应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(1): 194–199. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2014.022

家蝇蛹和果蝇蛹繁育的蝇蛹金小蜂对果蝇蛹的寄生比较*

周和锋[1] 郑金土[2] 张同心[2] 徐永江[1] 陈忠梅[3] 段毕升[3] 胡好远[3**]

（1. 慈溪市林特技术推广中心，慈溪 315300；2. 宁波市林特科技推广中心 宁波 315012；
3. 安徽师范大学生命科学学院 安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室 芜湖 241000）

摘 要 【目的】 蝇蛹金小蜂 *Pachycrepoideus vindemmiae*（Rondani）是杨梅园等果园果蝇类害虫蛹期常见寄生蜂种类，在对果蝇类害虫的生物防治上具有重要价值。本文旨在探讨使用家蝇蝇蛹为替代寄主繁育蝇蛹金小蜂的方法。**【方法】** 探讨分别以家蝇蛹和果蝇蛹繁育的蝇蛹金小蜂对家蝇和果蝇蝇蛹的选择性，并比较了在两种寄主上繁育的蝇蛹金小蜂在大小、寿命、产卵期、后代产量和性比等方面的差异。**【结果】** 结果表明与果蝇蛹相比，家蝇蛹明显较大，在家蝇蛹上发育的蝇蛹金小蜂后代个体也明显较大；家蝇蛹和果蝇蛹发育的寄生蜂雌蜂寿命为（13.4±4.11）和（3.94±2.49）d、产卵期分别为（11.4±4.11）和（3.13±2.42）d、单头雌蜂后代雌蜂数量分别为（34.31±31.83）和（7.88±3.58）头，在家蝇蛹上繁育的寄生蜂明显具有较长的寿命和产卵期、更多的雌雄蜂后代数量；在对家蝇蛹和果蝇蛹的选择上，繁育自家蝇和果蝇的蝇蛹金小蜂雌蜂选择频率的差异不大。**【结论】** 利用家蝇蛹繁殖的蝇蛹金小蜂在寄生果蝇蛹时具有更大优势，在繁殖蝇蛹金小蜂控制杨梅园等果蝇的为害时，可以选择家蝇蛹作为替代寄主。

关键词 寄生蜂，害虫，生物防治，替代寄主，果蝇

Comparative studies on parasitism of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) reared on housefly and fruit fly pupae

ZHOU He-Feng[1] ZHENG Jin-Tu[2] ZHANG Tong-Xin[2] XU Yong-Jiang[1]
CHEN Zhong-Mei[3] DUAN Bi-Sheng[3] HU Hao-Yuan[3**]

(1. Forestry Special Technology Popularization Center of Cixi, Cixi 315300, China; 2. Ningbo Technology Extension Center for Forestry and Specialty Forest Products, Ningbo 315012, China; 3. Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety in Anhui Province, College of Life Sciences, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract [Objectives] *Pachycrepoideus vindemmiae* is a parasite of fruit flies that is an important biological control agent of these pests. Whether this parasitoid can be reared on housefly pupae was investigated. **[Methods]** The host preferences of parasitoids reared on housefly or fruit fly pupae were compared. The offspring size, longevity, oviposition duration, productivity, and offspring sex ratio from females reared on these two types of hosts were also compared. **[Results]** Housefly pupae were significantly larger than fruit fly pupae, and parasitoids that developed from housefly pupae were also larger. The longevity, oviposition duration, number of offspring per female of female parasitoids reared on housefly and fruit fly pupae were (13.4 ± 4.11) and (3.94 ± 2.49) d, (11.4 ± 4.11) and (3.13 ± 2.42) d, (34.31 ± 31.83) and (7.88 ± 3.58), respectively. The host preferences of parasitoids reared on the two kinds of hosts were similar. **[Conclusion]** The results suggest that *P. vindemmiae* reared on housefly pupae were healthier than those reared on fruit fly pupae, and that housefly pupae are suitable hosts for rearing *P. vindemmiae* for the control of fruit fly pests in waxberry orchards.

