20、30:30、20:40、10:50,共5个处理,以培养皿中间为分界线,将2种实蝇蛹各放一边。将羽化24 h已交配的雌蜂10头置于培养皿中部。观察并记录每个培养皿中停留在瓜实蝇蛹和橘小实蝇蛹上蝇蛹俑小蜂的数量,每30 min记录一次,共观察4.5 h(9:00~13:30)。然后将蛹移出,分别装入一次性杯子中,置于实验室培养,观察并记录寄生蜂数量。每个处理重复15次。

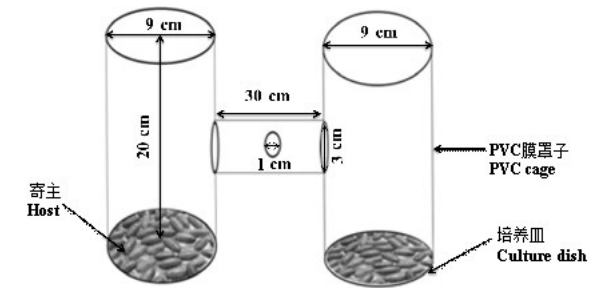


图1 “H”型管结构图
Fig.1 Structure graph of “H” tube

1.3 数据分析

用Excel 2010和Spss 17.0软件分析数据。采用单因素方差分析(ANOVA)中的邓肯氏(Duncan’s)新复极差法对不同时刻蝇蛹俑小蜂在2种寄主上的停留数量进行差异显著性分析;蝇蛹俑小蜂在2种寄主之间寄生率的差异显著性分析采用t检验(t-test)。

2 结果与分析

2.1 蝇蛹俑小蜂对2种实蝇的寄生率

通过“H”型装置试验发现,在橘小实蝇和瓜实蝇同时存在的情况下,蝇蛹俑小蜂对橘小实蝇蛹的寄生率为34.2%,对瓜实蝇蛹的寄生率仅为18.8%,两者之间差异显著。由此可见,蝇蛹俑小蜂更偏向寄生橘小实蝇蛹。

2.2 蝇蛹俑小蜂对2种实蝇的选择趋向

寄生蜂对不同比例供试寄主选择趋性的结果如表1所示。从表1可以看出,当橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹的数量比为10:50时,蝇蛹俑小蜂选择在橘小实蝇蛹上停留的平均数量是在瓜实蝇蛹上的0.92倍;当橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹的数量比为20:40时,蝇蛹俑小蜂选择在橘小实蝇蛹上停留的平均数量是在瓜实蝇蛹上的1.34倍。随着橘小实蝇蛹比例的增大,蝇蛹俑小蜂对橘小实蝇蛹的选择偏向性更为明显,当橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹的数量比为30:30、40:20和50

: 10 时,蝇蛹俑小蜂选择在橘小实蝇蛹上停留的平均数量分别是在瓜实蝇蛹上的 2.58、3.32 和 7.12 倍。

表 1 蝇蛹俑小蜂在橘小实蝇和瓜实蝇上停留数量的比例
Table 1 Number ratio of *S. endius* distribution on *B. dorsalis* and *B. cucurbitae*

时刻 Time	蝇蛹俑小蜂数量比(倍) Number ratio of <i>S. endius</i>				
	$N_{Bd} : N_{Bc} = 10 : 50$	$N_{Bd} : N_{Bc} = 20 : 40$	$N_{Bd} : N_{Bc} = 30 : 30$	$N_{Bd} : N_{Bc} = 40 : 20$	$N_{Bd} : N_{Bc} = 50 : 10$
9:30	0.823±0.008a	1.222±0.004a	2.585±0.001b	3.421±0.007c	5.145±0.005d
10:00	0.921±0.005a	1.238±0.001a	2.657±0.001b	3.323±0.008c	6.063±0.008d
10:30	0.903±0.001a	1.241±0.002a	2.119±0.001a	3.579±0.008c	6.232±0.009d
11:00	0.889±0.007a	1.276±0.007a	2.532±0.001b	3.147±0.005b	6.111±0.019dc
11:30	0.946±0.002a	1.300±0.007a	2.881±0.002b	2.989±0.011b	8.424±0.015c
12:00	0.959±0.003a	1.380±0.004a	2.786±0.004b	3.301±0.020b	8.789±0.007c
12:30	0.987±0.002a	1.411±0.003a	2.657±0.006b	3.841±0.009c	8.134±0.005d
13:00	0.907±0.001a	1.633±0.001a	2.685±0.007b	3.212±0.022b	7.695±0.007c
13:30	0.971±0.002a	1.387±0.006a	2.323±0.009b	3.109±0.001b	7.377±0.007c

Bd 为橘小实蝇, *Bc* 为瓜实蝇。数据为平均值±标准误,同行相同字母表示经 Duncan's 新复极差多重比较在 0.05 水平上差异不显著。
Bd is *B. dorsalis*, *Bc* is *B. cucurbitae*. Mean ± SE followed by the same letter in the lines do not differ statistically by Duncan's test ($p<0.05$).

