

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2015.01.003

寄主大小对蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* (Walker) 产卵选择和发育的影响

赵海燕^{1,2}, 陆永跃², 曾 玲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 571101; ²华南农业大学昆虫学系, 广东 广州 510642

摘要:【背景】对寄生蜂与寄主之间关系的研究是寄生蜂有效利用的基础。寄生蜂雌蜂通常选择最适于子代蜂发育的寄主进行产卵。【方法】在室内 26 ℃ 条件下, 研究了橘小实蝇蛹体型大小对蝇蛹俑小蜂产卵和生长发育的影响。采用饥饿方法处理 3 龄橘小实蝇幼虫以获得体型大小(用体质量表示)差异较大的寄主蛹, 供寄生蜂选择寄生。【结果】蝇蛹俑小蜂显著偏好寄生体型中等的寄主蛹, 然而, 随着寄主体型的增大, 后代雌性比率增大, 且寄主蛹个体大小与后代雌蜂体型大小存在显著的正相关; 橘小实蝇蛹个体大小对蝇蛹俑小蜂后代发育历期和寿命无显著影响。【结论与意义】蝇蛹俑小蜂雌蜂能够根据寄主蛹质量来调整后代数数量和性比, 以使后代适应度最大化。

关键词: 橘小实蝇; 蝇蛹俑小蜂; 体型大小; 适合度

Influence of host size on host choice and fitness returns of the endoparasitoid *Spalangia endius* Walker

Hai-yan ZHAO^{1,2}, Yong-yue LU², Ling ZENG², Guang-wen LIANG^{2*}
¹Institute of Plant Protection, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China;
²Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China

Abstract:【Background】The efficient use of parasitoids relies on knowledge of the biological and ecological relationship between parasitoids and hosts. Female wasps prefer to lay eggs on the most suitable hosts for the development of their offspring.【Method】The effects of host size on oviposition and development of *Spalangia endius*, the endoparasitoid of *Bactrocera dorsalis*, were studied in the laboratory. The host pupae of *B. dorsalis* were manipulated by starvation at larval stages to obtain host pupae with wide variation in body size.【Result】The parasitoid *S. endius* preferred to lay eggs in medium size host pupae, but more females and larger sized offspring were produced from larger host pupae. The body size of female offspring increased with host body size in a linear manner, but neither development time nor longevity of female or male offspring changed with host size.【Conclusion and significance】The results suggest that *B. dorsalis* could allocate its offspring number and sex ratio, so as to maximize its fitness, based on an assessment of host pupal mass.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; *Spalangia endius*; body size; fitness

寄生蜂获取营养依赖于其寄主, 然而寄主大小不同, 其提供的营养物质质量也不相同, 一般认为体型大的寄主个体所包含的营养资源比较丰富, 质量较高。因此, 寄主体型大小是影响寄生性天敌对其选择的因素之一, 且寄主大小对寄生蜂后代的生长发育有重要的影响 (Godfray, 1993)。寄生蜂的类型不同, 寄主体型大小对其影响作用也不一样 (Askew & Shaw, 1986)。对于容性寄生蜂 (如大部分幼虫寄生蜂) 来讲, 寄主被寄生后仍能继续取食和生长发育, 因此寄主的龄期或发育历期决定了寄生蜂所取食的寄主质量, 故寄生蜂寄生时的寄主体型大小对此类寄生蜂影响较小; 对于抑性寄生蜂 (如蛹和卵寄生蜂) 而言, 寄生蜂在产卵时所选择的寄主体型大小在寄生蜂的生长发育过程中不再发生

收稿日期 (Received): 2015-01-04 接受日期 (Accepted): 2015-02-09
基金项目: 海南省农业科学院农业科技创新专项经费 (CXZX201419); 海南省自然科学基金 (20153065)
作者简介: 赵海燕, 女, 助理研究员。研究方向: 生物防治、昆虫生态学、害虫控制。E-mail: haitianyan7611@163.com
* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: gwliang@scau.edu.cn

