

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.06.20

斜纹夜蛾取食四种植物对马尼拉侧沟茧蜂发育和繁殖的影响

吴天德, 李霜霜, 许再福*

(华南农业大学昆虫学系, 广州 510640)

摘要: 研究斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* 幼虫取食 4 种植物后对马尼拉侧沟茧蜂 *Microplitis manilae* 生长发育和繁殖的影响, 为利用该蜂开展斜纹夜蛾的生物防治提供理论依据。在人工气候箱内 ($26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、RH 65% $\pm$ 5%、L:D = 12:12) 研究了斜纹夜蛾取食豇豆 *Vigna unguiculata*、芋艿 *Colocasia esculenta*、烟草 *Nicotiana tabacum* 和芥蓝 *Brassica alboglabra* 4 种植物对马尼拉侧沟茧蜂的生长发育和繁殖的影响。结果表明: 马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的夜蛾幼虫, 其幼虫期最短, 化蛹率、羽化率和累计存活率最高, 性比最低, 寿命最长; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其幼虫期最长, 化蛹率、羽化率和累计存活率最低, 蛹重最轻, 蛹期最长; 从取食芥蓝的斜纹夜蛾幼虫体内育出的雌蜂产卵量最高, 但成蜂寿命最短; 斜纹夜蛾取食 4 种植物对雌蜂个体大小无显著影响, 但取食烟草的夜蛾幼虫体内育出的雄蜂个体最小。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食不同植物的斜纹夜蛾幼虫, 马尼拉侧沟茧蜂的发育和繁殖存在显著差异。

关键词: 马尼拉侧沟茧蜂; 斜纹夜蛾; 寄主植物; 发育; 繁殖

中图分类号: Q965; S476

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 06-1224-07

Effects of *Spodoptera litura* feeding on four host plants on development and fecundity of *Microplitis manilae* (Ashmead)

WU Tian-De, LI Shuang-Shuang, XU Zai-Fu* (Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To provide a theoretical basis for the biological control of *Spodoptera litura* with *Microplitis manilae*. Under laboratory conditions, temperature $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, RH 65% $\pm$ 5% and photoperiod 12 h: 12 h, the effects of *S. litura* larvae after feeding four kinds of plants, *Vigna unguiculata*, *Colocasia esculenta*, *Nicotiana tabacum*, *Brassica alboglabra*, on developmental duration and fecundity of *M. manilae* were evaluated. The results showed that *M. manilae* parasitized *S. litura* larvae feeding on *V. unguiculata* had the shortest larvae duration, the highest pupation rate, eclosion rate and total survival rate, the lowest sex ratio and the longest adult lifespan; *M. manilae* parasitized *S. litura* larvae feeding on *N. tabacum*, the longest larvae duration, the lowest pupation rate, eclosion rate and total survival rate, the lightest pupal weight and the longest pupal duration were observed; *M. manilae* developed from *S. litura* larvae feeding on *B. alboglabra*, female adult had the highest fecundity and the lowest lifespan; There was no significant effect on the size of individual females parasitoids when *S. litura* feeding on four kinds of plants. However, the male parasitoids emerged from *S. litura* larvae feeding on *N. tabacum* had the smallest size. There are significant differences in *M. manilae* development and reproduction, when wasps parasitized *S. litura* larvae feeding different plants.

Key words: *Microplitis manilae* Ashmead; *Spodoptera litura*; host plants; development; fecundity

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (2013CB127600); 国家自然科学基金 (31071733)

