



烟草品种、育苗方式和烟蚜来源对烟蚜茧蜂寄生能力的影响

马富华^{1, #}, 周挺^{2, #}, 赖荣泉^{1, *}, 顾钢², 韩梦¹

(1. 福建农林大学植物保护学院, 闽台作物有害生物生态防控国家重点实验室, 福州 350002;

2. 中国烟草总公司福建省公司, 福州 350003)

摘要:【目的】本研究旨在筛选出适合烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* 寄生烟蚜 *Myzus persicae* 的烟草品种、育苗方式和烟蚜来源, 为烟蚜茧蜂人工繁殖和复壮提供科学参考。【方法】采用盆栽法, 调查了不同烟草品种(云烟 87、K326、翠碧 1 号和红花大金元)繁殖烟蚜若蚜、不同来源烟蚜(来自烟区、来自非烟区和室内繁殖种群)若蚜和烟草不同育苗方式(土壤育苗和湿润育苗)繁殖烟蚜若蚜时, 烟蚜茧蜂成蜂对烟蚜若蚜的寄生率以及成蜂羽化率、寿命、体型大小和雌蜂比。【结果】结果表明, 不同烟草品种繁殖烟蚜若蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生率存在显著影响。其中, 在红花大金元和翠碧 1 号繁殖烟蚜上的烟蚜茧蜂成蜂寄生率分别比在 K326 繁殖烟蚜上的烟蚜茧蜂成蜂寄生率高 19.00% 和 14.00%, 但对烟蚜茧蜂的其他指标没有显著影响; 不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂寄生率也存在显著影响, 其中, 烟蚜茧蜂成蜂对非烟区烟蚜若蚜和烟区烟蚜若蚜的寄生率比对室内繁殖种群烟蚜若蚜的寄生率分别高 20.25% 和 16.75%, 但对烟蚜茧蜂成蜂的羽化率、寿命、体型大小和雌蜂比没有显著影响; 烟草不同育苗方式对烟蚜茧蜂成蜂的寄生率无显著影响。【结论】烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生率会因烟草品种和烟蚜来源不同而异, 但不受育苗方式影响。所以在实际应用中, 可通过改变烟草品种和烟蚜来源, 以提高烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生能力, 达到提高烟蚜茧蜂人工繁殖效率的应用效果。

关键词: 烟蚜茧蜂; 烟蚜; 烟草品种; 育苗方式; 寄生能力

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2023)01-0085-07

Effects of tobacco varieties, seedling raising methods and sources of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on the parasitic ability of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae)

MA Fu-Hua^{1, #}, ZHOU Ting^{2, #}, LAI Rong-Quan^{1, *}, GU Gang², HAN Meng¹ (1. State Key Laboratory of Ecological Pest Control for Fujian and Taiwan Crops, College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Fujian Province Corporation of China National Tobacco Corporation, Fuzhou 350003, China)

Abstract: 【Aim】 This study aims to screen the tobacco varieties, seedling raising methods and sources of *Myzus persicae* suitable for *Aphidius gifuensis* parasitization, so as to provide a scientific reference for artificial propagation and rejuvenation of *A. gifuensis*. 【Methods】 We investigated the parasitism rate of

基金项目: 福建省自然科学基金面上项目(2017J01617, 2020J01523); 中国烟草总公司福建省公司项目(2021350000240017, 2022350000240069); 福建农林大学科技创新基金项目(CXZX2020013A); 中国国家留学基金项目(202008350060)

作者简介: 马富华, 男, 1996 年 2 月生, 甘肃通渭人, 本科生, 研究方向为烟蚜茧蜂防控烟蚜, E-mail: 1540320040@qq.com; 周挺, 男, 1984 年 8 月生, 陕西安康人, 硕士, 高级农艺师, 研究方向为烟草植保, E-mail: fjyeczouting@126.com