Key words parasitoid wasps, pest insects, biological control, substituted hosts, fruit flies

---

* 资助项目：宁波市重大（重点）科技攻关择优委托项目（2009C10004）；国家公益性行业（农业）科研专项经费项目（201203089）；国家自然科学基金（31172145）；重要生物资源保护和利用研究安徽省重点实验室基金；大学生创新创业训练计划项目（201210370083）
**通讯作者，E-mail: haoyuanhu@126.com
收稿日期：2013-05-01，接受日期：2013-12-03

寄生蜂是重要的天敌昆虫，在生物防治上占据重要地位。大规模人工繁殖寄生蜂是利用寄生蜂对害虫进行生物防治的关键所在。蝇蛹金小蜂 *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani)是黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster* 的蛹期寄生蜂，属于膜翅目 Hymenoptera，小蜂总科 Chalcidoidea，金小蜂科 Pteromalidae，为世界范围内的广布种（Noyes, 2013）；在对杨梅园等果园的黑腹果蝇防治上具有重要的应用前景（段毕升等，2012；张同心等，2013）；该寄生蜂同时也是家蝇 *Musca domestica* 的蛹期寄生蜂（Noyes，2013）。

寄生蜂在发育中，营养物质全部源自寄主，寄主质量的好坏影响到寄生蜂后代的质量。一些研究在利用替代寄主繁育寄生蜂方面已经做出卓有成效的研究，如白蛾周氏啮小蜂 *Chouioia cunea* 和川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* 等（杨伟等，2005；姚万军和杨忠岐，2008）。替代寄主与初寄主相比，取材较易、繁殖快、效益高，繁殖出的寄生蜂常常具有对目标害虫的更强防治效果。同果蝇蛹相比，家蝇蛹具有较大的体积，可能在繁殖寄生蜂时具有更大优势。本文利用家蝇蛹和果蝇蛹繁殖蝇蛹金小蜂，比较了两种寄主繁殖的寄生蜂对家蝇蛹和果蝇蛹的选择性，以及在大小、寿命、产卵期、后代性比等方面的差异，旨在为规模化繁殖蝇蛹金小蜂并应用于杨梅园等果园黑腹果蝇防治提供参考。

1　材料与方法

1.1　材　料

供试黑腹果蝇采自余姚市丈亭镇杨梅基地，在室内进行人工饲养。黑腹果蝇的饲养方法采用本实验室的改进蝇笼饲养方式（段毕升等，2012），笼内放置直径 10 cm、高 15 cm 的玻璃杯，杯中加入 1~2 cm 厚的固体培养基碎片。每天定期更换果蝇蝇笼内的产卵杯，以卫生纸封口，并用喷瓶喷以少量牛奶，饲养至幼虫化蛹；果蝇蛹一般集中在光滑的玻璃杯杯壁上，使用喷瓶喷少许水，湿润果蝇蛹，随后用软毛笔扫下蛹，并置于吸水纸上吸去蛹表水滴，挑取 3 日龄以内大小近似的果蝇蛹用于饲养和实验。供试家蝇采自安徽师范大学中校区食堂附近，在室内进行人工饲养 2 年以上（陈中正等，2011）。家蝇饲养方法参照何凤琴（2006），室内使用含水量 60%左右的麦麸饲养幼虫获得家蝇蝇蛹。通过调整饲料中家蝇卵的数量，获得大小近似的家蝇蛹。

蝇蛹金小蜂于宁波市宁海县松鹰杨梅基地通过饲养的果蝇蛹诱集获得（段毕升等，2012），以黑腹果蝇蛹为寄主，连续饲养 1 年以上。培养器皿为直径 10 cm、高 15 cm 的玻璃杯。蝇蛹和小蜂比例为 20∶1，同时以 10%的蜂蜜水补充营养。实验前，取出部分蝇蛹金小蜂以家蝇蛹为寄主进行饲养，繁殖 3 代以上。

