

# 烟蚜茧蜂对不同龄期烟蚜的寄生选择 及其子代发育表现

伍绍龙<sup>1,2</sup>,周志成<sup>1\*</sup>,彭曙光<sup>1</sup>,单雪华<sup>3</sup>,曾维爱<sup>4</sup>,蔡海林<sup>4</sup>,周孚美<sup>2</sup>  
(1.湖南省烟草公司,湖南长沙410004;2.衡阳市烟草公司耒阳市分公司,湖南耒阳421800;  
3.衡阳市烟草公司,湖南衡阳421001;4.长沙市烟草公司,湖南长沙410000)

**摘要:** 为了解烟蚜茧蜂(*Aphidius gifuensis*)对不同龄期烟蚜(*Myzus persicae*)寄生的偏好,观察了烟蚜茧蜂对不同龄期烟蚜的寄生选择行为和不同龄期烟蚜被寄生后的子代烟蚜茧蜂发育情况。结果表明,烟蚜茧蜂成功寄生4龄烟蚜和成蚜需要的寄生次数分别是1、2、3龄烟蚜的4.15、2.33、1.46倍和3.77、2.12、1.33倍,成功寄生3龄烟蚜需要的寄生次数分别是1、2龄烟蚜的2.83、1.59倍,低龄期烟蚜(1龄和2龄)更容易被寄生,寄生高龄烟蚜(3、4龄烟蚜和成蚜)需要投入更多的精力。另外,烟蚜茧蜂选择给予1、2、3、4龄烟蚜和成蚜的寄生次数占比分别为6.69%、12.21%、26.29%、33.47%和21.21%,其对高龄期烟蚜的寄生次数比例超过80%,说明烟蚜茧蜂更偏好于选择寄生高龄烟蚜。烟蚜龄期不影响子代烟蚜茧蜂的发育历期、寿命和性比,但1龄烟蚜繁育的子代雌蜂体型显著小于3、4龄和成蚜,2、3龄烟蚜繁育的僵蚜羽化率(分别为89.17%和91.14%)比1、4龄和成蚜繁育的僵蚜羽化率(分别为77.78%、87.56%和81.85%)高,相对而言,中间龄期烟蚜(2、3、4龄)更利于子代烟蚜茧蜂的发育。

**关键词:** 烟蚜茧蜂; 烟蚜; 龄期; 选择; 寄生; 子代发育表现

**中图分类号:** S435.72;S476.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2017)06-0084-05

## Parasitic Selectivity of *Aphidius gifuensis* on Different Ages of *Myzus persicae* and Development of Their Offsprings

WU Shaolong<sup>1,2</sup>,ZHOU Zhicheng<sup>1\*</sup>,PENG Shuguang<sup>1</sup>,  
SHAN Xuehua<sup>3</sup>,ZENG Weiai<sup>4</sup>,CAI Hailin<sup>4</sup>,ZHOU Fumei<sup>2</sup>  
(1. Hunan Provincial Tobacco Company, Changsha 410004, China; 2. Leiyang Branch of Hengyang Tobacco Company, Leiyang 421800, China; 3. Hengyang Tobacco Company, Hengyang 421001, China; 4. Changsha Tobacco Company, Changsha 410000, China)

**Abstract:** To understand the preference of *Aphidius gifuensis* selecting to parasitize different ages of *Myzus persicae*, we observed the parasitic behavior of *Aphidius gifuensis* on different ages of *Myzus persicae* and the development of their offsprings. The results showed that the of *Aphidius gifuensis* successfully parasitizing instar 4 and adult aphids were respectively 4.15, 2.33, 1.46 times and 3.77, 2.12, 1.33 times that of successfully parasitizing instar 1, instar 2, and instar 3 aphids, and when *Aphidius gifuensis* successfully parasitized instar 3, it needed 2.83 times and 1.59 times of parasitic frequency as many as it parasitized instar 1 and instar 2 aphids. Young aphids (instar 1 and instar 2) were more easy to be parasitized and *Aphidius gifuensis* needed to put more effort to parasitize elderly aphids (instar 3, instar 4