2.3 不同比例寄主蛹对蝇蛹俑小蜂寄生率的影响

通过培养皿观察法测定了不同比例的橘小实蝇蛹和瓜实蝇蛹对蝇蛹俑小蜂寄生率的影响。从表 2 可以看出,无论橘小实蝇蛹和瓜实蝇蛹比例如何变化,蝇蛹俑小蜂对橘小实蝇蛹的寄生率均显著高于瓜实蝇蛹,寄生率均在 50% 以上。在瓜实蝇蛹比例最小,即橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹的数量比为 50 : 10 时,蝇蛹俑小蜂对瓜实蝇蛹的寄生率反而最高,为 35.33%,同时对橘小实蝇蛹的寄生率也最高,达 61.11%;而随着瓜实蝇蛹数量的增多,蝇蛹俑小蜂对瓜实蝇蛹的寄生率逐渐降低,当橘小实蝇蛹与瓜实蝇蛹的数量比为 10 : 50 时,瓜实蝇蛹的被寄生率降到最低,仅为 24.44%。这说明瓜实蝇数量的增多并不能显著增强其对蝇蛹俑小蜂的引诱作用。可见,不同比例寄主蛹虽影响蝇蛹俑小蜂的寄生率,但不影响其对橘小实蝇的选择偏好性。

表 2 不同比例寄主蛹对蝇蛹俑小蜂寄生率的影响

Table 2 Effects of *B. dorsalis* and *B. cucurbitae* pupal numbers on the parasitism percentage of *S. endius*

$N_{\text{橘小实蝇}} : N_{\text{瓜实蝇}}$ $N_{B.dorsalis} : N_{B.cucurbitae}$	样本数(头) Sample size	寄生率 Parasitism (%) on	
		橘小实蝇 <i>B. dorsalis</i>	瓜实蝇 <i>B. cucurbitae</i>
50 : 10	10	61.11±6.87	35.33±7.39 *
40 : 20	10	51.25±6.78	31.25±3.87 *
30 : 30	10	51.85±5.24	28.15±3.76 *
20 : 40	10	53.61±2.45	25.56±2.69 *
10 : 50	10	54.22±2.68	24.44±5.30 *

* 经 t 检验橘小实蝇和瓜实蝇被寄生率之间在 0.05 水平上差异显著。
* Signals significant difference between *B. dorsalis* and *B. cucurbitae* on the 5% level by Student's t -test.

3 小结与讨论

在自然界长期的进化过程中,寄生蜂与寄主间已形成了各种各样的互作关系。寄生蜂对寄主具有一定的选择性,并和其自然寄主形成了稳定的关系,然而寄生蜂对其寄主的喜好程度各不相同。寄主种类对寄生蜂后代的适应性具有很大的影响,因此寄生蜂的最终目标是寻找最适合后代生长发育的寄主资源。寄生蜂对寄主选择性的不同受多种因素的影响,如寄主营养、寄主的物理特征和挥发性物质及寄生蜂的学习行为等。Cassanello *et al.* (2000) 报道亚洲玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostriniae* Pang et Chen 能寄生多种鳞翅目昆虫的卵;白蜡吉丁肿腿蜂 *Sclerodermus pupariae* Yang et Yao 能够寄生多种天牛和吉丁甲的幼虫,且后代都能正常生长发育(武辉等,2008);陆庆光(1991)发现, *Trichogramma* sp. nr. *muwanzai* 能寄生玉米禾螟 *Chilo partellus* (S-winhae) 和家蚕 *Bombyx mori* L. 的卵,但是更喜欢前者。本文通过“H”型装置和培养皿 2 种测定方法,发现蝇蛹俑小蜂均能寄生橘小实蝇蛹和瓜实蝇蛹;但在不同寄主数量比例条件下,蝇蛹俑小蜂在不同时间段内停留在橘小实蝇蛹上的数量均显著多于在瓜实蝇蛹上的数量;对橘小实蝇蛹的寄生率也显著高于瓜实蝇蛹。由此表明,蝇蛹俑小蜂更偏向寄生橘小实蝇蛹。