作者简介: 吴天德, 男, 1988 年生, 硕士研究生, 研究方向为昆虫生态与害虫防治, E-mail: wutiande2009@163.com

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

收稿日期 Received: 2015-12-28; 接受日期 Accepted: 2016-02-02

在漫长的进化中, 植物对植食性昆虫形成了一系列直接或间接的防御系统, 影响植食性昆虫的生长发育 (Müller and Riederer, 2005; Fortuna *et al.*, 2013)。另一方面, 很多植食性昆虫具有与之相适应的代谢能力, 能够排泄或分解植物产生的次生物质 (Ratzka *et al.*, 2002; Wittstock *et al.*, 2004)。甚至, 有些昆虫能够利用植物次生物质来防御天敌 (Singer *et al.*, 2009)。但也有研究表明, 植食性昆虫取食有毒或低营养的植物后免疫力会降低, 从而更易受到寄生蜂和病原体的侵害 (Cory and Hoover, 2006; Caron *et al.*, 2008)。研究发现植物的次生物质可以通过食物链对寄生蜂产生消极作用 (Traugott and Stamp, 1996; Soler *et al.*, 2005)。寄主取食不同的植物后, 寄主及其寄生蜂的生长发育都会不同程度地受到植物次生物质的影响 (Harvey *et al.*, 2007a)。所以, 在植物-植食性昆虫-天敌三级营养互作中, 植物能影响寄生蜂对寄主的搜寻、生长发育和适生性 (Turlings and Benrey, 1998; Sétamou *et al.*, 2005; Karimzadeh *et al.*, 2012)。

斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius) 属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae, 是一种食性广、爆发性害虫, 已知寄主植物有 109 科 389 种 (秦厚国等, 2006)。马尼拉侧沟茧蜂 *Microplitis manilae* Ashmead 是斜纹夜蛾的一种幼虫寄生蜂 (何俊华等, 2002), 能够寄生 1-4 龄的幼虫, 可以有效地抑制烟田中的斜纹夜蛾 (Torreno, 1990; Ando *et al.*, 2006)。影响寄生蜂适生性的因素有很多, 如寄主种类、龄期, 大小等以及环境因素 (Harvey, 2005; Hance *et al.*, 2007)。目前, 对于马尼拉侧沟茧蜂的研究主要为寄主龄期和温度对其生长发育的影响 (Ando *et al.*, 2006; 邱波和唐雅丽, 2010; Qiu *et al.*, 2012)。对于该寄生蜂寄主取食不同植物后对其生长发育的影响尚无报道。本研究在室内条件下以豇豆 *Vigna unguiculata*、芋艿 *Colocasia esculenta*、烟草 *Nicotiana tabacum*、芥蓝 *Brassica alboglabra* 为斜纹夜蛾的供试寄主植物, 观察比较斜纹夜蛾分别取食豇豆、芋艿、烟草、芥蓝后对马尼拉侧沟茧蜂生长发育、繁殖的影响, 以期在植物-植食性昆虫-天敌三级营养关系互作研究提供理论基础, 也为该蜂大田应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 寄主植物及栽培条件

植物: 豇豆 *V. unguiculata*: 品种是玉丰油白, 广州先科联蔬菜技术中心。

芋艿 *C. esculenta*: 品种是红芽芋, 芋种购于广州长湔市场。

芥蓝 *B. alboglabra*: 品种是中花芥蓝, 广州长合种子有限公司。

烟草 *N. tabacum*: 品种是 PVH19, 玉溪中烟种子有限责任公司。

寄主植物栽培条件: 室外用直径 12 cm 塑料花盆栽培豇豆、芥蓝、烟草 3 种植物, 芋艿在室外田间种植。植物生长过程中, 适量肥水, 人工除虫, 不使用任何化学农药, 采集成株期幼嫩叶片供试。

1.2 供试昆虫及饲养条件

斜纹夜蛾: 在温度 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、RH $50\% \pm 5\%$ 、光照 L:D = 13:11 的人工气候箱 (PQX-330A-12WM 型, 宁波莱福科技有限公司生产) 用人工饲料繁殖饲养 30 代以上。人工饲料由黄豆粉, 麦麸, 干酪素, 胆固醇, 氯化胆碱, 酵母粉, 肌醇, 山梨酸和维生素混合, 蒸煮 30 min。

马尼拉侧沟茧蜂: 在温度 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、RH $65\% \pm 5\%$ 、光照 L:D = 12:12 的人工气候箱 (PQX-330A-12WM 型, 宁波莱福科技有限公司生产) 内以斜纹夜蛾 2 龄幼虫为寄主, 经多代饲养并建立试验种群, 供实验用。