实验在人工气候箱（PRX450A，宁波海曙赛福实验仪器厂）内进行，温度为（25±1）℃，光照强度约为 2 000 lx（14L∶10D），相对湿度为 50%±5%。使用数码体式显微镜（MC-D310U，凤凰光学集团有限公司）进行图像采集并拍照。分装蛹时使用的冻存管直径 1 cm、高 5 cm，在管盖处开孔并封以 100 目尼龙网。用于实验观察的小玻璃杯透明，直径 4 cm、高 5 cm。

1.2　家蝇蛹和果蝇蛹繁育的蝇蛹金小蜂对两种类型的蛹选择

将羽化 24 h 内蝇蛹金小蜂收集在上述玻璃杯中，并给予 10%蜂蜜水，饲养 24 h，以便其充分自由交配，来自家蝇蛹和果蝇蛹的蝇蛹金小蜂分开收集。实验分为源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂和源自果蝇蛹的蝇蛹金小蜂两个处理，每处理各 31 个重复。实验时，取洁净的玻璃 Y 管，在短管的两端内分别放置 5 枚家蝇蛹和 5 枚果蝇蛹，将交配后的雌蜂从长管端引入，并将 Y 管的各个开口用脱脂棉封口，以防止寄生蜂钻出。记录寄生蜂对两个种类寄主的选择，当寄生蜂完成首次寄生后，挑出被寄生的蝇蛹，装入冻存管中，寄生蜂用 75%酒精浸泡保存。统计寄生蜂对两种寄主的选择频率，饲养被寄生的蛹至出蜂，统计羽化的寄生蜂数量。

1.3　家蝇蛹和果蝇蛹繁育的蝇蛹金小蜂对黑腹果蝇蛹的利用

实验分为源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂和源自果蝇蛹的蝇蛹金小蜂两个处理，每个处理均使用交配后的蝇蛹金小蜂为产卵者。每个处理均设 20 个重复组，每个小玻璃杯为 1 个重复；在杯中引入一头交配后的雌蜂，接入 20 头 3 日龄内的果

蝇蛹，同时以脱脂棉沾取 10% 蜂蜜水以提供营养。每 24 h 定时取出杯中蝇蛹，再补充 20 头相应日龄的新鲜蝇蛹。实验持续至雌蜂死亡。将每天更换后获得的蝇蛹分别装入冻存管中，每天定时记录各管内羽化的雄蜂、雌蜂和果蝇数量，管内蝇蛹在体式显微镜下镜检。统计获得寄生蜂的存活时间、产卵历期、果蝇数量、每日雌蜂和雄蜂产量及性比。数据经过筛选，排除仅产雄性后代的重复组，源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂处理组有效重复组为 13 组，果蝇蛹小蜂有效重复组为 17 组。

1.4　数据分析

使用数码体式显微镜进行蛹和寄生蜂图像拍摄，并测量寄生蜂后足胫节长度和寄主蛹的长度。在 R2.6.1 软件中使用广义线性模型（Generalized linear model，GLM）分析了各参数对寄生蜂后代数量和后代性比的影响。数量数据使用泊松分布模型，比例数据使用二项分布模型。建立模型后，根据模型的 *HF*（残差/*df*）值判定数据与泊松分布或二项分布的符合程度。较大的 *HF* 值（*HF* > 1）意味着偏离泊松分布或二项分布，会导致显著性检验程度被高估；用近似泊松分布（Quasipoisson）或近似二项分布（Quasibinomial）进行模型拟合，对最后获得的模型用 *F* 检验进行分析（Crawley, 2007）。卡方检验和 *t*-检验使用 SPSS11.5 软件完成（张文彤, 2002）。