在利用替代寄主大量繁殖寄生蜂时,寄生蜂对靶标害虫的接受程度和适合性是重要的质量评价参数 (Van Bergeij *et al.*, 1989)。Takada *et al.* (2001) 曾报道,用人工寄主地中海粉斑螟 *Ephestia*

kuehniella Zeller 卵连续繁殖 12 代松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolimi* Matsumura 后, 该寄生蜂对其自然寄主甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae* L. 卵的选择嗜好性没有改变, 且其对甘蓝夜蛾卵的寄生率是地中海粉斑螟卵的 2 倍。长期用人工饲料繁殖的天敌, 由于其没有接触到寄主的信息, 当其被释放后, 与以自然猎物饲养的个体相比, 需要花费更长的时间和更多次数与猎物接触, 才能使其更好地捕食目标害虫 (Ferran *et al.*, 1997)。Rana *et al.* (2002) 研究发现, 黑豆蚜 *Aphis fabae* Scopoli 和豌豆蚜 *Acyrtosiphon pisum* (Harris) 连续单独饲养二星瓢虫 *Adalia bipunctata* L. 6 代, 二星瓢虫取食 2 种蚜虫后的繁殖力、存活率、寿命和体重显著增加, 产卵前期和发育历期缩短, 然而对其他猎物的捕食嗜好性却显著降低。寄生蜂很可能也以降低对原先环境的适合度为代价来适应一种新环境 (如食料、寄主和温度) (Fry, 2003)。已有的研究表明, 多寄主型寄生性天敌昆虫的生活史策略在开发新的食物资源方面是有利的。蝇蛹俑小蜂属于多寄主型寄生性天敌, 已往对以果蔬重要害虫橘小实蝇为寄主的研究相对较少。本研究测定了以橘小实蝇为寄主室内驯化多代的寄生蜂对橘小实蝇和瓜实蝇的选择偏好性, 是否存在寄生蜂驯化和学习记忆行为对寄主选择的影响还不得而知, 有待于进一步研究。

参考文献

- 陆庆光, 1991. 赤眼蜂 *Trichogramma* sp. nr. *mwanzai* 的寄主嗜好性试验研究. 生物防治通报, 7(2): 108–110.
- 武辉, 王小艺, 李孟楼, 杨忠岐, 曾繁喜, 王红艳, 白玲, 刘松君, 孙进, 2008. 白蜡吉丁肿腿蜂的生物学和生态学特性及繁殖技术研究. 昆虫学报, 51(1): 46–54.
- 张桂筠, 张文忠, 1990. 东方实蝇蝇蛹小蜂早期发育及其形态研究. 医学动物防治, 6(4): 25–27.
- 章玉苹, 李敦松, 张宝鑫, 陈明洋, 钟娟, 宋月, 2010. 蝇蛹俑小蜂对桔小实蝇蛹的功能反应及温湿度对蜂成虫寿命的影响. 中国生物防治, 26(4): 385–390.
- 赵海燕, 陆永跃, 曾玲, 梁广文, 2015. 寄主大小对蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* (Walker) 产卵选择和发育的影响. 生物安全学报, 24(1): 15–19.
- Barron A B, 2001. The life and death of Hopkins' host-selec-

- tion principle. *Journal of Insect Behavior*, 14(6): 725–737.
- Cassanella A M L, Maramag A Z, Yao N Z, Yoshiyasu Y, Hirai K and Takeda M, 2000. Search for alternative host species for mass production system of *Trichogramma ostrinae*. *Science Reports of Faculty of Agriculture, Kobe University*, 24(1): 53–58.
- De Boer G and Hanson F E, 1984. Foodplant selection and induction of feeding preference among host and non-host plants in larvae of the tobacco hornworm *Manduca sexta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 35(2): 177–193.
- Ferran A, Gambier J, Parent S, Legendre K, Tournière R and Giguère L, 1997. The effect of rearing the ladybird *Harmonia axyridis* on *Ephestia kuehniella* eggs on the response of its larvae to aphid tracks. *Journal of Insect Behavior*, 10(1): 129–144.
- Fry J D, 2003. Detecting ecological trade-offs using selection experiments. *Ecology*, 84(7): 1672–1678.
- Hanson P E and Gauld I D, 1995. *The Hymenoptera of Costa Rica*. Oxford: Oxford University Press.
- Kitthawee S, Sriplang K, Brockelman W Y and Baimai V, 2004. Laboratory evaluation of density relationships of the parasitoid, *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae), with two species of tephritid fruit fly pupal hosts in Thailand. *ScienceAsia*, 30(4): 391–397.
- Marchiori C H and Silva C G, 2003. First occurrence of parasitoid *Spalangia endius* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) in pupae of *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 361–362.
- Rana J S, Dixon A F G and Jarošík V, 2002. Costs and benefits of prey specialization in a generalist insect predator. *Journal of Animal Ecology*, 71(1): 15–22.
- Takada Y, Kawamura S and Tanaka T, 2001. Host preference of *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on its native host, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) after 12 continuous generations on a factitious host. *Applied Entomology and Zoology*, 36(2): 213–218.
- Thompson J N, 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47(1): 3–14.
- Van Bergeij K E, Bigler F, Kaashoek N K and Pak G A, 1989. Changes in host acceptance and host suitability as an effect of rearing *Trichogramma maidis* on a factitious host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 52(3): 229–238.

(责任编辑: 杨郁霞)