1.3 试验方法

1.3.1 斜纹夜蛾取食四种植物后对马尼拉侧沟茧蜂生长发育的影响

将 30 头取食不同植物叶片饲养的 2 龄斜纹夜蛾幼虫, 分别接入养虫盒 ($15.5\text{ cm} \times 11\text{ cm} \times 5\text{ cm}$, 下同), 并放入 1 对羽化 1 d 后已交配的马尼拉侧沟茧蜂, 让斜纹夜蛾幼虫被寄生。养虫盒放入相应的植物嫩叶和 10% 蜂蜜水的棉花球, 24 h 后将寄生蜂移走。每天定时观察幼虫发育情况, 根据幼虫取食情况及时更换寄主叶片, 清理粪便, 直至马尼拉侧沟茧蜂化蛹。化蛹后, 将单个蜂蛹挑进单个试管, 待蜂羽化。羽化后, 试管内放入 10% 蜂蜜水的棉花球供蜂取食, 直至寄生蜂死亡。记录马尼拉侧沟茧蜂发育历期、化茧率、蛹重、羽化时间、羽化率、雌雄性比、后足胫节、

成虫寿命等。每个重复 10 次, 寄生取食人工饲料斜纹夜蛾幼虫马尼拉侧沟茧蜂为对照试验。

化蛹率 (%) = 化蛹数 / 预蛹数 × 100

羽化率 (%) = 羽化蜂数 / 化蛹数 × 100

寄生蜂累计存活率 (%) = 成蜂数 / 寄生数 × 100

子代性比 = 羽化雌蜂数 / 羽化雄蜂数

1.3.2 斜纹夜蛾取食四种寄主植物后对马尼拉侧沟茧蜂繁殖的影响

将 60 头 2 龄斜纹夜蛾幼虫放入养虫盒中, 加入适量人工饲料供幼虫取食。每盒分别接入 1 对从取食豇豆、芋艿、烟草、芥蓝和人工饲料的夜蛾幼虫体内育出的马尼拉侧沟茧蜂, 在养虫盒内放浸有 10% 蜂蜜水的棉球供蜂取食, 将养虫盒放入人工气候箱内。寄生 24 h 后将成蜂取出, 之后每天定时更换同一龄期的寄主, 直至雌蜂死亡。将寄生过的夜蛾幼虫在人工气候箱内饲养, 直至寄生蜂结茧化蛹, 饲养期间每天观察 3 次, 根据幼虫取食情况及时更换饲料, 清理粪便。将正常生长的斜纹夜蛾在立体显微镜 (SZ61, OLYMPUS) 解剖观察是否被寄生上, 记录寄生总数, 每日产卵数。重复 5 次。

1.4 数据分析

试验数据先使用 Excel 软件进行初期统计分

析, 后期采用统计软件 SPSS Statistics 17.0 进行多重分析, 计算相应显著水平。

2 结果与分析

2.1 斜纹夜蛾取食四种植物对侧沟茧蜂发育历期的影响

斜纹夜蛾取食 4 种植物对马尼拉侧沟茧蜂发育的影响结果见表 1。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫, 其幼虫期为 7.27 d, 显著短于其他 3 种处理, 但与对照差异不显著; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 侧沟茧蜂幼虫期最长, 为 8.67 d, 显著长于其他 3 种处理和对照 ($F = 107.58, P < 0.001$)。从取食烟草的斜纹夜蛾幼虫体内育出的侧沟茧蜂的蛹期为 5.74 d, 显著长于其他 3 种处理和对照 ($F = 8.91, P < 0.001$)。寄生取食豇豆的夜蛾幼虫, 侧沟茧蜂卵-成虫历期最短; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 侧沟茧蜂卵-成虫历期最长 ($F = 91.15, P < 0.001$)。

因此, 马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫, 其幼虫期和卵-成虫历期最短; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其幼虫期、蛹期、卵-成虫的历期最长。

