

豆科植物繁殖烟蚜及扩繁烟蚜茧蜂的潜力

张洪志¹, 谢应强^{1,2}, 孔琳¹, 李萍¹, 向梅¹, 韩兆阳³, 李玉艳^{1*}, 张礼生^{1*}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100039; 2. 福建农林大学植物保护学院, 福州 350002; 3. 扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225009)

摘要: 为探究豆科植物作为繁育烟蚜和扩繁烟蚜茧蜂寄主植物的潜力, 本研究测试了烟蚜在豌豆、蚕豆、大豆和绿豆4种豆科植物上的发育历期和繁殖力, 随后比较了豆科植物和烟草繁育的烟蚜茧蜂以及蚕豆烟蚜茧蜂回接烟草所获得的子代蜂在羽化率、体型、成虫寿命和寄生力等重要生物学特性上的差异。结果表明: 与豌豆和蚕豆相比, 大豆与绿豆上蚜虫发育历期更短; 大豆与绿豆单头烟蚜总产蚜量为22.3头和25.2头, 显著高于豌豆和蚕豆的21头和18.2头; 不同植物上蚜虫扩繁速度有显著差异, 绿豆不适合作为扩繁烟蚜和烟蚜茧蜂的寄主植物; 豌豆与大豆上僵蚜羽化率为67.5%和78.33%, 显著低于其他植物; 各植物上子代蜂性比无显著差异; 烟草繁育的子代蜂成虫寿命(6.89 d)和后足胫节长(雌蜂573.5 μm, 雄蜂493.5 μm)均显著高于豆科植物; 不同寄主植物繁育烟蚜茧蜂的寄生力由大到小为烟草, 蚕豆, 豌豆, 大豆; 回接组烟蚜茧蜂各项指标均不低于烟草组。综合考虑扩繁周期、时间、空间利用率及经济成本等因素, 蚕豆有望成为烟蚜茧蜂规模化扩繁的寄主植物。

关键词: 烟蚜茧蜂; 烟蚜; 寄主植物; 豆科植物

中图分类号: S476.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9261(2019)05-0821-08

Potential of Leguminous Crops as Host Plants for Rearing *Myzus persicae* and *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae)

ZHANG Hongzhi¹, XIE Yingqiang^{1,2}, KONG Lin¹, LI Ping¹, XIANG Mei¹, HAN Zhaoyang³,
LI Yuyan^{1*}, ZHANG Lisheng^{1*}

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100039, China; 2. College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: In order to explore the potential of leguminous plants as host plants for rearing *Myzus persicae* and *Aphidius gifuensis*, development duration and fecundity of *Myzus persicae* on four legume species, *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Glycine max*, and *Vigna radiata*, were tested. Further, biological characteristics, such as emergence rate, body type, adult lifespan, and parasitic capacity, of the wasp *Aphidius gifuensis* were compared between the wasps reared on leguminous plants, tobacco, and the progeny wasps reared on tobacco from parent wasps reared on *V. faba* plants. The results showed that aphids reared on *G. max* and *V. radiata* plants were of shorter developmental duration than those obtained on the other two plant species and produced offspring aphids of 22.3 and 25.2, respectively, which were significantly higher than that from *P. sativum* plants (21) and *V. faba* plants (18.2). Aphids obtained from *P. sativum* plants were the heaviest. Aphid propagation rate differed significantly between the host plants, and *V. radiata* was not a suitable host plant for the propagation of aphid and wasp. The emergence rates of mummy obtained from *P. sativum* plants (67.5%) and from *G. max* plants (78.33%) were significantly lower than those

收稿日期: 2019-03-15

基金项目: 中国烟草总公司重大专项(110201601021-LS-01-); 国家重点研发计划(2017YFD0201000); 国家自然科学基金(31572062)

作者简介: 张洪志, 硕士研究生, E-mail: zhz_095@foxmail.com; *通信作者, 李玉艳, 助理研究员, E-mail: lyy129@126.com; 张礼生, 博士, 研究员, E-mail: zhangleesheng@163.com.

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.05.018

obtained from the other two plant species. No significant differences in sex ratio of the progeny aphids were detected between the host plant treatments. The adult progeny wasp lifespan (6.9 d) and tibia length of the hinder leg (573.5 μm for female and 493.5 μm for male) obtained from tobacco plants were significantly longer than those obtained from the legume plants. The wasp parasitic capacity resulted from different host plants was ranked as: *Nicotiana tabacum* > *V. faba* > *P. sativum* > *G. max*. In the progeny wasps reared on tobacco from parent wasps reared on *V. faba*, the performance parameters were all equal or superior to those of the tobacco group. In conclusion, considering rearing period, time and space use efficiency, and economic cost, *V. faba* is potential as the most suitable host plant for the mass rearing of *A. gifuensis*.