共同第一作者 Authors with equal contribution

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: lrq305@fafu.edu.cn

收稿日期 Received: 2022-06-27; 接受日期 Accepted: 2022-09-29

A. gifuensis adults on *M. persicae* nymphs and the emergence rate, life span, body size and proportion of females of *A. gifuensis* adults when *M. persicae* nymphs were bred with different varieties of flue-cured tobacco (Yunyan 87, K326, CB-1 and Honghuadajinyuan), from different sources (from tobacco region, from non-tobacco region and indoor breeding population), and bred with tobacco with different seedling raising methods (soil seedling raising and moist seedling raising) via pot experiments. 【Results】 The results showed that different tobacco varieties had significant effects on the parasitism rate of *A. gifuensis* adults on *M. persicae* nymphs. The parasitism rates of *A. gifuensis* adults on *M. persicae* bred with Honghuadajinyuan and CB-1 were 19.00% and 14.00% higher than that on K326, respectively. However, tobacco varieties had no significant effects on the other indices of *A. gifuensis*. Sources of *M. persicae* showed significant effects on the parasitism rate of *A. gifuensis*. The parasitism rates of *A. gifuensis* adults on *M. persicae* nymphs from the non-tobacco region and tobacco region were 20.25% and 16.75% higher than that on *M. persicae* from indoor breeding population, respectively. However, sources of *M. persicae* showed no significant effects on the other indices of *A. gifuensis* adults including emergence rate, life span, body size and proportion of females. Different seedling raising methods of tobacco did not have significant effects on the parasitism rate of *A. gifuensis* adults. 【Conclusion】 The parasitism rate of *A. gifuensis* on *M. persicae* depends on tobacco varieties and *M. persicae* sources, but is not impacted by seedling raising methods. Therefore, in practical applications, the parasitic ability of *A. gifuensis* on *M. persicae* can be improved by adjustments to tobacco varieties and *M. persicae* sources, and the application effect of artificial reproduction efficiency of *A. gifuensis* can be enhanced.

Key words: *Aphidius gifuensis*; *Myzus persicae*; tobacco varieties; seedling raising methods; parasitic ability

烟蚜 *Myzus persicae* 又名桃蚜, 是烟草生产上重要的害虫之一 (Lai *et al.*, 2011), 该虫分布范围广、危害周期长、发生数量大, 给我国烟草生产带来了重大的经济损失 (潘明真等, 2022)。而且烟蚜传播的烟草花叶病毒病 (tobacco mosaic virus, CMV)、马铃薯 Y 病毒 (potato virus Y, PVY) 和烟草蚀纹病毒 (tobacco etch virus, TEV) 等是中国和世界许多其他地区烤烟病害发生的主要原因之一 (Lai *et al.*, 2017)。在烟蚜防控方面, 人们开展了多方面研究, 各种控制措施都有应用, 但都存在明显不足 (谢应强等, 2020)。且长期以来, 烟蚜防控仍以化学防治居多 (王巧妮等, 2021)。化学防治虽然能够有效防治烟蚜, 但长期使用导致烟蚜产生较强的抗药性, 大大降低化学药剂的防效。此外, 化学防治还造成烟叶上的农药残留、环境污染等问题 (白晶晶等, 2020)。而烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* 属膜翅目 (Hymenoptera) 蚜茧蜂科 (Aphidiidae), 是烟蚜的一种优势寄生蜂, 对烟蚜控制能力极强。研究表明, 烟蚜茧蜂对烟蚜的自然寄生率通常为 20% ~ 60%, 最高可达 89.16% (谢应强等, 2021)。且烟蚜茧蜂是烟蚜的优势寄生性天敌 (白晶晶等, 2020), 具分布广泛、寄主专化性强、搜索能力强、易于人工繁育等

特性 (舒建超等, 2018)。在烤烟大田生长期连续释放烟蚜茧蜂, 能够有效控制烟蚜的为害 (张红梅等, 2015)。烟蚜茧蜂在烟蚜的生物防治中具有重要意义, 目前已被广泛用于大田烟草生产中烟蚜的防治, 并取得了显著防治效果 (张前进等, 2020)。同时使用烟蚜茧蜂防控烟蚜技术在生产上可大大减少农药使用, 提高烟叶安全性 (何晓冰等, 2018; 陈丹明等, 2020)。生物防治在降低农药使用量、减少农药残留等方面有重大意义 (闫芳芳等, 2020)。而利用烟蚜茧蜂防控烟蚜是烟草生产上的主要生物防治措施之一 (陈相等, 2010)。

但由于烟叶生产中的烟蚜茧蜂主要依靠长期室内人工繁殖、保种等, 不断出现了在烟蚜茧蜂人工繁殖、释放过程中其对烟蚜的寄生力下降等种群退化现象, 进而影响了烟蚜茧蜂对烟蚜的防控作用。同时, 增加了烟蚜茧蜂的繁殖成本等。因此, 对退化的烟蚜茧蜂进行必要的复壮, 使烟蚜茧蜂种群的生殖力、生活力水平提升到健康水平并维持在一个健康的状态以恢复对烟蚜具有较强的防控作用, 成为了烟蚜茧蜂在人工繁殖中一个必须解决的生产问题 (谢应强等, 2021)。有研究发现不同烟草品种对烟蚜生长发育和繁殖影响显著 (邱睿等, 2018); 烟蚜