收稿日期:2016-12-28  
基金项目:中国烟草总公司专项基金项目(中烟办[2015]346号);湖南省烟草公司专项基金项目(14-16ZDAa02)  
作者简介:伍绍龙(1986-),男,湖南衡阳人,硕士,主要从事烟草病虫害防治研究。  
\* 通讯作者:周志成(1969-),男,湖南益阳人,高级农艺师,主要从事烟草栽培和病虫害防治研究。  
E-mail:446071880@qq.com

and adult aphids). Additionally, the proportions of the parasitic frequency of *Aphidius gifuensis* choosing to parasitize instar 1, instar 2, instar 3, instar 4 and adult aphids were respectively 6.69%, 12.21%, 26.29%, 33.47% and 21.21%. The proportion of the parasitic frequency on elderly aphids was over 80%, indicating that *Aphidius gifuensis* more preferred to parasitize elderly *Myzus persicae*. Aphid ages would not affect the development duration, lifespan and sex ratio of *Aphidius gifuensis* offsprings, but the body size of female offsprings bred from instar 1 aphids was significantly smaller than that bred from instar 3, instar 4 and adult aphids, and the emergence ratios of mummified aphids bred from instar 2 and instar 3 (89.17% and 91.14% respectively) were higher than those bred from instar 1, instar 4 and adult aphids (77.78%, 87.56% and 81.85% respectively). In comparison, the middle age of aphids (instar 2, instar 3, instar 4) were more beneficial to the development of *Aphidius gifuensis* offsprings.

**Key words:** *Aphidius gifuensis*; *Myzus persicae*; instar; selectivity; parasitism; development of offsprings

寄主龄期是影响寄生蜂寄生选择行为的关键因素之一<sup>[1-8]</sup>,大部分寄主随着龄期的增长,体内营养物质会发生相应变化,体型越来越大,活动能力也越来越强,对寄生蜂的抗性也会随之增强<sup>[1-2,4-5]</sup>。偏向于选择寄生中间龄期的寄主是绝大多数寄生蜂的寄生偏好<sup>[6-9]</sup>,因为低龄期的寄主常需经历较长子代发育期<sup>[3,8]</sup>,而高龄期寄主常难以制服,不易寄生成功,且高龄期寄主被寄生后分泌的抗性物质多,不利于寄生后的子代发育<sup>[2-3,10]</sup>。

烟蚜茧蜂(*Aphidius gifuensis*)是自然界烟蚜(*Myzus persicae*)的优势天敌,与其他寄生蜂一样,在长期自然选择下,对不同龄期烟蚜也形成了一定的寄生偏好性。吴兴富等<sup>[11]</sup>通过将不同龄期的烟蚜和烟蚜茧蜂置于塑料杯中研究发现,烟蚜茧蜂对2、3龄烟蚜的寄生率高于其他龄期。然而,以寄生率的高低来评判烟蚜茧蜂的寄生选择偏好,忽略了寄生蜂的寄生选择过程,不能凸显烟蚜茧蜂寄生过程中的选择行为,且在小范围的塑料杯中进行试验可能会影响烟蚜茧蜂的选择行为。烟蚜茧蜂在实际选择寄主寄生时,可能花费了更多的精力和时间用于寄生率相对较低的寄主。相对低龄期寄主,高龄期寄主更难以制服,不易寄生成功<sup>[1-2,4,5]</sup>,毕章宝等<sup>[12]</sup>曾发现烟蚜茧蜂耗费多达20次的寄生刺探去寄生1头烟蚜,也就是说,虽然高龄期寄主比较难寄生、寄生率比较低,但是烟蚜茧蜂可能还是更愿意耗费更多的精力和时间去选择寄生高龄期的寄主。同时,不同龄期烟蚜被烟蚜茧蜂寄生后,子代蜂的寿命和体型大小还没有相关研究涉及。