Key words: *Aphidius gifuensis*; *Myzus persicae*; host plant; leguminous

烟蚜 *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) 是一种广泛分布于世界各地且为害严重的农作物和园艺害虫。烟蚜的食性广泛, 全世界已报道的烟蚜寄主多达 50 个科 400 余种植物^[1]。烟蚜以群集方式在植物叶片及嫩茎上刺吸汁液, 造成植物的营养缺乏和组织破坏, 严重时甚至可使植物死亡^[2]。此外, 烟蚜及其分泌的蜜露还会导致多种植物疾病的传播, 严重为害农作物^[3,4]。

烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphididae) 主要分布于亚洲东部及夏威夷地区, 在我国各地均有分布^[5], 烟蚜茧蜂具有很强的寄生能力和适应性, 可用于防治烟蚜、麦长管蚜 *Sitobion avenae*、棉蚜 *Aphis gossypii* 等多种蚜虫^[6,7]。目前烟蚜茧蜂防治技术已在全国烟田应用面积超过 90%, 大农业推广面积在 30% 以上^[8]。传统的烟蚜茧蜂人工扩繁方法采用三级营养法, 即种植烟草饲养蚜虫, 再以蚜虫为寄主扩繁烟蚜茧蜂^[10]。然而烟苗自身的生长周期长、温湿度要求高等特点常成为制约烟蚜茧蜂大规模扩繁的限制因素^[11]。因此, 研究者们倾向于根据不同地域和季节特点筛选可替代烟草的寄主植物。例如, 芥菜可作为贵州地区冬季烟蚜茧蜂续代保种的载体植物^[12]; 白萝卜适用于湖北房县烟区特殊环境下的烟蚜茧蜂扩繁^[13]; 陈杰等^[11]针对粤北烟区的气候特点提出萝卜苗漂浮育苗繁育烟蚜茧蜂的技术。

目前烟蚜茧蜂替代寄主的筛选多集中于十字花科蔬菜^[12], 而同样在烟蚜取食范围内^[13], 且生长速度更快^[14]的豆科植物则少有涉及。鉴于此, 我们以常见的 4 种豆科植物为寄主植物, 测试烟蚜在各寄主植物上的发育历期、繁殖力和扩繁速度等; 然后利用不同寄主植物上的蚜虫繁育烟蚜茧蜂, 比较各组烟蚜茧蜂之间羽化率、性比、成虫寿命及寄生力等指标, 并与烟草繁育的烟蚜茧蜂进行对比。为明确不同寄主植物所繁育的烟蚜茧蜂之间的差异是否具遗传性, 以蚕豆苗繁育的烟蚜茧蜂回接寄生烟草上的蚜虫, 观察其子代蜂的各项指标与烟草组之间是否有显著性差异。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试植物为茄科的烟草 *Nicotiana tabacum* (云烟 87), 豆科的豌豆 *Pisum sativum* (中豌 6 号)、蚕豆 *Vicia faba* (临蚕 5 号)、大豆 *Glycine max* (中黄 56) 及绿豆 *Vigna radiata* (中绿 5 号)。在人工气候箱内以自制苗盘培育烟草幼苗, 培育条件为温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 80%、光周期 16L:8D。待其长至 3~4 片真叶时, 移栽至营养钵 (直径 9 cm, 高 10 cm) 内, 每盆一株, 待长至 8 片叶片待用。四种豆科植物种植在塑料育苗盆中 (长 30 cm, 宽 25 cm, 高 9 cm), 在温室内培育 (温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 40%、光周期 16L:8D), 待豆苗长到 5 cm 时待用。供试虫源烟蚜及烟蚜茧蜂均采自中国农业科学院植物保护研究所廊坊科研中试基地, 分别用各寄主植物连续饲养 10 代以上, 建立稳定的试验种群。另取数对蚕豆苗培育的烟蚜茧蜂寄生烟草培育的蚜虫, 取第一代僵蚜作为回接组试验种群待用。

1.2 不同寄主植物对烟蚜的影响

1.2.1 不同寄主植物繁育烟蚜的生物学测定 采用单头饲养法观察烟蚜的发育历期: 在 9 cm 透明塑料培养皿内放置一层湿润滤纸, 取寄主植物幼嫩叶片 (黄豆取一片子叶) 放入培养皿, 用软毛笔将孵化 12 h 以内的 1 龄若蚜转接到叶片上, 每皿放置 1 头, 每种寄主植物设置 20 个重复。每天 8:00 和 20:00 观察一次, 详细记录烟蚜的蜕皮、产蚜及死亡情况, 直到所有蚜虫死亡为止, 需要时除去皿内蜕皮及新产若蚜,