茧蜂对不同寄主植物繁育的烟蚜表现不同的寄生反应(顾钢等, 2021);烟草上的繁蜂和子代烟蚜茧蜂的寄生潜力均强于萝卜、油菜、小白菜上的(伍绍龙等, 2017)。但不同烟草品种繁育烟蚜对烟蚜茧蜂寄生能力的影响未见专门报道。此外,烟蚜茧蜂是多寄主型天敌,而烟蚜是烟蚜茧蜂的最优寄主(翟颖妍等, 2017)。但不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂寄生能力的影响也未见专门报道。

因此,试验在本课题组前期研究基础上(白晶晶等, 2020; 陈丹明等, 2020; 王巧妮等, 2021),研究了烟草品种、烟草育苗方式和烟蚜来源对烟蚜茧蜂寄生能力影响,以期找到更加适合烟蚜茧蜂寄生烟蚜的烟草品种、烟草育苗方式和烟蚜来源,为烟蚜茧蜂人工繁殖及其复壮技术提供科学参考。

1 材料与方法

本试验在 2021 年 3 月 - 2022 年 4 月在福建农林大学科技园田间实验室和应用生态研究所进行。

1.1 供试材料

1.1.1 烟草品种:云烟 87、K326、翠碧 1 号和红花大金元。

1.1.2 烟蚜:烟区烟蚜(采自龙岩市永定区湖雷镇白崇村烟田烟株),非烟区烟蚜(采自福建农林大学试验田烟株),室内繁殖种群(采自福建龙岩市烟草公司长汀公司科技园田间烟株上的无翅烟蚜,在福建农林大学科技园田间实验室人工繁殖约 50 代)。试验时,使用 3 龄烟蚜若蚜。

1.1.3 烟蚜茧蜂:采自龙岩市烟草公司长汀分公司科技园烟田烟株。将采集的僵蚜放入玻璃试管中,用纱布封口。并带回福建农林大学田间实验室,待僵蚜羽化后,挑选雌雄蜂进行配对 12 h,将其接入带有烟蚜的烟株的养虫笼中,使其寄生烟蚜。产出新的僵蚜,待其羽化后,挑选雌雄烟蚜茧蜂成蜂进行配对,作为供试蜂源。

1.1.4 土壤、基质及营养液:烟田土(采自龙岩市永定区湖雷镇白崇村烟田),湿润育苗基质及营养液(均由龙岩市烟草公司上杭分公司科技园提供。育苗基质由黄土、膨化珍珠岩、碳化谷壳按 1:1:3 质量比组成;营养液分为 1 号肥和 2 号肥,由福建桑玛作物营养科技有限公司生产)。

1.1.5 其他试验材料:体视摄影显微镜(Leica m165c,苏州中烁电子科技有限公司生产),花盆(规格 80 mm × 100 mm),养虫笼(长 × 宽 × 高 = 170 mm ×

170 mm × 170 mm),离心管(1.5 mL)等。

每组试验的处理分别在同一时期进行种植烟草种子、接入烟蚜和烟蚜茧蜂,以保证试验材料的一致性。本实验全部处理均在温度(25 ± 1) °C 及相对湿度(RH) 70% ± 5% 条件下进行,以保证试验环境的一致性。

1.2 不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂寄生能力的影响测定

参考张维娜和李红梅(2014)及张红梅等(2015)方法,本实验设置 4 个处理即分别种植云烟 87、K326、翠碧 1 号和红花大金元 4 个品种繁殖烟蚜,每个处理(品种)种植 3 盆即重复 3 次,共 12 盆,每盆用养虫笼罩住。每盆种植 5 粒种子,以保证种子萌发率,待种子萌发后,拔除多余的烟苗,仅保留与各处理大小、长势一致的 1 株烟苗用于试验,试验期间不使用任何农药、仅在烟苗生长需要时浇水。

在烟苗长至五叶一心时,每株接入大小一致的 3 头烟蚜 3 龄若蚜,待烟株上烟蚜若蚜繁殖到具有 100 头/株的烟蚜时,按照雌蜂烟蚜比(1:100)接入 1 对已经完成交配的雌雄烟蚜茧蜂成蜂(取 12 h 内羽化的未完成交配的烟蚜茧蜂雌雄成蜂各 10 头,按性比 1:1 分装放入 2 mL 指形管中,12 h 后完成交配),在室内温度(25 ± 1) °C 条件中进行饲养。接蜂处理后,每隔 12 h 观察一次僵蚜形成情况。当僵蚜形成后,立即用毛刷取下僵蚜,将其放置在用纱布封口的试管中,当所有僵蚜产出后记录僵蚜总数,并根据公式 1 计算其寄生率;记录僵蚜羽化数量,并根据公式 2 计算其羽化率;记录羽化后存活时长,根据公式 3 计算其寿命(烟蚜茧蜂羽化后不提供任何食物和水,等待其自然死亡);统计羽化后烟蚜茧蜂的性别,并根据公式 4 计算其雌蜂比例。待烟蚜茧蜂成蜂全部死亡后,收集其尸体,每个处理重复随机选择有代表性的 3 头雌蜂在显微镜下测量其后足胫节的长度作为体型大小的指标(谢应强等, 2021)。