表 1 寄生取食 4 种植物的斜纹夜蛾幼虫的侧沟茧蜂的发育历期的比较

Table 1 The developmental duration of *Microplitis manilae* parasitized *Spodoptera litura* feeding on four host plants

寄主植物 Host plants	幼虫期 (d) Larval duration	蛹期 (d) Pupal duration	卵-成虫 (d) Development duration (Egg-adult)
豇豆 <i>V. unguiculata</i>	7.27 ± 0.08 c	5.23 ± 0.14 b	12.50 ± 0.15 c
芋艿 <i>C. esculenta</i>	8.28 ± 0.04 b	5.40 ± 0.04 b	13.68 ± 0.05 b
烟草 <i>N. tabacum</i>	8.67 ± 0.05 a	5.74 ± 0.04 a	14.41 ± 0.07 a
芥蓝 <i>B. alboglabra</i>	8.12 ± 0.05 b	5.38 ± 0.01 b	13.50 ± 0.05 b
对照 Artificial diet	7.51 ± 0.05 c	5.17 ± 0.05 b	12.69 ± 0.05 c

注: 表中数据为平均值 ± 标准误, 同一列数据后的不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。Note: Data in the table are represented as mean ± SE, means followed by the different letters in the same column are significantly different at 0.05 level. The same as belows.

2.2 斜纹夜蛾取食四种植物对侧沟茧蜂存活率的影响

斜纹夜蛾取食 4 种植物对马尼拉侧沟茧蜂存活率的影响结果见表 2。马尼拉侧沟茧蜂幼虫在取食芋艿和烟草的斜纹夜蛾幼虫体内发育的存活率分别为 71.33% 和 77.00%, 显著低于豇豆、芥蓝

2 种处理和对照 ($F = 13.24, P < 0.001$); 在取食豇豆和芥蓝的夜蛾幼虫体内发育的存活率与对照无显著差异。侧沟茧蜂在取食豇豆和芋艿的斜纹夜蛾幼虫体外的化蛹率分别为 90.47% 和 88.59%, 与对照无显著差异, 但均显著高于另外 2 种处理; 在取食烟草的夜蛾幼虫体外的化蛹率最低, 为

64.47%, 显著低于其他 3 种处理和对照 ($F = 44.01, P < 0.001$)。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫, 其羽化率和累计存活率最高, 分别为 91.84%、84.17%, 显著高于其他 3 种处理, 但与对照无显著差异; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其羽化率为 73.67%, 显著低于豇豆、芥蓝 2 种处理和对照 ($F = 22.92, P < 0.001$); 寄生取

食烟草的夜蛾幼虫, 累计存活率最低, 为 46.16%, 显著低于其他 3 种处理和对照 ($F = 79.00, P < 0.001$)。

因此, 马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫, 其幼虫存活率、化蛹率、羽化率和累计存活率最高; 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其化蛹率、羽化率和累计存活率最低。

表 2 寄生取食 4 种植物的斜纹夜蛾幼虫的侧沟茧蜂存活率的比较

Table 2 The survivorship of *Microplitis manilae* parasitized *Spodoptera litura* feeding on four host plants

寄主植物 Host plants	幼虫存活率 (%) Larval survival rate	化蛹率 (%) Pupation rate	羽化率 (%) Eclosion rate	累积存活率 (%) Total survival rate
豇豆 <i>V. unguiculata</i>	89.67 ± 2.41 a	90.47 ± 1.00 a	91.84 ± 1.02 a	84.17 ± 1.67 a
芋艿 <i>C. esculenta</i>	71.33 ± 1.51 b	88.59 ± 1.30 a	77.21 ± 1.82 bc	68.73 ± 1.25 b
烟草 <i>N. tabacum</i>	77.00 ± 1.89 b	64.47 ± 1.62 c	73.67 ± 1.89 c	46.16 ± 2.01 c
芥蓝 <i>B. alboglabra</i>	84.67 ± 2.73 a	74.33 ± 68.60 b	81.42 ± 2.09 b	70.97 ± 1.87 b
对照 Artificial diet	88.33 ± 2.00 a	92.17 ± 2.20 a	89.84 ± 1.12 a	82.70 ± 1.69 a