向滤纸补充干净清水并更换新鲜的叶片。

为比较不同寄主植物上烟蚜体型的大小, 在电子天平上对其进行称重, 称重时首先称量一个新的 1.5 mL 离心管重量, 后挑取 100 头生殖前期的蚜虫, 每组处理设 10 个重复。

1.2.2 不同寄主植物繁育烟蚜扩繁速度测定 将寄主植物移栽至营养钵内, 每盆 5 株, 接入来自同类寄主植物的 5 头生殖前期烟蚜, 并独立置于自制养虫笼 (长 42 cm, 宽 42 cm, 高 42 cm) 内, 每种寄主植物设 5 个重复。每 2 d 统计每盆寄主植物上的蚜虫总数, 连续观察 10 d。

1.3 不同寄主植物对烟蚜茧蜂的影响

1.3.1 不同寄主繁育烟蚜茧蜂的生物学测定 将带有蚜虫的寄主植物放入养虫笼内, 取来自同类寄主的烟蚜茧蜂成虫按 1:200 的蜂蚜比接入寄生, 待僵蚜出现后挑取 10 头僵蚜放置于 2 mL 离心管中, 每管 1 头, 每日观察, 记录僵蚜是否羽化和成虫性别, 计算羽化率和性比, 每种寄主植物设 12 个重复。每组处理中取 40 头羽化 12 h 以内的烟蚜茧蜂成虫置于玻璃指型管中, 每管 1 头, 用脱脂棉塞住管口, 每日 8:00 和 20:00 观察一次, 每次观察时向棉塞滴加 15% 蜂蜜水^[15], 并记录其死亡状况, 直到所有烟蚜茧蜂死亡为止, 计算烟蚜茧蜂成虫寿命。试验在人工气候箱内完成, 参数设置为温度 25 °C、相对湿度 80%、光周期 16L:8D。待烟蚜茧蜂成虫全部死亡后, 挑取完整的成虫尸体, 在体视解剖镜 (Olympus SZX10) 下测量其后足胫节长度, 每组处理测量雌蜂、雄蜂各 10 头。

1.3.2 不同寄主繁育烟蚜茧蜂的寄生力测定 将接有 600 头 3~4 日龄烟蚜的寄主放置于养虫笼内, 接入 3 对羽化 12 h 以内的烟蚜茧蜂成虫, 每日观察, 记录产生僵蚜的数量, 直到不再有新的僵蚜产生为止。每种寄主植物设 5 个重复, 试验在人工气候箱内完成, 参数设置同 1.3.1。

1.4 数据统计与分析

采用统计分析软件 SAS 9.1 对试验数据进行分析。差异显著性检验采用 ANOVA 方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同寄主植物对烟蚜发育历期的影响

在不同寄主植物上, 烟蚜的发育历期有显著差异 (表 1)。蚕豆组 1 龄若蚜历期最长, 另外 3 组间无显著性差异; 2 龄若蚜历期豌豆组和蚕豆组显著长于大豆组和绿豆组; 3 龄若蚜历期豌豆组显著长于其他 3 组; 4 龄若蚜历期豌豆组最长, 绿豆组最短; 生殖前期和生殖后期在 4 组间无显著性差异, 生殖期豌豆组和蚕豆组显著长于绿豆组和大豆组。整体而言, 绿豆组和大豆组若蚜期显著小于豌豆组和蚕豆组; 成蚜寿命豌豆组 > 蚕豆组 > 绿豆组 > 大豆组。说明绿豆和大豆繁殖速度更快, 但是烟蚜存活时间相对较短。

表 1 不同寄主植物上烟蚜的发育历期
Table 1 The developmental duration of *M. persicae* on different host plants (d)