寄生率(%) = $\frac{\text{僵蚜数量}}{\text{烟蚜总数量}} \times 100$ (1)

羽化率(%) = $\frac{\text{破壳僵蚜数}}{\text{破壳僵蚜数} + \text{未破壳僵蚜数}} \times 100$ (2)

寿命(h) = $\frac{\text{各成蜂存活总时长}}{\text{成蜂数量}}$ (3)

雌蜂比例(%) = $\frac{\text{雌蜂数量}}{\text{雌蜂数量} + \text{雄蜂数量}} \times 100$ (4)

1.3 不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂寄生能力的影响测定

本试验设置 3 个处理即来自烟区、来自非烟区和室内繁殖种群,每个处理 1 盆,重复 4 次,共 12 盆,每盆用养虫笼罩住。均种植云烟 87 品种,播种方法同 1.2 节。其他方法和具体操作步骤同 1.2 节。

1.4 不同育苗方式繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂寄生效率的影响测定

本实验设置 2 个处理即土壤育苗处理(试验开始到结束均使用烟田土培养烟草),湿润育苗处理(试验开始到结束均采用基质添加营养液培养烟草)(营养液共使用 2 次,播种时 1 号肥(mL)、2 号肥(mL)和水(kg)按 15:15:8 的比例使用,接入烟蚜后按 21:21:5 的比例使用,其他补水时期不添加营养液)繁殖烟蚜。每个处理重复 6 次,共 12 盆,每盆用养虫笼罩住。均种植云烟 87 进行试验,播种方法同 1.2 节。其他方法和具体操作步骤同 1.2 节。

1.5 数据分析

本研究数据均用平均值 ± 标准误表示,使用 Excel 2010 和 SPSS 20 软件进行数据统计分析,两组间数据采用 *t* 检验($\alpha = 0.05$)比较差异显著性;多组间数据采用单因素方差分析和 LSD 法比较差异显著性。

2 结果

2.1 不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生能力的影响

2.1.1 对烟蚜茧蜂成蜂寄生率的影响:由图 1 可知,不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生率有显著影响($F_{3,8} = 4.105, P = 0.049$)。其中,红花大金元繁殖烟蚜若蚜时烟蚜茧蜂成蜂寄生率最高

(44.33%);翠碧 1 号繁殖烟蚜时烟蚜茧蜂成蜂的寄生率和云烟 87 繁殖烟蚜时烟蚜茧蜂成蜂的寄生率次之,分别为 39.33% 和 31.33%;K326 繁殖烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率最低(25.33%)。其中,红花大金元和翠碧 1 号与 K326 繁殖烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率之间差异显著($P < 0.05$),与云烟 87 繁殖烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂的寄生率差异不显著($P > 0.05$)。

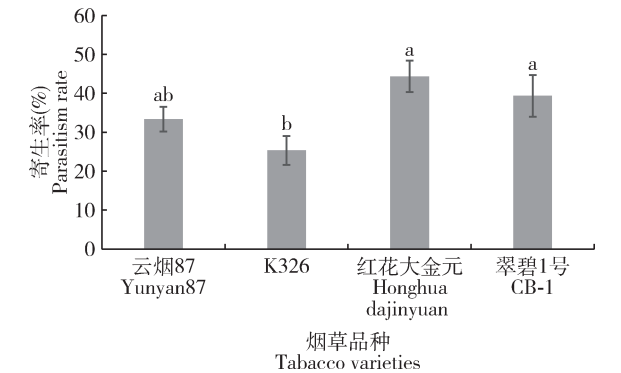


图 1 不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生率的影响

Fig. 1 Effects of *Myzus persicae* bred with different tobacco varieties on the parasitism rate of *Aphidius gifuensis* adults

图中数据为平均值 ± 标准误;柱上不同小写字母表示在 0.05 水平上的差异显著(LSD 检验);图 2 同。Data in the figure are mean ± SE. Different lowercase letters above bars indicate significant difference at the 0.05 level (LSD test). The same for Fig. 2.