2.3 斜纹夜蛾取食四种植物对侧沟茧蜂蛹重和成蜂个体大小的影响

斜纹夜蛾取食 4 种植物对马尼拉侧沟茧蜂蛹重和成蜂个体大小的影响结果见表 3。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食烟草的斜纹夜蛾幼虫, 其蛹重最轻, 显著低于豇豆、芥蓝 2 种处理和对照 ($F = 12.12, P < 0.001$)。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食 4 种植物的

斜纹夜蛾幼虫, 其子代雌蜂的后足胫节长度无显著差异 ($F = 1.88, P = 0.13 > 0.05$); 寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其子代雄蜂后足胫节显著短于豇豆、芋艿 2 种处理和对照 ($F = 9.70, P < 0.001$)。

因此, 马尼拉侧沟茧蜂寄生取食烟草的夜蛾幼虫, 其蛹最轻, 子代雄蜂个体最小。

表 3 取食 4 种植物的斜纹夜蛾幼虫体内育出的侧沟茧蜂蛹重和后足胫节长度的比较

Table 3 The pupal weight and hind tibia length of *Microplitis manilae* parasitized *Spodoptera litura* feeding on four host plants

寄主植物 Host plants	蛹重 (mg) Pupal weight	后足胫节长度 (μm) Hind tibia length	
		雌 Female	雄 Male
豇豆 <i>V. unguiculata</i>	2.08 ± 0.02 b	907.49 ± 6.04 b	889.34 ± 4.03 ab
芋艿 <i>C. esculenta</i>	2.01 ± 0.10 bc	910.99 ± 2.43 ab	901.86 ± 2.67 a
烟草 <i>N. tabacum</i>	1.86 ± 0.06 c	913.91 ± 3.84 ab	869.73 ± 5.21 c
芥蓝 <i>B. alboglabra</i>	2.07 ± 0.06 b	917.53 ± 3.44 ab	880.35 ± 5.21 bc
对照 Artificial diet	2.46 ± 0.04 a	925.26 ± 7.83 a	900.73 ± 4.58 a

2.4 斜纹夜蛾取食四种植物对侧沟茧蜂性比、寿命和产卵量的影响

斜纹夜蛾取食 4 种植物对马尼拉侧沟茧蜂性比、寿命和产卵量的影响结果见表 4。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫, 其子代的性比为 0.54, 显著低于其他 3 种处理和对照; 寄生取食芋艿、烟草和芥蓝的夜蛾幼虫, 其子代的性

比无显著差异, 但均显著低于对照 ($F = 9.13, P < 0.001$)。从取食豇豆的夜蛾幼虫体内育出的雌蜂寿命为 24.62 d, 显著长于其他 3 种处理和对照 ($F = 131.53, P < 0.001$)。取食芥蓝幼虫体内育出的雌、雄蜂寿命最短, 分别为 17.05 d、15.90 d ($F = 40.20, P < 0.001$)。从取食芥蓝的斜纹夜蛾幼虫体内育出的雌蜂的产卵量最高, 平均为

278 粒/雌，显著高于其他 3 种处理和对照 ($F = 18.06$, $P < 0.001$)。

因此，马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的夜蛾

幼虫，其子代成蜂性比最低；寄生取食芥蓝的夜蛾幼虫，其子代雌蜂产卵量最高。

表 4 取食 4 种植物的斜纹夜蛾幼虫体内育出的侧沟茧蜂性比、寿命和产卵量的比较

Table 4 Sex rate, longevity, and fecundity of *Microplitis manilae* parasitized *Spodoptera litura* feeding on four host plants