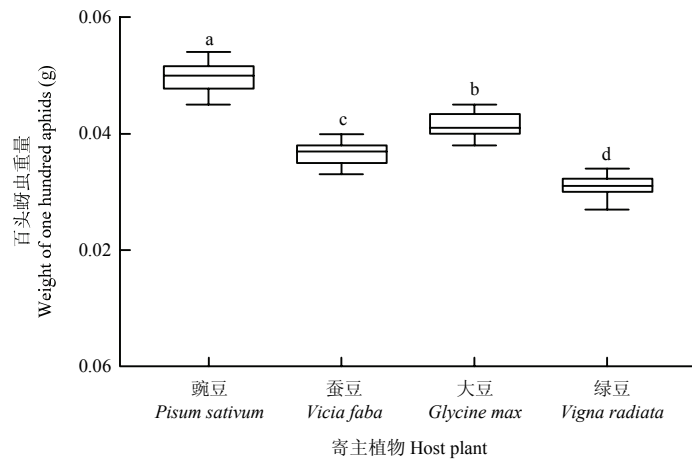
虫态 Stage	豌豆 <i>Pisum sativum</i>	蚕豆 <i>Vicia faba</i>	大豆 <i>Glycine max</i>	绿豆 <i>Vigna radiata</i>
1 龄若蚜 1 st instar	1.575 ± 0.127 b	2.400 ± 0.156 a	1.300 ± 0.056 b	1.175 ± 0.055 b
2 龄若蚜 2 nd instar	1.725 ± 0.077 a	1.550 ± 0.102 a	1.225 ± 0.057 b	1.250 ± 0.057 b
3 龄若蚜 3 rd instar	1.800 ± 0.084 a	1.325 ± 0.075 b	1.150 ± 0.073 b	1.400 ± 0.093 b
4 龄若蚜 4 th instar	1.675 ± 0.098 a	1.525 ± 0.117 ab	1.450 ± 0.095 ab	1.250 ± 0.077 b
若蚜期 Nymph	6.775 ± 0.123 a	6.800 ± 0.244 a	5.125 ± 0.140 b	5.075 ± 0.122 b
生殖前期 Pre-reproduction duration	1.300 ± 0.123 a	1.025 ± 0.106 a	0.925 ± 0.055 a	1.100 ± 0.124 a
生殖期 Reproduction duration	7.550 ± 0.361 a	7.400 ± 0.289 a	5.925 ± 0.189 b	6.200 ± 0.335 b
生殖后期 Post-reproduction duration	0.550 ± 0.034 a	0.525 ± 0.025 a	0.575 ± 0.041 a	0.550 ± 0.034 a
成蚜寿命 Adult longevity	9.400 ± 0.345 a	8.925 ± 0.345 ab	7.425 ± 0.230 c	7.900 ± 0.362 bc
世代历期 Generation duration	16.175 ± 0.321 a	15.725 ± 0.369 a	12.550 ± 0.292 b	12.975 ± 0.385 b

注: 表中数据为平均数 ± 标准误, 同行数据后的不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: Data in the table represented as means ± SE. The different letters in the same row indicated significant difference between treatments ($P < 0.05$).

2.2 不同寄主植物对烟蚜体型大小的影响

不同寄主植物对烟蚜个体发育有显著影响。豌豆繁育的烟蚜重量最高，为 0.0497 g/百头，其次分别为大豆（0.0417 g/百头）、蚕豆（0.0366 g/百头）和绿豆（0.031 g/百头）（图 1）。



注：数据为平均数±标准误，图中不同字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。

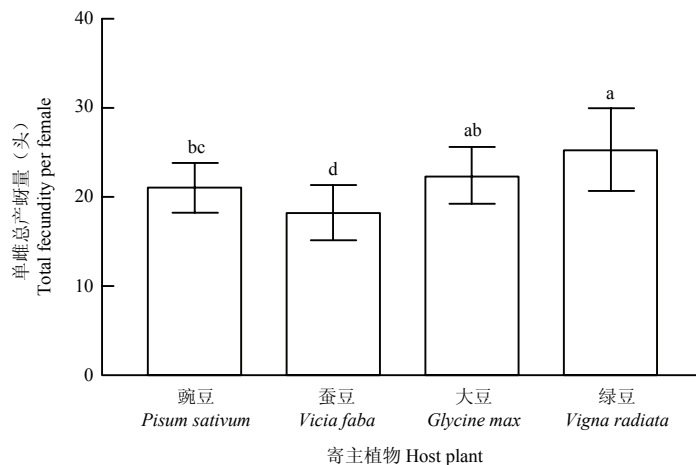
Note: Data represented as means ± SE. The different letters indicated significant difference between treatments ($P < 0.05$).

图 1 不同寄主植物上烟蚜的百头蚜虫重量

Fig.1 The weight of one hundred individuals of *M. persicae* on different host plants

2.3 不同寄主植物对烟蚜繁殖力及扩繁速度的影响

单头烟蚜产蚜量绿豆组（25.2 头）显著高于豌豆组（21 头）和蚕豆组（18.2 头），与大豆组（22.3 头）无显著差异；大豆组显著高于蚕豆组，与豌豆组无显著差异；豌豆组与蚕豆组无显著差异（图 2）。然而，在烟蚜扩繁速度比较中，豌豆组与蚕豆组的蚜虫增长量显著高于绿豆组和大豆组，且差异随着接蚜时间的延长逐渐增大。其中，绿豆组的烟蚜仅取食刚发芽的幼苗，当绿豆 2 片真叶展开后烟蚜离开并寻找新的寄主植物，导致 6 d 后绿豆上蚜虫数量逐渐减少（图 3）。绿豆不适合作为大规模扩繁烟蚜的寄主植物，因此，以豌豆、蚕豆和大豆作为寄主植物进行后续试验。