为明确上述问题,本研究采用盆栽试验将不同龄期烟蚜分别置于烟株不同叶片上,观察烟蚜茧蜂的寄生选择行为和不同龄期烟蚜被寄生后的子代蜂发育情况,同时,在寄生率的基础上引入寄生次数,量化烟蚜茧蜂寄生过程中对不同龄期烟蚜付出的精力,以了解烟蚜龄期对烟蚜茧蜂寄生选择行为和子

代烟蚜茧蜂生长发育的影响,为研究寄生蜂寄生选择行为进化提供一定的理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

试验烟苗为云烟203,试验地点为长沙市宁乡县喻家坳温室大棚,对大棚进行内外遮阳并利用空调和加湿器控制温湿度,温度控制在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、湿度控制在 $(75 \pm 5)\%$ 。烟蚜和烟蚜茧蜂于2016年5月采自于长沙市宁乡县喻家坳烟田。寄主植物采用漂浮育苗,待苗长至7叶时采用10 cm花盆进行移栽,每3 d浇1次水、10 d浇1次肥,15 d后用于试验。

### 1.2 供试方法

为了解烟蚜茧蜂寄生过程中的选择偏好性,根据烟蚜生长发育期,设置1龄、2龄、3龄、4龄和成蚜5个处理,随机将每个处理各100头烟蚜移接到1株盆栽烟苗中部的5片不同烟叶上,然后将烟株置于 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 的养虫笼中。按蜂蚜比1:100各接入1头12 h内羽化已经交配过的正常雌性烟蚜茧蜂。重复10次。因为烟蚜茧蜂每次寄生时,无论成功与否都将耗费1次寄生机会,其单位时间内选择对某个龄期烟蚜耗费的寄生次数越多,代表其更偏好于该种群,因而每个重复观察记载烟蚜茧蜂对不同龄期烟蚜成功寄生1次需要的寄生次数。接蜂24 h后,将烟蚜茧蜂移除,7 d后记载不同龄期烟蚜被寄生的数量,计算寄生率、日寄生数量。

同时,为了解不同龄期烟蚜被烟蚜茧蜂寄生后的子代蜂发育情况,在上述试验移除烟蚜茧蜂后,观察记载不同龄期烟蚜被寄生后的子代烟蚜茧蜂发育情况,记录僵蚜期(寄生至僵化的时间)、羽化期(僵化至羽化的时间)。待烟蚜僵化后,用软毛笔轻轻将不同龄期蚜虫繁育的僵蚜分别放入不同指型管中,记录各龄期烟蚜被寄生后的僵蚜羽化数量,计算

僵蚜羽化率,统计各龄期烟蚜繁育的子代烟蚜茧蜂的性比。对各龄期烟蚜繁育的子代蜂,均随机选取雌蜂和雄蜂各 1 头,测定其不喂食情况下的寿命,待烟蚜茧蜂死后,测量雌蜂和雄蜂的后足胫节长度。后足胫节长度利用 10 × 4 倍显微镜 (Olympus BX43 显微镜,明美显微镜数码成像系统 V9.0 软件) 测量。

日寄生数量 = 某个龄期 24 h 内被寄生的烟蚜数量;

各龄期烟蚜被寄生的次数 = 日寄生数量 × 烟蚜茧蜂成功寄生 1 次该龄期烟蚜需要耗费的寄生次数;

各龄期烟蚜被寄生的次数占比 = 某龄期烟蚜被寄生的总次数/总寄生次数;

寄生率 = 寄生的烟蚜数量/总蚜虫数量 × 100% ;

羽化率 = 羽化的僵蚜数量/(羽化的僵蚜数量 + 未羽化的僵蚜数量) × 100% ;