改变,寄生蜂的生长发育完全依赖于寄主,故寄主体型大小对寄生蜂的生长发育有很大影响。因此,“寄主大小—质量”模型主要适用于单寄生蜂(Charnov,1982; Charnov & Skinner,1985),即寄生蜂倾向于在体型大、质量高的寄主上产卵,且雌性后代比率较大,而在体型较小、质量较低的寄主上产较多的雄性后代。

蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* Walker 属于金小蜂科俑小蜂属,是家蝇 *Muscadome stica* L. 蛹期的主要寄生蜂,国内外已有诸多利用该蜂成功防治家蝇等蝇类的报道(薛瑞德等,1989; 张桂筠,1992; 张桂筠和张文忠,1990)。也有文献报道,蝇蛹俑小蜂可寄生橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* Hendel 蛹,并对其有很好的控制作用(章玉苹等,2010; Wharton *et al.*,1981)。本试验采取饥饿法处理橘小实蝇高龄幼虫,获得体型大小(用体质量来表示)不同的寄主,其大小差异与自然地理种群内个体间差异程度相似,观察蝇蛹俑小蜂对不同体型大小橘小实蝇蛹的产卵选择及其后代寄生蜂生长发育的适合度表现,以期为研究寄生蜂后代发育和寄主质量适合度的关系及室内大规模饲养寄生蜂时最大限度地利用寄主资源和降低成本提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

蝇蛹俑小蜂为华南农业大学生态学实验室内饲养的种群。羽化后的寄生蜂置于养虫笼(25 cm×25 cm×30 cm)内,每笼 50~100 对雌雄蜂,笼内提供清水和 15% 蜂蜜水,以满足寄生蜂成虫的营养需要。然后将约 200 头橘小实蝇蛹放入培养皿(直径 9 cm,蛹均匀平铺在培养皿底部),置于寄生蜂的产卵笼内,48 h 后取出。将寄生后的橘小实蝇蛹放入含有少量湿润细砂的一次性杯(250 mL)中,用滤布(120 目)封口,置于养虫室内,待蜂羽化。将新羽化的寄生蜂放入养虫笼内,提供清水和 15% 蜂蜜水,笼内不放寄主,第 2 天用于试验。

用橘小实蝇蛹作为寄主进行饲养,橘小实蝇为华南农业大学生态学实验室内饲养的种群(从广东杨桃园收集带有橘小实蝇幼虫的落果,带回室内饲养获得)。

试验均在温度为(26±1)℃,湿度(RH)65%±5%,光周期 14L:10D 的温室内进行。

1.2 试验方法

为了获得体型大小差异均匀的寄主蛹,采取饥饿的方法处理寄主,即从 3 龄橘小实蝇幼虫开始分别单独饲养在小的养虫盒(直径 15 cm,高 8.5 cm)内,设置 3 个处理,分别连续饥饿 24、48 和 72 h,直至化蛹,供试寄主为 3 日龄蛹。寄主蛹供试前称鲜质量。获得 3 个体质量差异显著的处理,依次为(6.07±0.008)、(9.33±0.007)、(12.56±0.007) mg。将这些大小不同的寄主蛹分别放入 500 mL 的烧杯(江都市红旗玻璃厂,环球牌,GG-17)中,每个处理放 30 头蛹,烧杯内提供 15% 蜂蜜水,然后引入 1 头已交配过、无寄生经历的雌蜂,24 h 后将寄主蛹移出,放于含有少量细砂的一次性杯中,用黑色滤布封口,并置于温室内。观察、记录寄生蜂发育历期和羽化数量,每个处理的雌、雄蜂各取 20 头称重(电子天平型号 FA2104N,精确到 0.01 mg),重复 6 次。