注：数据为平均数±标准误，图中不同字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。

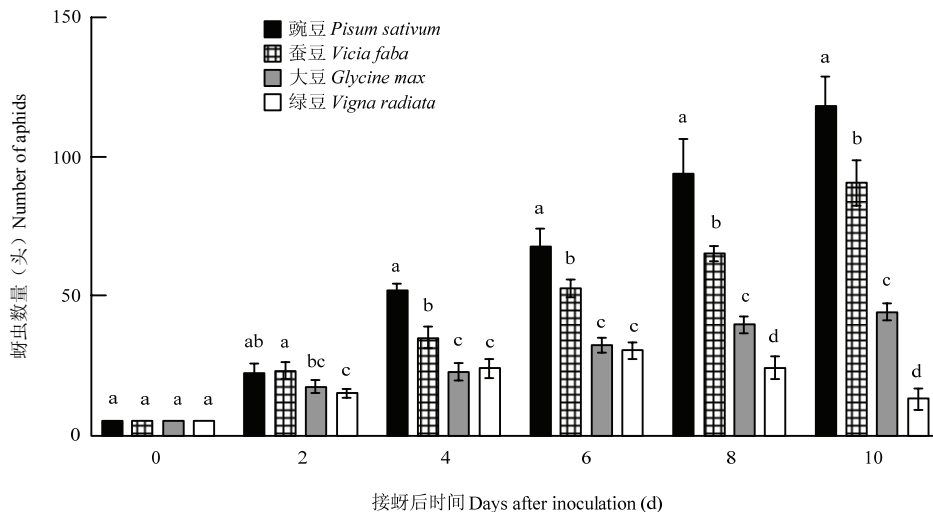
Note: Data represented as means ± SE. The different letters indicated significant difference between treatments ($P < 0.05$).

图 2 烟蚜在不同寄主植物上的产蚜量

Fig. 2 Fecundity of *M. persicae* on different host plants

2.4 不同寄主植物对烟蚜茧蜂羽化率、子代蜂性比和成虫寿命的影响

寄主植物对烟蚜茧蜂僵蚜羽化率有一定的影响，蚕豆组、烟草组与回接组之间僵蚜羽化率无显著差异，但显著高于豌豆组和大豆组。不同寄主植物对子代烟蚜茧蜂的性比无影响，各寄主植物繁育的烟蚜茧蜂雌性比例均在 56% 以上，各处理间无显著性差异。烟草繁育的烟蚜茧蜂成虫寿命显著长于豌豆组、蚕豆组和大豆组，回接组成虫寿命则长于烟草组（表 2）。



注：数据为平均数±标准误，图中不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。记录数据为所有烟蚜数，各寄主植物上初始烟蚜数为 5 头。

Note: Data represented as means ± SE. The different letters indicated significant difference between treatments ($P < 0.05$). The recorded data are the sum of *M. persicae* collected from each host plant, 5 aphids were released into each host plant at the beginning.

图 3 烟蚜在不同寄主植物上的扩繁速度

Fig. 3 Reproductive rates of *M. persicae* on different host plants

表 2 不同寄主植物上烟蚜茧蜂的羽化率、雌性比例、成虫寿命及寄生力

Table 2 Emergence rate, female proportion, adult longevity and number of aphid mummies of *A. gifuensis* on different host plants

寄主植物 Host plant	羽化率 Emergence rate (%)	雌性比率 Female proportion (%)	成虫寿命 Adult longevity (d)	僵蚜数量 Number of aphid mummies
豌豆 <i>Pisum sativum</i>	67.50 ± 3.05 b	56.61 ± 2.25 a	6.10 ± 0.24 c	136.00 ± 5.88 c
蚕豆 <i>Vicia faba</i>	94.17 ± 1.49 a	56.61 ± 2.25 a	5.90 ± 0.19 c	183.40 ± 5.97 b
大豆 <i>Glycine max</i>	78.33 ± 4.05 b	61.80 ± 1.63 a	5.33 ± 0.26 c	113.00 ± 5.99 d
烟草 <i>Nicotiana tabacum</i>	95.00 ± 1.95 a	57.89 ± 1.59 a	6.89 ± 0.13 b	239.00 ± 13.22 a
回接 Return parasitization	94.17 ± 1.93 a	57.56 ± 1.70 a	7.84 ± 0.21 a	246.60 ± 7.35 a