2.1.2 对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例的影响:由表 1 可知,不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例没有显著影响(羽化率: $F_{3,8} = 0.693, P = 0.581$; 寿命: $F_{3,8} = 0.127, P = 0.941$; 体型大小: $F_{3,32} = 0.806, P = 0.500$; 雌蜂比例: $F_{3,8} = 0.550, P = 0.662$)。

表 1 不同烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例的影响

Table 1 Effects of *Myzus persicae* bred with different tobacco varieties on the emergence rate, life span, body size and proportion of females of *Aphidius gifuensis* adults

烟草品种 Tobacco varieties	羽化率(%) Emergence rate	寿命(h) Life span	体型大小(mm) Body size	雌蜂比例(%) Proportion of females
云烟 87 Yunyan87	74.18 ± 4.98 a	35.55 ± 3.90 a	0.42 ± 0.02 a	58.66 ± 1.12 a
K326	82.70 ± 6.33 a	36.54 ± 1.37 a	0.43 ± 0.02 a	62.08 ± 2.87 a
红花大金元 Honghuadajinyuan	76.97 ± 3.53 a	36.31 ± 1.04 a	0.42 ± 0.02 a	62.13 ± 1.16 a
翠碧 1 号 CB-1	81.71 ± 3.96 a	36.65 ± 4.75 a	0.39 ± 0.02 a	59.60 ± 3.41 a

表中数据为平均值 ± 标准误;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$, LSD 检验);表 2 和 3 同。Data in the table are mean ± SE. Different lowercase letters following the data in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$, LSD test). The same for Tables 2 and 3.

2.2 不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂寄生能力的影响

2.2.1 对烟蚜茧蜂成蜂寄生率的影响：由图 2 可知,不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂寄生率有显著影响($F_{2,9}=7.747, P=0.011$)。其中,来自非烟区烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率最高,为 51.25%;来自烟区烟蚜的次之,为 47.75%;室内繁殖种群的烟蚜茧蜂成蜂寄生率最低,为 31.00%。室内繁殖种群烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率相比来自烟区烟蚜和来自非烟区烟蚜的分别降低了 20.25% 和 16.75%,室内繁殖种群与来自烟区烟蚜和来自非烟区烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率差异显著($P<0.05$),来自烟区烟蚜与来自非烟区烟蚜的烟蚜茧蜂成蜂寄生率差异不显著($P>0.05$)。

2.2.2 对烟蚜茧蜂羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例的影响：由表 2 可知,不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小及性比没有显著影响

(羽化率： $F_{2,9}=0.334, P=0.725$ ；寿命： $F_{2,9}=0.022, P=0.979$ ；体型大小： $F_{2,33}=3.212, P=0.053$ ；雌蜂比例： $F_{2,9}=0.158, P=0.856$)。

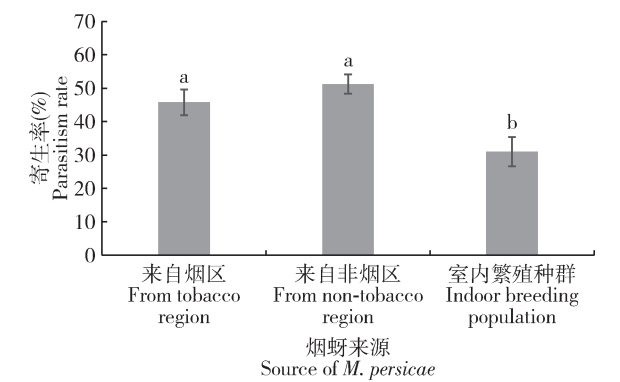


图 2 不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂寄生率的影响
Fig. 2 Effects of sources of *Myzus persicae* on the parasitism rate of *Aphidius gifuensis* adults

表 2 不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例的影响
Table 2 Effects of sources of *Myzus persicae* on the emergence rate, life span, body size and proportion of females of *Aphidius gifuensis* adults

烟蚜来源 Sources of <i>M. persicae</i>	羽化率(%) Emergence rate	寿命(h) Life span	体型大小(mm) Body size	雌蜂比例(%) Proportion of females
来自烟区 From tobacco region	78.74 ± 2.065 a	34.86 ± 3.98 a	0.41 ± 0.02 a	62.33 ± 2.49 a
来自非烟区 From non-tobacco region	77.31 ± 3.31 a	35.34 ± 1.79 a	0.46 ± 0.01 a	60.61 ± 2.25 a
室内繁殖种群 Indoor breeding population	78.92 ± 1.59 a	35.76 ± 1.59 a	0.39 ± 0.02 a	61.47 ± 1.68 a

2.3 烟草不同育苗方式对烟蚜茧蜂成蜂寄生能力的影响

由表 3 可知,不同育苗方式繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂的寄生率、羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比

例的影响均不显著(寄生率： $F_{1,10}=1.626, P=0.227$ ；羽化率： $F_{1,10}=1.999, P=0.449$ ；寿命： $F_{1,10}=0.910, P=0.844$ ；体型大小： $F_{1,34}=5.475, P=0.619$ ；雌蜂比例： $F_{1,10}=0.456, P=0.335$)。