寄主植物 Host plants	性比 (雌: 雄) Sex rate	成虫寿命 (d) Adult longevity		产卵量 (粒/雌) Fecundity
		雌 Female	雄 Male	
豇豆 <i>V. unguiculata</i>	0.54 ± 0.03 c	24.62 ± 0.48 a	20.73 ± 0.51 a	201.4 ± 5.36 c
芋艿 <i>C. esculenta</i>	0.71 ± 0.03 b	20.40 ± 0.09 b	20.23 ± 0.10 a	191.2 ± 4.40 c
烟草 <i>N. tabacum</i>	0.71 ± 0.05 b	19.49 ± 0.25 c	17.49 ± 0.53 b	183.00 ± 5.63 c
芥蓝 <i>B. alboglabra</i>	0.77 ± 0.04 b	17.05 ± 0.19 d	15.90 ± 0.11 c	278.00 ± 18.39 a
对照 Artificial diet	1.01 ± 0.10 a	17.16 ± 0.15 d	16.73 ± 0.10 bc	244.4 ± 5.68 b

3 结论与讨论

寄生蜂对不同寄主植物的表现主要是受植物化学物质的影响。一些研究表明，寄生蜂的寄主食物中的化感物质对寄生蜂的生长发育和存活有消极影响 (Barbosa *et al.*, 1986; Harvey *et al.*, 2003)。本实验表明，斜纹夜蛾幼虫取食不同植物后，马尼拉侧沟茧蜂的发育历期、存活率、性比和繁殖力等都有差异。马尼拉侧沟茧蜂寄生取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫，其子代幼虫发育历期最短，蛹较重，化蛹率和羽化率高，雌蜂较少；而寄生取食烟草的夜蛾幼虫后，寄生蜂子代的发育历期延长，存活率降低，蛹最轻。Sarfranz 等 (2009) 报道，小菜蛾 *Plutella xylostella* 取食 4 种植物后，对其寄生蜂 *Diadegma insulare* 的寄生率、发育历期、蛹重和成蜂寿命有显著影响。寄主取食不同植物后，寄主体内寄生蜂的卵发育到蛹的时间受寄主食物影响 (Sétamou *et al.*, 2005)。寄主取食不同的食物影响体内寄生蜂的发育历期，可能原因是寄主食物营养的差异，或是植物次生物质的作用，也有可能是食物营养与植物次生物质之间的共同影响 (Turlings and Benrey, 1998)。寄主的质量，如寄主大小和龄期等因素可以影响寄生蜂的生长发育和繁殖 (Colinet *et al.*, 2005; Kant *et al.*, 2012)。本实验对照中，马尼拉侧沟茧蜂寄生取食人工饲料的斜纹夜蛾幼虫，其发育历期短、存活率高、寿命长、繁殖力高，表明室内饲养的马尼拉侧沟茧蜂更适合寄生取食人工饲料的斜纹

夜蛾幼虫，可能原因是马尼拉侧沟茧蜂的长期室内饲养，已经适合寄生取食人工饲料的斜纹夜蛾幼虫。

当寄主幼虫取食不同植物时，寄生蜂的蛹重没有显著差异 (Harvey *et al.*, 2003)。本实验结果表明，斜纹夜蛾幼虫取食烟草时，马尼拉侧沟茧蜂的蛹重最轻；但斜纹夜蛾幼虫取食其他 3 种植物，马尼拉侧沟茧蜂的蛹重没有显著差异。Eben 等 (2000) 发现，从后代寿命、个体大小和性比考虑，取食西柚的果蝇 *Anastrepha ludens* 是前裂长管茧蜂 *Diachasmimorpha longicaudata* 的最好寄主，但是寄生取食芒果 *Mangifera indica* L. 的果蝇的前裂长管茧蜂雌性后代有更高的生殖力。同样，本研究发现马尼拉侧沟茧蜂寄生取食芥蓝的斜纹夜蛾幼虫后，其子代成蜂寿命短，但繁殖力最高。可能原因是芥蓝中含有对马尼拉侧沟茧蜂繁殖有益的因子。具体原因有待进一步研究。