注：表中僵蚜数量为 3 头雌蜂所产总僵蚜数。

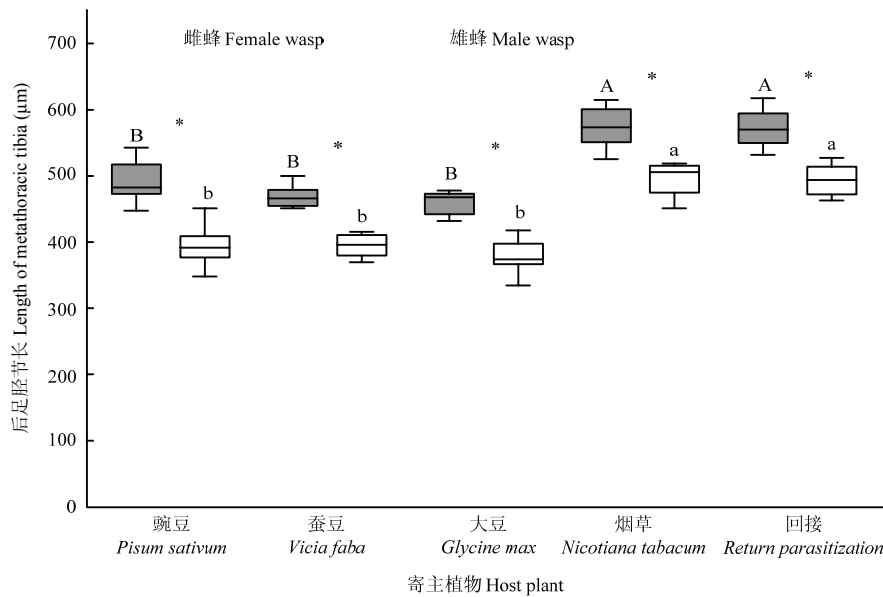
Note: The sum of mummies produced by 3 female wasps were listed in this table.

2.5 不同寄主植物对烟蚜茧蜂体型大小的影响

寄生蜂后足胫节长度与体型大小呈正相关，且骨化程度高，在成蜂死亡后不易扭曲变形，因此常作为衡量寄生蜂体型的指标^[16]。本研究中，豆科植物繁育的烟蚜茧蜂雌蜂后足胫节长度为 450~500 μm，显著高于雄蜂的 370~400 μm，各豆科植物同一性别成蜂体型无显著差异。烟草繁育的烟蚜茧蜂后足胫节雌蜂为 573.5 μm，雄蜂为 493.5 μm，显著高于豆科植物。而回接组成蜂体型则与烟草组无显著差异（图 4）。

2.6 不同寄主植物对烟蚜茧蜂寄生力的影响

寄主植物对烟蚜茧蜂寄生力有显著影响，在不同寄主植物上获得的僵蚜数烟草 > 蚕豆 > 豌豆 > 大豆。回接组烟蚜茧蜂寄生力与烟草组无显著差异（表 2）。



注: *表示雌性和雄性间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: * indicated significant difference between female and male wasps ($P < 0.05$).

图 4 不同寄主上繁育的烟蚜茧蜂后足胫节长度

Fig. 4 Metathoracic tibia lengths of *A. gifuensis* reared on different host plants

3 讨论

烟蚜的寄主范围广泛, 主要有茄科、十字花科和豆科等^[13]。目前对于扩繁烟蚜及烟蚜茧蜂寄主植物的研究主要集中于茄科的烟草、茄子, 十字花科的萝卜、甘蓝、白菜等^[12,13,17], 利用豆科植物繁育烟蚜的研究较少。然而有研究表明, 多种豆科植物病毒如黑眼豇豆花叶病毒^[18]、蚕豆萎蔫病毒^[19]、大豆花叶病毒^[20]等均可由烟蚜传毒。此外, 朱经云^[21]发现取自辣椒的桃蚜种群在蚕豆上培养 6 代即可完全适应, 贵州省也曾有桃蚜长期为害棒豆的报道^[22]。由此可知, 烟蚜可以在豆科植物上取食、生长和繁殖, 既豆科植物有成为烟蚜及烟蚜茧蜂繁育替代寄主的潜力。

很多研究倾向于将寄生蜂的生物学特性如羽化率、性比、成虫寿命、体型、寄生力等作为评价寄主植物适合性的重要指标^[23,24]。本试验中, 豆科植物与烟草所繁育的烟蚜茧蜂在成虫寿命、后足胫节长及寄生力等方面有明显的差异。然而当以蚕豆苗繁育的烟蚜茧蜂寄生烟草繁育的蚜虫时, 所获得的子代蜂生物学特性恢复到了与烟草所繁育的蜂相同的水平, 说明烟蚜茧蜂的这些特征受到营养物质等非遗传因素影响^[25]。也就是说, 在田间防治实践中, 烟草和蚕豆所繁育烟蚜茧蜂之间的性状差异会在一代后消失, 考虑到生物防治是一个长期和持续的过程, 可以推测两者的防效不会有明显区别。因此本文认为, 如果一种繁蜂方式可以降低单位数量寄生蜂的生产成本, 那么该方法所繁蜂在生物学特性上的一些劣势或许可以接受。