雌性比例 = 雌蜂数量/(雌蜂数量 + 雄蜂数量) × 100% 。

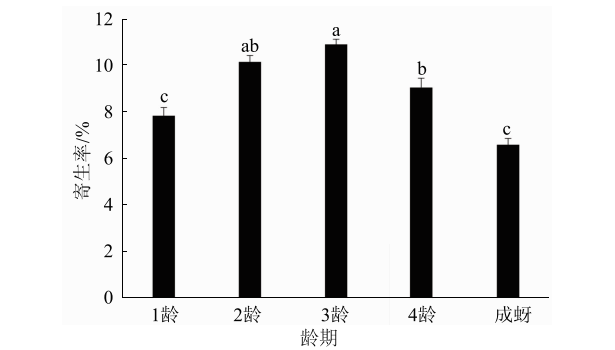
1.3 数据处理

采用 R 软件分析不同龄期烟蚜被寄生后的各项参数并进行多重比较<sup>[13]</sup>。

2 结果与分析

2.1 烟蚜茧蜂对不同龄期烟蚜的寄生选择行为观察结果

2.1.1 不同龄期烟蚜被选择寄生的数量和寄生率比较 在 24 h 内,中间龄期烟蚜被寄生的数量和寄生率高于两端龄期烟蚜,烟蚜茧蜂选择寄生 1、2、3、4 龄烟蚜和成蚜的寄生率分别为 7.82%、10.12%、10.86%、9.08%、6.54% (图 1)。其中,对 3 龄烟蚜的寄生率显著高于 1、4 龄烟蚜和成蚜,对 2 龄和 4 龄烟蚜的寄生率显著高于 1 龄和成蚜,其他蚜虫龄期之间差异不显著。



不同字母表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 图 2—3 同  
图 1 不同龄期烟蚜被选择寄生的寄生率

2.1.2 成功寄生 1 次不同龄期烟蚜需要耗费的寄生次数比较 寄生 1 头高龄烟蚜耗费的寄生次数显著高于低龄期烟蚜,烟蚜茧蜂对 1、2、3、4 龄蚜虫和成蚜完成 1 次寄生所需要的寄生次数分别为 1.60、2.85、4.54、6.65、6.04 次 (图 2)。寄生 2 龄烟蚜耗费的寄生次数显著大于 1 龄烟蚜,寄生 3 龄烟蚜需要的寄生次数显著大于 1、2 龄烟蚜,寄生 4 龄烟蚜和成蚜耗费的寄生次数显著大于 1、2、3 龄烟蚜,4 龄和成蚜之间没有显著差异。其中,寄生 1 次 2 龄烟蚜耗费的寄生次数是 1 龄烟蚜的 1.77 倍;寄生 1 次 3 龄烟蚜耗费的寄生次数分别是 1、2 龄烟蚜的 2.83 倍、1.59 倍;寄生 1 次 4 龄烟蚜和成蚜需要耗费的寄生次数分别是 1、2、3 龄烟蚜的 4.15、2.33、1.46 倍和 3.77、2.12、1.33 倍。

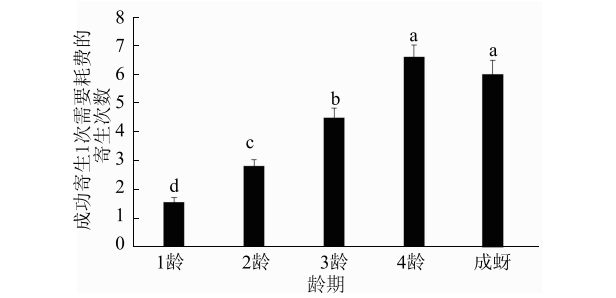


图 2 烟蚜茧蜂成功寄生 1 次不同龄期烟蚜需要耗费的寄生次数

2.1.3 选择不同龄期烟蚜进行寄生的次数比较 在 24 h 内,烟蚜茧蜂投入了更多的寄生次数用于寄生高龄烟蚜,烟蚜茧蜂对 1、2、3、4 龄烟蚜和成蚜投入的寄生次数分别为 62.56、144.21、246.67、312.88、198.31 次,各龄期之间差异显著,4 龄烟蚜最高,1 龄烟蚜最少,选择 3、4 龄烟蚜和成蚜投入的寄生次数显著高于 1 龄和 2 龄烟蚜 (图 3A)。烟蚜茧蜂给予 1、2、3、4 龄烟蚜和成蚜的寄生次数占比分别为 6.69%、12.21%、26.29%、33.47% 和 21.21%,高龄期的 3、4 龄烟蚜和成蚜占据的寄生次数比例之和超过 80%,约是 1、2 龄期之和的 4 倍 (图 3B)。