寄生蜂个体的大小受植物质量的影响，雌蜂比雄蜂更为显著 (Harvey *et al.*, 2007b)。但本实验结果相反。在取食不同植物的斜纹夜蛾幼虫体内育出的雌蜂个体大小差异不显著，但雄蜂之间有差异。烟草对雌性个体大小的影响比雄性小，这可能是雌蜂比雄蜂对植物次生物质有更好的耐受性或是能更有效地进行代谢 (Ode *et al.*, 2004)。关于植物次生化合物对性别的影响的研究相对较少，一些农药毒理研究也表明雄蜂相比雌蜂更易受影响 (Scott *et al.*, 1988; Rathman *et al.*, 1992)。

综上所述，斜纹夜蛾幼虫取食 4 种植物对马

尼拉侧沟茧蜂的发育历期、存活率、蛹重、寿命和繁殖力等都有影响。马尼拉侧沟茧蜂在取食豇豆的斜纹夜蛾幼虫体内发育好, 存活率高; 在取食烟草的斜纹夜蛾幼虫体内发育较差, 存活率低。在田间应用中, 应根据种植的植物来选择蜂种和放蜂量, 以达到良好的防治效果。

参考文献 (References)

- Ando K, Inoue R, Maeto K, *et al.* Effects of temperature on the life history traits of endoparasitoid *Microplitis manilae* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), parasitizing the larvae of the common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 2006, 50 (3): 201–210.
- Barbosa P, Saunders JA, Kemper J, *et al.* Plant allelochemicals and insect parasitoids effects of nicotine on *Cotesia congregata* (say) (Hymenoptera: Braconidae) and *Hyposoter annulipes* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1986, 12 (6): 1319–1328.
- Caron V, Myers JH, Gillespie DR. Fitness – related traits in a parasitoid fly are mediated by effects of plants on its host [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2008, 132 (8): 663–667.
- Colinet H, Salin C, Boivin G, *et al.* Host age and fitness – related traits in a koinobiont aphid parasitoid [J]. *Ecological Entomology*, 2005, 30 (4): 473–479.
- Cory JS, Hoover K. Plant – mediated effects in insect – pathogen interactions [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 2006, 21 (5): 278–286.
- Eben A, Benrey B, Sivinski J, *et al.* Host species and host plant effects on preference and performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) [J]. *Environmental Entomology*, 2006, 29 (1): 87–94.
- Fortuna TM, Woelke JB, Hordijk CA, *et al.* A tritrophic approach to the preference – performance hypothesis involving an exotic and a native plant [J]. *Biological Invasions*, 2013, 15 (11): 2387–2401.
- Hance T, van Baaren J, Vernon P, *et al.* Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective [J]. *Annual Review of Entomology*, 2007, 52: 107–126.
- Harvey JA. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: The importance of functional constraints and incorporating complexity [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2005, 117 (1): 1–13.
- Harvey JA, Dam NMV, Gols R. Interactions over four trophic levels: Foodplant quality affects development of a hyperparasitoid as mediated through a herbivore and its primary parasitoid [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2003, 72 (3): 520–531.
- Harvey JA, Gols R, Wagenaar R, *et al.* Development of an insect herbivore and its pupal parasitoid reflect differences in direct plant defense [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2007a, 33 (8): 1556–1569.
- Harvey JA, Dam NMV, Witjes LMA, *et al.* Effects of dietary nicotine on the development of an insect herbivore, its parasitoid and secondary hyperparasitoid over four trophic levels [J]. *Ecological Entomology*, 2007b, 32 (1): 15–23.
- He JH, Shi ZH, Liu YQ. List of hymenopterous parasitoid of *Spodoptera litura* Fabricius China [J]. *Natural Enemies of Insects*, 2002, 24 (3): 128–137. [何俊华, 施祖华, 刘银泉. 中国斜纹夜蛾寄生蜂名录 [J]. 昆虫天敌, 2002, 24 (3): 128–137]
- Karimzadeh J, Hardie J, Wright DJ. Plant resistance affects the olfactory response and parasitism success of *Cotesia vestalis* [J]. *Journal of Insect Behavior*, 2012, 26 (1): 35–50.
- Kant R, Minor MA, Trewick SA, *et al.* Body size and fitness relation in male and female *Diaeretiella rapae* [J]. *Biocontrol*, 2012, 57 (6): 759–766.
- Müller C, Riederer M. Plant surface properties in chemical ecology [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2005, 31 (11): 2621–2651.
- Ode PJ, Berenbaum MR, Zangerl AR, *et al.* Host plant, host plant chemistry and the polyembryonic parasitoid *Copidosoma sosares*: Indirect effects in a tritrophic interaction [J]. *Oikos*, 2004, 104 (2): 388–400.
- Qin HG, Wang DD, Ding J, *et al.* Host plants of *Spodoptera litura* [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2006, 18 (5): 51–58. [秦厚国, 汪笃栋, 丁建, 等. 斜纹夜蛾寄主植物名录 [J]. 江西农业学报, 2006, 18 (5): 51–58]
- Qiu B, Tang YL. Effect of host stadium on the fecundity and life – span of *Snellenius manilae* (Ashmead) [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2010, 18 (6): 16–18. [邱波, 唐雅丽. 寄主龄期对马尼拉侧沟茧蜂繁殖力和寿命的影响 [J]. 长江蔬菜, 2010, 18 (6): 16–18]
- Qiu B, Zhou ZS, Luo SP, *et al.* Effect of temperature on development, survival, and fecundity of *Microplitis manilae* (Hymenoptera: Braconidae) [J]. *Environmental Entomology*, 2012, 41 (3): 657–664.
- Rathman RJ, Johnson MW, Rosenheim JA, *et al.* Sexual differences in insecticide susceptibility and synergism with piperonyl butoxide in the leafminer parasitoid *Diglyphus begini* (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1992, 85 (1): 15–20.
- Ratzka A, Vogel H, Kliebenstein DJ, *et al.* Disarming the mustard oil bomb [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2002, 99 (17): 11223–11228.
- Sarfraz M, Dossdall LM, Keddie BA. Fitness of the parasitoid *Diadegma insulare* is affected by its host's food plants [J]. *Basic and Applied Ecology*, 2009, 10 (6): 563–572.
- Scott JG, Rutz DA. Comparative toxicities of seven insecticides to house flies (Diptera: Muscidae) and *Urolepis rufipes* (Ashmead) (Hymenoptera: Pteromalidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1988, 81 (3): 804–807.
- Sétamou M, Jiang N, Schulthess F. Effect of the host plant on the survivorship of parasitized *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera: Crambidae) larvae and performance of its larval parasitoid *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) [J]. *Biological Control*, 2005, 32 (2): 183–190.