2　结果与分析

2.1　蝇蛹金小蜂对果蝇蛹和家蝇蛹的选择性

繁育自两种类型蛹的蝇蛹金小蜂对果蝇蛹和家蝇蛹的选择如表 1 所示，31 组源自果蝇蛹的蝇蛹金小蜂中，选择果蝇蛹的为 16 头，选择家蝇蛹的为 15 头；31 组源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂中，选择果蝇蛹的为 11 头，选择家蝇蛹的为 20 头。卡方检验结果表明，两种来源的蝇蛹金小蜂对果蝇蛹和家蝇蛹的选择频率差异不具有统计学意义（χ^2=1.64，*df*=1，*P*=0.20）。源自果蝇蛹和家蝇蛹的蝇蛹金小蜂寄生后，果蝇蛹和家蝇蛹中，各有 6 头家蝇蛹和 1 头果蝇蛹没有出蜂。实验用的家蝇蛹和果蝇蛹的长度差异显著（t_{60}=43.06, *P*<0.01），家蝇蛹显著较果蝇蛹大（图 1）。

表 1　繁育自不同寄主的蝇蛹金小蜂对家蝇蛹和果蝇蛹的寄生选择

Table 1　Parasitic selection of *Pachycrepoideus vindemmiae* from different hosts to housefly and fruit fly pupae

类型 Types	蛹 Pupae		后代 Offspring		
	类型 Types	数量 Number	性别 Sex	数量 Number	胫节长度 Tibia length (mm)
果蝇蜂 Parasitoids from fruit fly pupae	果蝇 Fruit flies	16	雌 Female	13	0.32±0.04
			雄 Male	2	0.35±0.06
	家蝇 Houseflies	15	雌 Female	8	0.40±0.04
			雄 Male	1	0.35
家蝇蜂 Parasitoids from housefly pupae	果蝇 Fruit flies	11	雌 Female	7	0.37±0.02
			雄 Male	3	0.32±0.01
	家蝇 Houseflies	20	雌 Female	13	0.40±0.03
			雄 Male	1	0.37

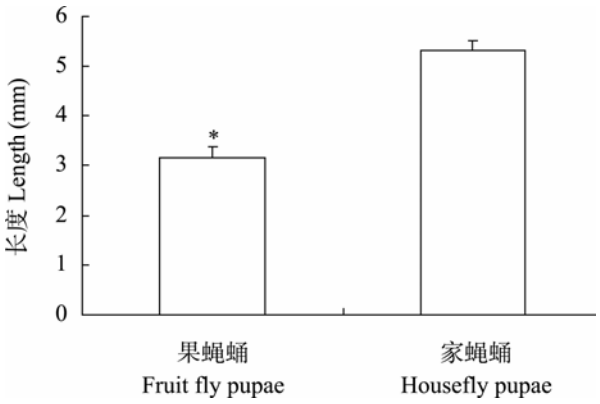


图 1 家蝇蛹和果蝇蛹大小比较

Fig. 1 Comparison of housefly pupae and fruit fly pupae size

*表示平均数±标准差，下图同。

* indicates mean±SD, the same below.

使用 GLM 模型分析了寄生蜂类型（源自果蝇蛹和家蝇蛹）、蛹类型（果蝇蛹和家蝇蛹）以及两者间交互作用对蝇蛹金小蜂雌蜂后代胫节长度的影响。结果表明，寄生蜂后代胫节长度受寄生蜂类型（$F_{1,38}$=5.76, P=0.02）和蛹类型（$F_{1,39}$=31.90, P<0.01）的影响显著，在家蝇蛹上发育的寄生蜂后足胫节显著较长，表明使用家蝇蛹繁殖的蝇蛹金小蜂具有较大的后代个体；源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂的后代胫节显著较长。寄生蜂类型和蛹类型之间的交互作用对寄生蜂雌蜂后代的胫节长度影响并不显著（$F_{1,37}$=3.61, P=0.07），这表明寄生蜂类型和蛹类型的影响是相互独立的。