1.3 数据分析

用寄主蛹鲜质量和寄生蜂干质量代表体型大小;雌性比例用雌蜂数量占后代蜂总数的比值表示;寄生蜂后代数量指成功羽化出的寄生蜂数与可观察到寄生蜂死亡个体的寄主数量之和。发育历期指寄生蜂产卵到子代蜂羽化所经历的时间。寄主体型与寄生蜂后代数量、雌性比例与寄主体型大小之间的关系用线性模型进行拟合。采用 Excel 2010 和 SPSS16.0 软件对试验结果进行分析。

2 结果与分析

2.1 寄主大小对蝇蛹俑小蜂寄生率和子代性别分配的影响

蝇蛹俑小蜂对不同体型大小寄主的产卵选择显著受寄主蛹质量的影响。当寄主蛹质量为(9.33±0.007) mg 时,蝇蛹俑小蜂寄生率最高,达 28.67%,显著高于在(6.07±0.008)和(12.56±0.007) mg 寄主上的寄生率(分别为 23.33%和 24.00%)。此外,橘小实蝇蛹体型大小显著影响蝇蛹俑小蜂后代的性比。在平均质量为(12.56±0.007) mg 的寄主蛹上雌性比率最大,达 78.88%;在平均质量为(6.07±0.008) mg 的寄主蛹上的雌性比率最小,为 59.51%;在平均质量为(9.33±0.007) mg 的寄主蛹上的雌性比率为 72.28%。

2.2 蝇蛹俑小蜂后代发育与寄主体型大小的关系

随着寄主蛹质量的增大,蝇蛹俑小蜂后代雌性个体明显增大,存在显著的直线相关性($y=0.0131x$

+0.3012, $R^2 = 0.7865$; $F_{2,57} = 77.67, P < 0.05$) (图 1A)。后代雄蜂的个体也随着寄主蛹质量的增加而逐渐增大,当寄主蛹到一定大小后,雄蜂的个体增加不明显(图 1B)。但蝇蛹小蜂雌性和雄性后代的发育历期并不随寄主蛹质量的增大而延长(图 2),说明其后代发育历期受寄主蛹体型大小的影响

不显著(雌蜂: $F_{2,57} = 2.285, P = 0.111, n = 20$;雄蜂: $F_{2,57} = 1.596, P = 0.212, n = 20$);同样,蝇蛹小蜂后代雌、雄个体的寿命也不随寄主蛹质量的增大而延长(图 3),说明其后代发育寿命受寄主蛹体型大小的影响不显著(雌蜂: $F_{2,57} = 0.123, P = 0.877, n = 20$;雄蜂: $F_{2,57} = 1.120, P = 0.334, n = 20$)。