2.2 不同龄期烟蚜被寄生后的僵蚜发育情况比较

烟蚜龄期并不影响被寄生后的子代蜂发育历期,不同龄期烟蚜被寄生后的僵蚜期为 5.5 d 左右,羽化期为 4.2 d 左右,各个烟蚜龄期之间没有显著差异 (图 4A)。但是,烟蚜龄期会影响僵蚜的羽化率,羽化率表现为中间龄期高于两端龄期,2、3 龄烟蚜繁育的僵蚜羽化率分别为 89.17% 和 91.14%,而 1 龄、4 龄和成蚜繁育的僵蚜羽化率分别为 77.78%、87.56% 和 81.85%,其中 1 龄烟蚜被寄生后的僵蚜

羽化率显著低于 2、3、4 龄烟蚜被寄生后的僵蚜羽化率,其他各烟蚜龄期之间差异不显著(图 4B)。

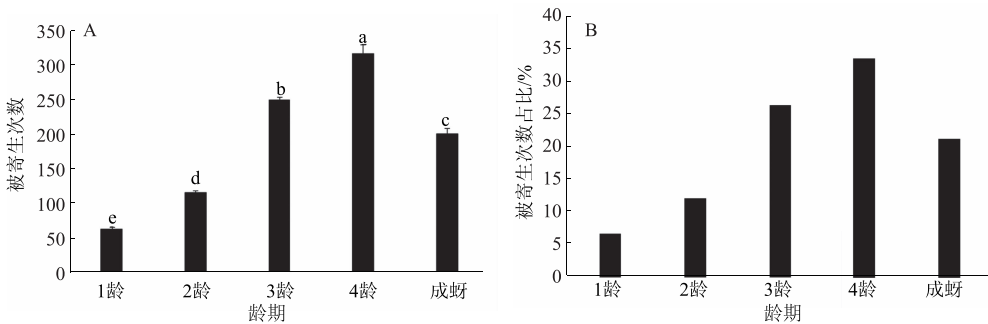
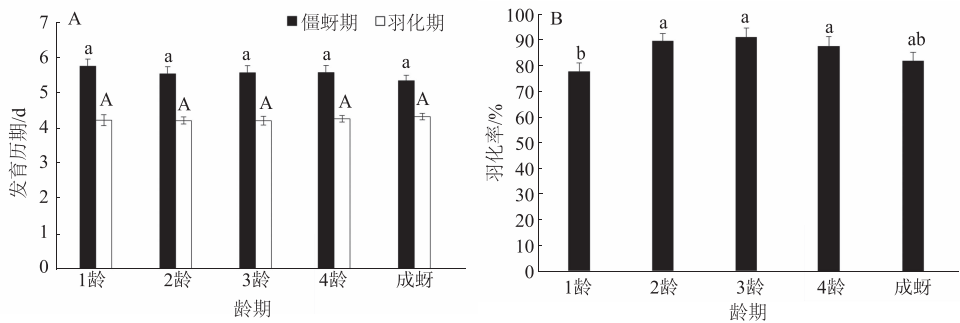