2.2 不同寄主羽化的蝇蛹金小蜂对黑腹果蝇蛹的利用

在家蝇蛹羽化的蝇蛹金小蜂寄生果蝇蛹的实验中，7 组寄生蜂后代全部为雄性，表明该雌蜂可能为未成功交配个体，故未包含在分析中。蝇蛹金小蜂的产卵期为（11.38±4.11）d（N=13），最长产卵期为 19 d ，平均寿命为（13.38±4.11）d（N=13），最长寿命 21 d。单个雌蜂后代雌雄蜂分别为（34.31±31.83）头和（20.00±15.50）头（N=13），后代雄性百分比为（0.42±0.22）（N=13）。

在果蝇蛹羽化的蝇蛹金小蜂寄生果蝇蛹的实验中，3 组寄生蜂后代全部为雄性，表明该雌蜂可能为未成功交配个体，故未包含在分析中。蝇蛹金小蜂的产卵期为（3.13±2.42）d（N=17），最长产卵期为 11 d，平均寿命为（3.94±2.49）d（N=17），最长寿命 12 d。单个雌蜂后代雌雄蜂分别为（7.88±3.58）头和（3.50±3.60）头（N=17），后代雄性比为（0.27±0.18）（N=17）。

与源自果蝇蛹的蝇蛹金小蜂相比，源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂明显具有较长的寿命（$t_{18.19}$=7.37, P<0.01）和产卵期（$t_{19.23}$=6.10, P<0.01）（图 2），后代雌蜂数量（$F_{1,29}$=18.80, P<0.01）、雄蜂数量（$F_{1,29}$=29.10, P<0.01）和后代总数（$F_{1,29}$=36.95, P<0.01）均显著较多（图 3）。后代雄性百分比

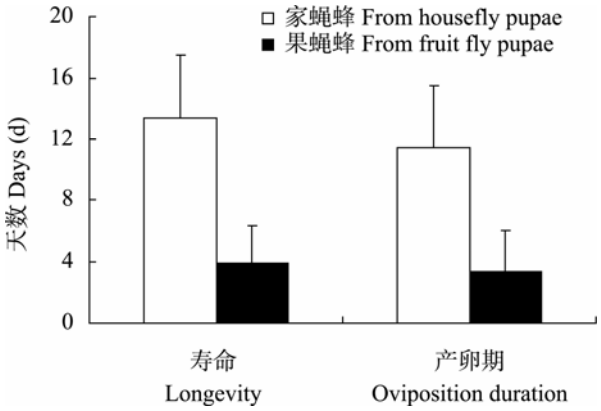
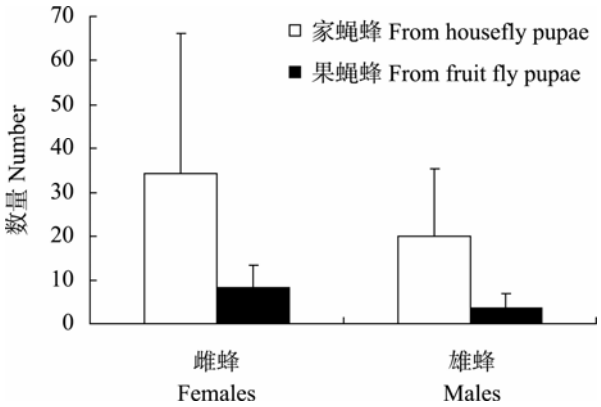


图 2 源自家蝇蛹和果蝇蛹的蝇蛹金小蜂寿命和产卵期

Fig. 2 Longevity and oviposition duration of *Pachycrepoideus vindemmiae* from housefly and fruit fly pupae respectively



* 资助项目：宁波市重大（重点）科技攻关择优委托项目（2009C10004）；国家公益性行业（农业）科研专项经费项目（201203089）；国家自然科学基金（31172145）；重要生物资源保护和利用研究安徽省重点实验室基金；大学生创新创业训练计划项目（201210370083）