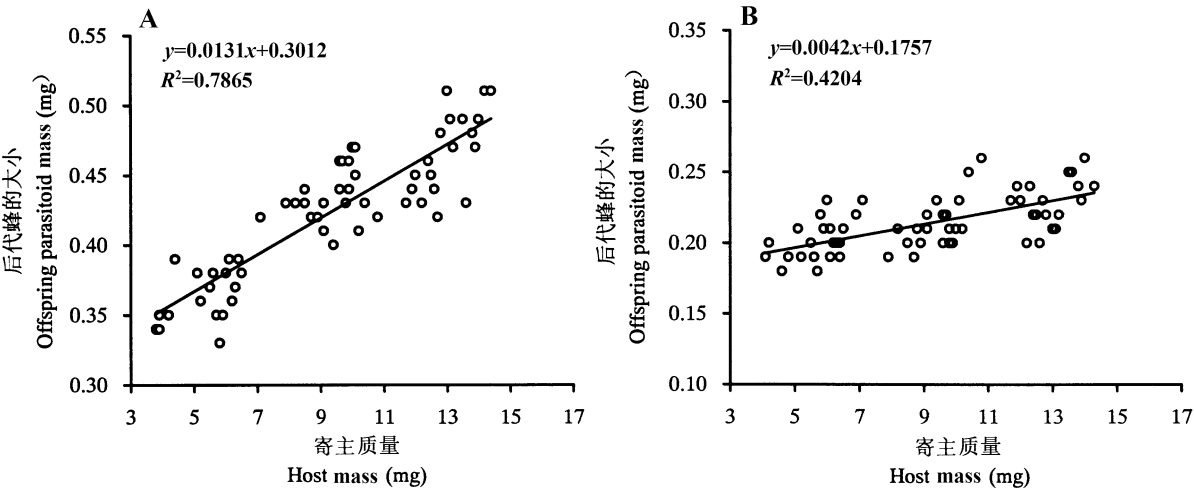


图 1 橘小实蝇蛹质量与蝇蛹小蜂后代子蜂大小的关系

Fig.1 Relationship between *B. dorsalis* pupa mass and body size of *S. endius* offspring
A.雌虫 Female; B.雄虫 Male。

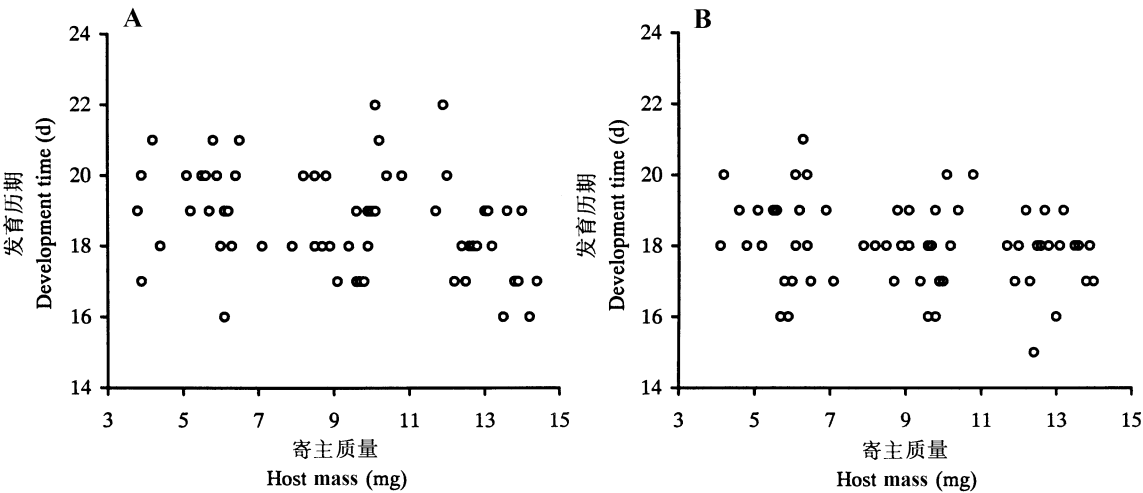


图 2 橘小实蝇蛹质量与蝇蛹小蜂后代发育历期的关系

Fig.2 Relationship between *B. dorsalis* pupa mass and development time of *S. endius* offspring
A.雌虫 Female; B.雄虫 Male。

3 小结与讨论

本试验通过人为控制橘小实蝇幼虫取食的方法,获得了与自然条件下相似大小的寄主蛹,将处理的蛹供给寄生蜂寄生。结果表明,蝇蛹小蜂偏向寄生中等大小[(9.33±0.007)mg]的橘小实蝇蛹。而广大腿小蜂 *Brachymeria lasus* (Walker) 和蝶蛹金小蜂 *Pteronolus puparum* (L.) 偏向选择体型较大的

菜粉蝶 *Pieris rapae* L.蛹(高珏晓等,2010; 张晓岚等,2009)。可见,寄生蜂类型不同,其对寄主体型大小的选择也不相同(Harvey & Strand,2002)。已有研究表明,寄生蜂在高质量的寄主上分配的雌性比率较大(Charnov,1982; King,1988)。显然,蝇蛹小蜂以体型较大的橘小实蝇为高质量的寄主,因为随寄主体型的增大,寄生蜂产雌性卵的概率逐渐上升。