伍绍龙等^[17]对 4 种寄主植物繁育的烟蚜茧蜂进行比较, 发现其僵蚜羽化率没有差异。舒建超等^[12]则提出寄主植物对烟蚜茧蜂羽化有显著性影响, 不同寄主植物之间羽化率差异可达 20% 以上。本研究中豌豆和大豆上的僵蚜羽化率低于另外 3 组, 这可能是因为取食不同寄主植物的烟蚜体内营养成分不同, 进而影响了寄生蜂幼虫的死亡率。另一方面, 豌豆和大豆的叶片小于蚕豆和烟草, 不排除挑取僵蚜过程中小叶片植物操作更难、更容易对僵蚜造成损伤的可能性。烟蚜茧蜂的子代性比受多种非遗传因素影响, 如亲代雌蜂的年龄、寄主的种类和龄期等^[26], 目前尚未有报道指出不同寄主植物繁育的同一种寄主蚜虫会影响烟蚜茧蜂子代的性别比例。本试验中各寄主植物繁育的烟蚜茧蜂雌性比例无显著差异, 与伍绍龙等^[17]得出的结论一致。一般认为, 寄主体型的大小对寄生蜂的生长发育有重要影响^[27]。

然而在本研究中, 来自豌豆、蚕豆及大豆的烟蚜在体型上差别明显, 但繁育的烟蚜茧蜂后足胫节长却没有显著差异。黄绍岗^[28]发现烟蚜茧蜂在烟田多选择中等体型的若蚜产卵, 由此可以推测尽管3种豆科植物繁育的烟蚜体型在整体上有差别, 但烟蚜茧蜂倾向于选择其中特定体型的蚜虫寄生, 造成后代成虫体型的一致性。此外, 由于寄主在被寄生后仍会继续进食和生长, 寄主龄期或发育历期相比于被寄生时寄主的体型对寄生蜂幼虫的营养摄取影响更大^[29], 因此不能单纯以寄主的体型作为寄生蜂发育潜能的标准。

本研究中, 烟草繁育的寄生蜂产生僵蚜数远低于赵万原等^[30]发现的单雌寄生数量, 与孙志娟^[31]报道的单雌产僵蚜数相接近。此外, 本试验中烟草组烟蚜茧蜂成虫寿命为6.89 d, 亦明显低于相同处理下黄明晓等^[15]得出的8.625 d。这可能是由于供试烟蚜茧蜂在实验室条件下长期饲养, 由于种群单一、缺少自然选择、人工模拟的气候条件固定等因素, 造成了供试种群的退化^[32]。本研究中各处理组所用烟蚜茧蜂来源和处理均相同, 因此种群的退化不影响处理间比较的结果。

总体来说, 蚕豆的繁殖能力较强, 烟蚜茧蜂羽化率、成虫寿命和寄生力等最高, 相较于其他3种豆科植物更适用于烟蚜茧蜂扩繁。虽然蚕豆组的烟蚜茧蜂生物学特征与烟草组相比较差, 但蚕豆的生长周期短, 种子萌发只需2~3 d^[14], 且实际应用中发芽后即可接入蚜虫^[33], 极大节省了时间和空间成本。因此, 蚕豆具备作为扩繁烟蚜茧蜂载体植物的潜力。后续可对其进行大规模扩繁试验的验证以及经济成本的分析。