**通讯作者，E-mail: haoyuanhu@126.com

收稿日期：2013-05-01，接受日期：2013-12-03

图 3　源自家蝇蛹和果蝇蛹的蝇蛹金小蜂后代产量
Fig. 3　Production of *Pachycrepoideus vindemmiae* from housefly and fruit fly pupae respectively

在源自两种类型蛹的蝇蛹金小蜂之间不存在显著差异（$F_{1,29}$=0.60, P=0.44）。可见，在与源自果蝇蛹的蝇蛹金小蜂相比，源自家蝇蛹的蝇蛹金小蜂在寿命、产卵期、后代产量等方面均具有显著优势。

3　讨　论

对于抑寄生性寄生蜂而言，在发育中，营养物质全部源自寄主，寄主质量的好坏影响到寄生蜂后代的质量；寄生蜂雌蜂对寄主的选择影响其后代的适应性（Lampson *et al.*, 1996; Liu *et al.*, 2011）。蝇蛹金小蜂存在着多种蝇类寄主，如黑腹果蝇、家蝇和多种实蝇等（Noyes, 2013）。同时，蝇蛹金小蜂还可成为蝇类其他种类寄生蜂的重寄生蜂，形成兼性重寄生蜂，如存在对 4 种实蝇类初寄生蜂的重寄生习性（Wang and Messing, 2004）。蝇蛹金小蜂的个体大小随寄主不同而在一定范围内变化，多样性的寄主导致寄生蜂个体大小的多样性；在较大的寄主体内，能够形成较大的后代个体。本研究表明与果蝇蛹相比，家蝇蛹显著较大，在家蝇蛹上发育的蝇蛹金小蜂个体明显较大、产卵期和寿命显著变长以及雌雄蜂后代数量更多。而在对家蝇蛹和果蝇蛹的选择上，源自家蝇和果蝇的蝇蛹金小蜂雌蜂选择频率的差异不大。这表明，利用家蝇蛹繁殖的蝇蛹金小蜂具有更大优势，在繁殖蝇蛹金小蜂控制果蝇的为害时，可以选择家蝇蛹作为替代寄主，从而获得更好的对果蝇控制效果。

一些研究指出，寄生蜂存在对所寄生寄主类型的“学习”行为（杨伟等，2005；Lentz and Kester, 2008）。用替代寄主黄粉虫 *Tenebriomolit* 蛹繁殖的川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* 时，当川硬皮肿腿蜂羽化期和成虫初期经历松枝皮、松针、松节油、杉枝皮等的挥发物后，雌蜂对这些挥发物的选择性提高，形成“学习行为”，从而提升了使用替代寄主繁育的寄生蜂的寄生功效（杨伟等，2005）。寄生蜂对寄主类型的“学习行为”主要存在于羽化后的寄生经验，尤其是羽化早期的经历（刘树生等，2003）。对一种幼虫期寄生蜂 *Psyttalia concolor*（Hymenoptera: Braconidae）的研究也表明，羽化后的寄生蜂对寄主所在环境中的一些颜色等特性特征具有学习行为，可形成对特定背景颜色的偏好性（Benelli and Canale, 2012）。这些已有的研究基础表明，蝇蛹金小蜂发育期的寄主类型可能不能对其成虫期对寄主的选择产生显著影响。本研究的结果表明，发育自家蝇蛹和果蝇蛹的蝇蛹金小蜂对家蝇蛹和果蝇蛹并不具显著的选择偏好，也进一步证明这一推论。使用家蝇蛹繁殖的蝇蛹金小蜂在理论上完全具备对果蝇蛹的寄生倾向。

参考文献 (References)

Benelli G, Canale A, 2012. Learning of visual cues in the fruit fly parasitoid *Psyttalia concolor* (Szépligeti)(Hymenoptera: Braconidae). *Biocontrol*, 57: 1–11.

Crawley M, 2007. The R Book. Chichester: Wiley Publishing. 511–548.