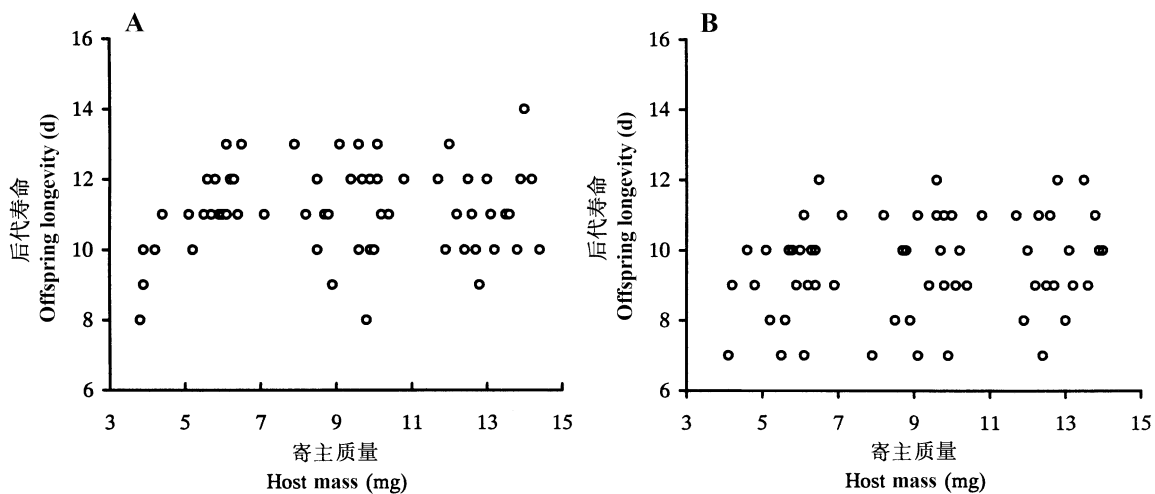


图 3 橘小实蝇蛹质量与蝇蛹俑小蜂后代寿命的关系
Fig.3 Relationship between *B.dorsalis* pupa mass and longevity of *S.endius* offspring
A.雌虫 Female; B.雄虫 Male。

寄生蜂后代发育及生物学特征是衡量寄主是否适宜寄生蜂寄生的条件。寄生蜂在寄主体内的发育历期是一个适合度相关的特征 (Harvey, 2005), 寄生蜂子代的发育历期是一个与其存活有关的变量, 也与寄主体型大小存在关联。本研究表明, 橘小实蝇蛹体型的大小对蝇蛹俑小蜂雌、雄蜂的发育历期没有影响。这与高珏晓等 (2010) 对广大腿小蜂、张晓岚等 (2009) 对蝶蛹金小蜂、Ueno (1998) 对螟蛉瘤姬蜂 *Itoplectis naranyae* (Ashmead) 和王琛柱 (2001) 对棉铃虫齿唇姬蜂 *Campoletis chloridae* Uchida 的研究结果相一致。这种现象在抑性寄生蜂中比较常见, 许多抑性寄生蜂在与寄主互动过程中, 往往以最大速率完成其生长发育, 因而寄生蜂后代的发育一般都很快速, 并在大幅度变化的寄主体型范围内变化较小。然而, 对另一些抑性寄生蜂的研究发现, 寄生蜂的发育历期显著受寄主体型大小的影响。如卡麦蝇蛹俑小蜂 *Spalangia cameroni* Perkins 雌性后代在体型较大的寄主中所需的发育历期更短 (King, 1988); 祝增荣等 (1993) 研究表明, 稻虱缨小蜂 *Anagrus niaparvatae* Pang and Wang 在白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 卵内的发育历期比在褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stal) 卵中的发育历期显著缩短; 赤眼蜂 *Trichogramma confusum* Viggiani 在较小寄主卵中的发育速率大于在较大寄主卵中的发育速率 (刘树生等, 1988)。

蝶蛹金小蜂和广大腿小蜂在菜粉蝶上的后代大小都表现为随寄主蛹的增大而增大 (高珏晓等, 2010; 张晓岚等, 2009)。本研究也表明, 蝇蛹俑小

蜂后代大小随寄主蛹的增大而增大。关于寄主大小对寄生蜂后代寿命影响的研究较少, 本研究表明蝇蛹俑小蜂后代寿命受寄主大小影响不明显。

参考文献

高珏晓, 孟玲, 李保平. 2010. 广大腿小蜂对菜粉蝶蛹体型大小的产卵选择及后代发育表现. 生态学杂志, 29(2): 339-343.