表 3 烟草不同育苗方式繁殖的烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生率、羽化率、寿命、体型大小及雌蜂比例的影响
Table 3 Effects of *Myzus persicae* bred with tobacco with different seedling raising methods on the parasitism rate, emergence rate, life span, body size and proportion of females of *Aphidius gifuensis* adults

育苗方式 Seedling raising methods	寄生率(%) Parasitism rate	羽化率(%) Emergence rate	寿命(h) Life span	体型大小(mm) Body size	雌蜂比例(%) Proportion of females
土壤育苗 Soil seedling raising	27.83 ± 5.25 a	71.91 ± 7.37 a	33.81 ± 3.31 a	0.41 ± 0.03 a	56.83 ± 1.05 a
湿润育苗 Moist seedling raising	36.17 ± 3.79 a	78.53 ± 4.06 a	34.60 ± 2.04 a	0.43 ± 0.02 a	58.58 ± 1.39 a

3 讨论

本研究结果表明:实验中 4 个烟草品种繁殖烟

蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生烟蚜的寄生率有显著影响。红花大金元、翠碧 1 号、云烟 87 烟草品种上繁殖烟蚜上的烟蚜茧蜂成蜂的寄生率均比 K326 上的高,其中,红花大金元和翠碧 1 号与 K326 繁殖烟蚜上

的寄生率的差异显著(图1),这与顾钢等(2021)研究的结果基本一致,他们发现接入烟蚜茧蜂后7和15 d时,红花大金元上的烟蚜茧蜂成蜂对烟蚜的寄生率均高于K326上的,且差异显著。本研究中4个烟草品种繁殖烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂羽化率、寿命、体型大小、雌蜂比例均无显著影响(表1)。其中,对烟蚜茧蜂成蜂羽化率的影响与张前进等(2020)及伍绍龙等(2017)采用烟草繁育烟蚜的研究结果基本一致;对烟蚜茧蜂成蜂寿命影响与伍绍龙等(2017)报道的在不投喂任何食物情况下得到的结果基本一致;对烟蚜茧蜂雌性成虫体型大小(后足胫节)影响与伍绍龙等(2017)研究结果一致,但与张洁等(2014)研究的结果和张前进等(2020)研究的结果均不一致。造成这种差异或不一致的可能原因是不同地区烟蚜茧蜂种群的体型大小存在地理性差异;对烟蚜茧蜂成虫雌蜂比例影响与张前进等(2020)、张洁等(2014)研究的结果基本一致。但关于不同烟草品种对烟蚜茧蜂寄生烟蚜影响的生理生化机制,有待进一步研究。

不同烟蚜来源对烟蚜茧蜂成蜂寄生烟蚜的寄生率有显著影响,烟蚜茧蜂成蜂对来自非烟区烟蚜和来自烟区烟蚜的寄生率均比对室内繁殖种群的高,且差异显著(图2)。但关于不同来源烟蚜对烟蚜茧蜂成蜂寄生烟蚜影响的生理生化机制,有待进一步研究。

不同育苗方式下烟蚜茧蜂的寄生能力无显著差异(表3)。王玉川等(2016)研究发现地栽苗、漂浮苗比盆栽苗烟蚜茧蜂成蜂对烟蚜的寄生率更高;代园凤等(2016)研究发现漂浮苗繁殖法繁育烟蚜茧蜂周期短、寄生率高。这与本研究结果不一致,造成这种差异可能原因是前者报道的漂浮育苗与土壤育苗的烟蚜茧蜂对烟蚜寄生的影响较大,但本实验使用湿润育苗与土壤育苗对烟蚜茧蜂寄生烟蚜的影响较小。但具体的生理生化机制,有待进一步研究。

所以,在烟蚜茧蜂人工繁殖中,可通过改变烟草品种饲养烟蚜和不同烟蚜来源而繁育或得到更适宜的烟蚜利于烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生,提高烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生能力及其复壮技术,达到提高大田烟蚜茧蜂防控烟蚜效果。

参考文献 (References)

Bai JJ, Gu G, Lai RQ, Zhou T, Wu XT, Chen DM, Shu J, 2020. Effects of juvenile hormone analogs on the growth and development, parasitism rate and activities of molting-related enzymes in *Aphidius*

gifuensis (Hymenoptera: Aphididae). *Acta Entomol. Sin.*, 63(9): 1091–1100. [白晶晶, 顾钢, 赖荣泉, 周挺, 吴晓婷, 陈丹明, 舒静, 2020. 保幼激素类似物对烟蚜茧蜂生长发育、寄生率和蜕皮相关酶活性的影响. *昆虫学报*, 63(9): 1091–1100]