Lampson LJ, Morse JG, Luck RF, 1996. Host selection, sex allocation, and host feeding by *Metaphycus helvolus* (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccidae) and its effect on parasitoid size, sex, and quality. *Environ. Entomol*., 25: 283–294.

Lentz AJ, Kester KM, 2008. Postemergence experience affects sex ratio allocation in a gregarious insect parasitoid. *J. Insect Behav*., 21(1): 34–45.

Liu Z, Xu B, Li L, Sun J, 2011. Host-size mediated trade-off in a parasitoid *Sclerodermus harmandi*. *PLoS ONE*, 6: e23260.

Noyes JS, 2013. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids.

Wang XG, Messing RH, 2004. The ectoparasitic pupal parasitoid, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera : Pteromalidae), attacks other primary tephritid fruit fly parasitoids: host expansion and potential non-target impact. *Biol. Control*, 31: 227–236.

陈中正, 刘继兵, 贺张, 段毕升, 胡好远, 2011. 蝇蛹金小蜂对家蝇蛹的寄生策略. 应用昆虫学报, 48(6): 1765–1769.[CHEN ZZ, LIU JB, HE Z, DUAN BS, HU HY, 2011. Strategies of *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani parasitizing pupae of houseflies. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(6): 1765–1769.]

段毕升, 郑金土, 方磊, 胡好远, 张同心, 周和锋, 陆艇, 2012. 蝇蛹金小蜂对黑腹果蝇蛹的寄生习性. 热带作物学报, 33(6): 1111–1115. [DUAN BS, ZHENG JT, FAGN L, HU HY, ZHANG TX, ZHOU HF, LU T, 2012. Parasitic behavior of *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani to fruit fly pupae.

Chinese Journal of Tropical Crops, 33(6): 1111–1115.]

何凤琴, 2006. 蝇蛆养殖与利用技术. 北京: 金盾出版社. 43–55. [HE FQ, 2006. Massive rearing of the houseflies. Beijing: Jin Dun Publishing House. 43–55.]

刘树生, 江丽辉, 李月红, 2003. 寄生蜂成虫在寄主搜索过程中的学习行为. 昆虫学报, 46(2): 228–236. [LIU SS, JIANG LH, LI YH, 2003. Learning in adult hymenopterous parasitoids during the process of host-foraging. *Acta Entomologica Sinica*, 46(2): 228–236.]

杨伟, 谢正华, 周祖基, 黄琼, 杨春平, 2005. 用替代寄主繁殖的川硬皮肿腿蜂的学习行为. 昆虫学报, 48(5): 731–735. [YANG W, XIE ZH, ZHOU ZJ, HUANG Q, YANG CP, 2005. The learning behavior of *Scleroderma sichuanensis* Xiao (Hymenoptera: Bethylidae) fed on the fictitious hosts *Tenebriomo litor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Acta Entomologica Sinica*, 48(5): 731–735.]

姚万军, 杨忠岐, 2008. 人工繁殖管氏肿腿蜂的替代寄主研究. 中国生物防治, 24(3): 220–226. [YAO WJ, YANG ZQ, 2008. Mass-rearing of *Sclerodermus guani* (Hymenoptera: Bethylidae) with substitute host. *Chinese Journal of Biological Control*, 24(3): 220–226.]

张同心，郑金土，胡好远, 徐永江, 唐萍华, 汪国云. 2013. 一种杨梅园果蝇的人工饲养方法及其饲养寄生蜂的步骤. 中国专利, [P], CN102578052B. 2013-09-11. [ZHANG TX, ZHENG JT, HU HY, XU YJ, TANG PH, WANG GY, 2013. A method to artificially feed fruit flies in Chinese bayberry orchards and the steps of rearing parasitoids to the pests. Chinese patent, [P], CN102578052B. 2013-09-11.]

张文彤, 2002. SPSS 统计分析教程. 北京: 北京希望电子出版社. 225-227, 259–270. [ZHANG WT, 2002. SPSS statistical analysis. Beijing: Hope Electronic Press. 225-227, 259–270.]