- Singer MS , Mace KC , Bernays EA. Self – medication as adaptive plasticity: Increased ingestion of plant toxins by parasitized caterpillars [J]. *PLoS ONE* ,2009. 4 (3) : 1932 – 6203.
- Soler R , Bezemer T , Putten WHVD , *et al.* Root herbivore effects on above-ground herbivore , parasitoid and hyperparasitoid performance via changes in plant quality [J]. *Journal of Animal Ecology* , 2005 , 74 (6) : 1121 – 1130.
- Torreno HS. Parasitization behavior and efficiency of the Braconid , *Microgaster manilae* (Ashmead) , against the cutworm , *Spodoptera litura* (F.) [J]. *Tropical Pest Mangement* , 1990 , 36 (2) : 128 – 130.
- Traugott MS , Stamp NE. Effects of chlorogenic acid-and tomatine-fed caterpillars on the behavior of an insect predator [J]. *Journal of Insect Behavior* , 1996 , 9 (3) : 461 – 476.
- Turlings TCJ , Benrey B. Effects of plant metabolites on the behavior and development of parasitic wasps [J]. *Ecoscience* , 1998 , 5 (3) : 321 – 333.
- Wittstock U , Agerbirk N , Stauber EJ , *et al.* Successful herbivore attack due to metabolic diversion of a plant chemical defense [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* , 2004 , 101 (14) : 4859 – 4864.