Chen DM, Gu G, Lai RQ, Zhou T, Bai JJ, Chen ZH, Wu XT, 2020. Effects of parasitization by *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphididae) on the growth, development and reproduction of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Acta Entomol. Sin.*, 63(9): 1101–1107. [陈丹明, 顾钢, 赖荣泉, 周挺, 白晶晶, 陈志厚, 吴晓婷, 2020. 烟蚜茧蜂寄生对烟蚜生长发育和繁殖的影响. *昆虫学报*, 63(9): 1101–1107]

Chen X, Meng XX, Wang DF, Yang H, Zhang F, 2010. Research and practice of natural enemy of *Myzus persicae*. *Guizhou Agric. Sci.*, 38(2): 117–122. [陈相, 蒙祥旭, 王定福, 杨洪, 张帆, 2010. 烟蚜天敌的利用与研究进展. *贵州农业科学*, 38(2): 117–122]

Dai YF, Wang YC, Hong F, Liu Q, Yu HP, Chen X, 2016. Large-scale reproduction effect comparison of *Aphidius gifuensis* at different tobacco growth stage. *Guizhou Agric. Sci.*, 44(3): 69–72. [代园凤, 王玉川, 洪枫, 刘琼, 喻会平, 陈雪, 2016. 不同生育期烟草规模化繁殖烟蚜茧蜂的效果比较. *贵州农业科学*, 44(3): 69–72]

Gu G, Lai RQ, Zhou T, Bai JJ, Wu XT, 2021. Host suitable for *Myzus persicae* (Sulzer) population growth and reproduction: Selection in Fujian tobacco area. *J. Agric.*, 11(3): 7–11. [顾钢, 赖荣泉, 周挺, 白晶晶, 吴晓婷, 2021. 福建烟区烟蚜种群生长繁殖的适合寄主筛选. *农学学报*, 11(3): 7–11]

He XB, Ma WH, Wang MX, Chang D, 2018. Research progress in controlling *Myzus persicae* technique by *Aphidius gifuensis* in China. *Guizhou Agric. Sci.*, 46(1): 42–46. [何晓冰, 马文辉, 王明鑫, 常栋, 2018. 我国烟蚜茧蜂防治烟蚜技术的研究进展. *贵州农业科学*, 46(1): 42–46]

Lai RQ, You MS, Lotz LAPB, Vasseur L, 2011. Response of green peach aphids and other arthropods to garlic intercropped with tobacco. *Agron. J.*, 103(3): 856–863.

Lai RQ, You MS, Zhu CZ, Gu G, Lin ZL, Liao LL, Lin LT, Zhong XJ, 2017. *Myzus persicae* and aphid-transmitted viral disease control via variety intercropping in flue-cured tobacco. *Crop Prot.*, 100: 157–162.

Pan MZ, Zhang Y, Cao HH, Wang XX, Liu TX, 2022. Research progresses, application, and prospects in aphid biological control on main crops in China. *J. Plant Prot.*, 49(1): 146–172. [潘明真, 张毅, 曹贺贺, 王杏杏, 刘同先, 2022. 我国主要农作物蚜虫生物防治的研究进展、应用与展望. *植物保护学报*, 49(1): 146–172]

Qiu R, Li SJ, Wang HT, Li CJ, Li XJ, Chen YG, Bai JK, Hu YJ, 2018. Reproductive characteristics of *Myzus persicae* (Sulzer) in different tobacco varieties. *Tob. Sci. Technol.*, 51(1): 15–20. [邱睿, 李淑君, 王海涛, 李成军, 李小杰, 陈玉国, 白静科, 胡亚静, 2018. 不同烟草品种上烟蚜的繁殖特征分析. *烟草科技*, 51(1): 15–20]

Shu JC, Chen WL, He YQ, Zhong MY, Xiao DB, 2018. Control effect

on *Myzus persicae* by two different release methods of the parasitoid wasp *Aphidius gifuensis* in the field. *J. Mt. Agric. Biol.*, 37(4): 25–29. [舒建超, 陈文龙, 何应琴, 钟明跃, 肖德波, 2018. 两种放蜂方式对田间烟蚜的防治效果研究. 山地农业生物学报, 37(4): 25–29]

Wang QN, Lai RQ, Gu G, Wu XT, Bai JJ, Mi YE, Shu J, Gao GG, 2021. Parasitic effects of different generations of *Aphidius gifuensis* on *Myzus persicae* in Fujian flue-cured tobacco district. *Chin. J. Biol. Control*, 37(5): 963–969. [王巧妮, 赖荣泉, 顾钢, 吴晓婷, 白晶晶, 米月娥, 舒静, 高改改, 2021. 福建烟区不同世代烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生效应. 中国生物防治学报, 37(5): 963–969]