参 考 文 献

- [1] Weber G. Genetic variability in host plant adaptation of the green peach aphid, *Myzus persicae* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1985, 38(1): 49-56.
- [2] 方燕, 乔格侠, 张广学. 蚜虫寄主植物与取食部位的多样性[J]. *动物分类学报*, 2006, 31(1): 31-39.
- [3] 李明桃. 桃蚜的生物学特性与防治措施[J]. *农业灾害研究*, 2013, 3(2): 1-4.
- [4] Brault V, Uzes M, Monsion B, et al. Aphids as transport devices for plant viruses[J]. *Comptes Rendus Biologies*, 2010, 333: 524-538.
- [5] 邹钺, 朱艰, 李晓强, 等. 烟蚜茧蜂防治烟蚜的应用前景分析[J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2012, 34(S1): 122-128.
- [6] Pan M Z, Liu T X. Suitability of three aphid species for *Aphidius gifuensis*, (Hymenoptera: Braconidae): parasitoid performance varies with hosts of origin [J]. *Biological Control*, 2014, 69: 90-96.
- [7] Khan M A Z, Liang Q, Maria M S M, et al. Effect of temperature on functional response of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)[J]. *Florida Entomologist*, 2016, 99: 696-702.
- [8] 高政绪, 管恩森, 李园园, 等. 潍坊烟区烟蚜茧蜂防治烟蚜技术研究初探[J]. *浙江农业科学*, 2016, 57(12): 2027-2029.
- [9] 伍绍龙, 周志成, 彭曙光, 等. 黄板对烟蚜茧蜂繁殖小棚内有翅蚜的诱杀效果研究[J]. *湖南农业科学*, 2016, 10: 65-68.
- [10] 邓建华, 吴兴富, 魏佳宁, 等. 烟蚜茧蜂繁殖方法[P]. 中国发明专利, CN101664017, 2010.
- [11] 陈杰, 邱妙文, 陈永明, 等. 利用萝卜漂浮育苗及蚜蚜同接法快速扩繁烟蚜茧蜂效果研究[J]. *中国农学通报*, 2018, 34(15): 135-139.
- [12] 舒建超, 何应琴, 赵如娜, 等. 烟蚜茧蜂规模扩繁冬寄主筛选研究[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2018, 40(7): 66-72.
- [13] 刘俊锋, 刘岱松, 黄凯, 等. 烟蚜替代寄主的筛选与应用研究[J]. *湖北植保*, 2018(6): 17-18, 3.
- [14] 王斌. 夹竹桃提取物对蚕豆种子萌发和幼苗生长的毒性作用研究[J]. *铜仁学院学报*, 2017, 19(12): 6-10.
- [15] 黄明晓, 陈福寿, 张红梅, 等. 不同营养处理对烟蚜茧蜂成虫寿命的影响[J]. *动物学研究*, 2011, 32: 69-72.
- [16] 张洁, 张礼生, 陈红印, 等. 大规模扩繁烟蚜茧蜂的蚜虫寄主筛选研究[J]. *中国生物防治学报*, 2014, 30(1): 32-37.
- [17] 伍绍龙, 周志成, 彭曙光, 等. 4种寄主植物的繁殖-繁殖能力和子代烟蚜茧蜂的寄生潜力比较[J]. *植物保护*, 2017, 43(4): 85-89.
- [18] 郭京泽, 曹寿先. 河北省赤豆花叶病毒分离物的鉴定[J]. *植物病理学报*, 1992(4): 21-25.
- [19] 周雪平, 余永杰, 刘勇, 等. 侵染豌豆和蚕豆的蚕豆萎蔫病毒研究[J]. *浙江农业大学学报*, 1995(3): 221-226.
- [20] 罗瑞梧, 尚佑芬, 杨崇良, 等. 大豆花叶病流行因素和发生预测研究[J]. *植物保护学报*, 1991, 18(3): 267-271.
- [21] 朱经云. 寄主转换对桃蚜适合度及生理代谢的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [22] 王俊, 李玉美, 班睿, 等. 18%敌畏-高氯乳油对棒豆桃蚜的防治效果[J]. *山地农业生物学报*, 2007, 26(3): 280-282.

- [23] Shuker D M, West S A. Information constraints and the precision of adaptation: sex ratio manipulation in wasps[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2004, 11(28): 10363-10367.
- [24] Heimpel G E, Rosenheim J A. Dynamic host feeding by the parasitoid *Aphytis melinus*: the balance between current and future reproduction[J]. Journal of Animal Ecology, 1995, 64(2): 153-167.
- [25] 薛宪词, 于黎. 昆虫非遗传多型性研究进展[J]. 遗传, 2017, 39(9): 798-809.
- [26] 刘树生. 蚜茧蜂的生物学和生态学特性[J]. 生物防治通报, 1989, 5(3): 129-133.
- [27] Godfray H C J. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology[M]. New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- [28] 黄绍岗. 烟蚜茧蜂寄生性能考察初报[J]. 广西农业科学, 1982, 7: 33-35.
- [29] 张晓岚, 孟玲, 李保平. 菜粉蝶蛹体型大小对蝶蛹金小蜂后代数量、性及体型大小的影响[J]. 生态学杂志, 2009, 28(4): 677-680.
- [30] 赵万源, 丁垂平, 董大志, 等. 烟蚜茧蜂生物学及其应用研究[J]. 动物学研究, 1980, 1(3): 405-415.
- [31] 孙志娟. 温度和农药对烟蚜茧蜂的影响及烟蚜茧蜂体内共生菌的鉴定[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [32] 周娜, 姚圣忠, 胡德夫, 等. 管氏肿腿蜂的人工繁育与应用研究进展[J]. 干旱区研究, 2005, 22(4): 153-159.
- [33] 金剑雪, 程英, 李凤良, 等. 蚕豆蚜饲养七星瓢虫的方法研究[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(4): 121-124.