刘树生, 李志强, 徐兰仙, 郑秋枫. 1988. 瓜螟主要天敌——拟澳洲赤眼蜂的生物学、生态学特性研究. 植物保护学报, 15(4): 265-272.

王琛柱. 2001. 寄主大小与棉铃虫齿唇姬蜂产卵和发育的关系. 中国生物防治, 17(3): 107-111.

薛瑞德, 张文忠, 肖嵩祥. 1989. 东方蝇蛹俑小蜂的生物学特性及防治蝇蛹的初步研究. 生物防治通报, 5(2): 52-55.

张桂筠. 1992. 东方实蝇蛹俑小蜂性比、寿命和生殖力及低温冷藏对其影响的实验研究. 生物防治通报, 8(1): 19-21.

张桂筠, 张文忠. 1990. 东方实蝇蛹俑小蜂早期发育及其形态研究. 医学动物防制, 6(4): 25-27.

张晓岚, 孟玲, 李保平. 2009. 菜粉蝶蛹体型大小对蝶蛹金小蜂后代数量、性比及体型大小的影响. 生态学杂志, 28(4): 677-680.

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.

祝增荣, 程家安, 陈琇. 1993. 稻虱缨小蜂的寄主选择性和适宜性. 昆虫学报, 36(4): 430-437.

Askew R, Rand Shaw B M R. 1986. Parasitoid communities: their size structure and development// Waage I and Greahead D. *Insect Parasitoids*. London: Academic Press, 225-264.

Charnov E L. 1982. *The Theory of Sex Allocation*. Princeton: Princeton University Press.

Charnov E L and Skinner S W. 1985. Complementary approaches to the understanding of parasitoid oviposition decisions. *Enviromental Entomology*, 14: 383–391.

Godfray H C J. 1993. *Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology*. Princeton: Princeton University Press.

Harvey J A. 2005. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 117: 1–13.

Harvey J A and Strand M R. 2002 . The developmental strategies of endoparasitoid wasps vary with host feeding ecology. *Ecology*, 83: 2439–2451.

King B H. 1988. Sex-ratio manipulation in response to host size by the parasitoid wasp *Spalangia cameroni*: A laboratory study. *Evolution*, 42: 1190–1198.

Ueno T. 1998. Adaptiveness of sex ratio control by the pupal parasitoid *Itoplectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in response to host size. *Evolutionary Ecology*, 12: 643–654.

Wharton R, Gilstrap F, Rhode R H, Fischelm M and Hart W G. 1981. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Costa Rica. *BioControl*, 26: 285–290.

(责任编辑:杨郁霞)

更正声明

本刊 2014 年 8 月第 23 卷第 3 期第 178 页摘要中“【结论与意义】本研究认为,在宁德地区,互花米草在 7 月前侧重分蘖生长,7 月后根茎开始快速生长,此结论为优化互花米草防治适期提供了参考。”应为“【结论与意义】本研究对于我国水果产区果蝇的快速鉴别具有重要参考价值。” Abstract 中“【Conclusion and significance】The study shows that *S.alterniflora* mainly focuses on tiller growth before July, and start to grow quickly after July in Ningde area, which provides a theoretical reference for control of *S.alterniflora*.”应为“【Conclusion and significance】This study have important reference value for the rapid identification of fruit flies in different frui-producing areas in China.”

特此声明!

生物安全学报编辑部
2015 年 2 月 10 日