Wang YC, Chen Y, Chen YR, Chen ZY, Yang J, Feng B, 2016. Study on different reproduction techniques of *Aphidius gifuensis*. *J. Anhui Agric. Sci.*, 44(33): 127–128. [王玉川, 陈垚, 陈玉荣, 陈朝应, 杨军, 冯斌, 2016. 烟蚜茧蜂不同繁殖技术研究. 安徽农业科学, 44(33): 127–128]

Wu SL, Zhou ZC, Peng SG, Zeng WA, Cai HL, Shan XH, Zhou FM, 2017. Effects of four host plants on fecundity of *Myzus persicae*, *Aphidius gifuensis* and parasitic potential of wasp offsprings. *Plant Prot.*, 43(4): 85–89. [伍绍龙, 周志成, 彭曙光, 曾维爱, 蔡海林, 单雪华, 周孚美, 2017. 4 种寄主植物的繁蚜-繁蜂能力和子代烟蚜茧蜂的寄生潜力比较. 植物保护, 43(4): 85–89]

Xie YQ, Zhang HZ, Li YY, Kong L, Xiang M, Yang HL, Zhang LM, Ai HM, Zhang LS, 2020. Population degradation rule of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Chin. J. Biol. Control*, 36(2): 163–168. [谢应强, 张洪志, 李玉艳, 孔琳, 向梅, 杨红利, 张立猛, 艾洪木, 张礼生, 2020. 烟蚜茧蜂的种群退化规律. 中国生物防治学报, 36(2): 163–168]

Xie YQ, Zhang HZ, Xiang M, Zhang LM, Wang DL, Li YY, Ai HM, Zhang LS, 2021. Population rejuvenation technique for *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Chin. J. Biol. Control*, 37(2): 201–208. [谢应强, 张洪志, 向梅, 张立猛, 王德玲, 李玉艳, 艾洪木, 张礼生, 2021. 烟蚜茧蜂的种群复壮技术. 中国生物防治学报, 37(2): 201–208]

Yan FF, Zhang RP, Yang QQ, Chen LB, Bai JL, Yang P, 2020. Effect of release times on the field control effect of *Aphidius gifuensis* on *Myzus persicae*. *J. Anhui Agric. Sci.*, 48(11): 153–155. [闫芳芳, 张瑞平, 杨青青, 陈立波, 白加林, 杨鹏, 2020. 释放次数对烟蚜茧蜂防治田间烟蚜效果的影响. 安徽农业科学, 48(11): 153–155]

Zhai YY, Zhang JT, Zhang Q, An DR, Cheng JL, 2017. Research on range of parasitic aphids of *Aphidius gifuensis* ashmead. *Mod. Agric. Sci. Technol.*, (17): 97–98. [翟颖妍, 张家韬, 张强, 安德荣, 成巨龙, 2017. 烟蚜茧蜂寄生蚜虫种类范围研究. 现代农业科技, (17): 97–98]

Zhang HM, Xu XC, Wang Y, Chen FS, Yang YX, Chen ZQ, 2015. Effect of temperature on emergence ratio, longevity and sex ratio of *Aphidius gifuensis* Ashmaed. *Southwest China J. Agric. Sci.*, 28(4): 1666–1669. [张红梅, 徐兴才, 王燕, 陈福寿, 杨艳鲜, 陈宗麒, 2015. 温度对烟蚜茧蜂羽化率、寿命及性比的影响. 西南农业学报, 28(4): 1666–1669]

Zhang J, Zhang LS, Chen HY, Li YY, Liu Y, 2014. Screening host aphids for mass rearing of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Chin. J. Biol. Control*, 30(1): 32–37. [张洁, 张礼生, 陈红印, 李玉艳, 刘遥, 2014. 大规模扩繁烟蚜茧蜂的蚜类寄主筛选研究. 中国生物防治学报, 30(1): 32–37]

Zhang QJ, Zhou WB, Gu XH, Zhang HR, Zhang LM, 2020. Comparison of the ability of different host plants for rearing of *Myzus persicae* and *Aphidius gifuensis*. *J. South. Agric.*, 51(12): 2978–2984. [张前进, 周文兵, 谷星慧, 张宏瑞, 张立猛, 2020. 不同寄主植物繁育烟蚜和烟蚜茧蜂效果比较. 南方农业学报, 51(12): 2978–2984]

Zhang WN, Li HM, 2014. Effect of different exogenous nutrients on life of *Aphidius gifuensis*. *Guizhou Agric. Sci.*, 42(1): 87–88, 93. [张维娜, 李红梅, 2014. 不同外源营养物质对烟蚜茧蜂寿命的影响. 贵州农业科学, 42(1): 87–88, 93]

(责任编辑：赵利辉)