图 3 烟蚜茧蜂选择不同龄期烟蚜进行寄生的次数及所占比例



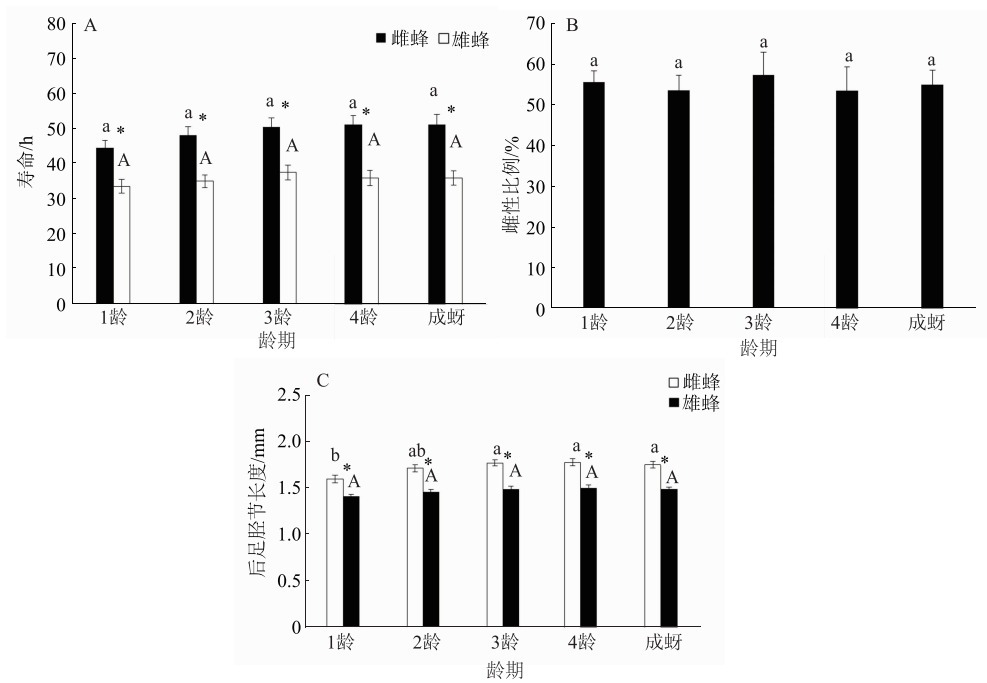
不同大写和小写字母均表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

图 4 不同龄期烟蚜被寄生后的僵蚜发育情况

2.3 不同龄期烟蚜被寄生后的子代蜂寿命、性比和后足胫节长度比较

不同龄期烟蚜繁育的子代烟蚜茧蜂雌性和雄性寿命存在一定差异,但是各龄期烟蚜繁育的子代蜂寿命差异并不显著(图 5A)。同时,烟蚜龄期也不影响子代烟蚜茧蜂的性比,各龄期烟蚜被寄生后的

子代蜂雌性比例均在 50% ~ 60% (图 5B)。另外,烟蚜龄期对子代雌蜂的后足胫节长度有着一定的影响,对子代雄蜂后足胫节长度影响不大,1 龄烟蚜繁育的子代雌蜂后足胫节长度显著低于 3、4 龄烟蚜和成蚜繁育的雌蜂,其他各龄期之间差异不显著(图 5C)。



不同小写字母表示各处理雌蜂之间差异显著,不同大写字母表示各处理雄蜂之间差异显著,\*表示雌蜂和雄蜂之间差异显著 ( $P < 0.05$ )

图 5 不同龄期烟蚜被寄生后的子代蜂寿命(A)、性比(B)和体型差异(C)

### 3 结论与讨论

烟蚜茧蜂在进行寄生时,对烟蚜龄期有偏好,然而不同龄期烟蚜繁育的子代烟蚜茧蜂在发育进程、寿命、性比以及雄蜂体型等方面差异不显著。

烟蚜茧蜂在选择寄生寄主时,会遭到寄主反抗,常需进行多次寄生,选择高龄烟蚜成功寄生需要的寄生次数显著高于低龄烟蚜,这与 He 等<sup>[14]</sup>研究阿尔茧蜂寄生蚜虫时的表现是一致的。虽然单位时间内烟蚜茧蜂成功寄生 2、3 龄烟蚜的数量显著高于其他龄期烟蚜被寄生的数量,但是总体上烟蚜茧蜂成功寄生 1 头高龄烟蚜所需的寄生次数是成功寄生 1 头低龄烟蚜的 2~4 倍;同时,相对于低龄烟蚜,烟蚜茧蜂花费了约 80% 的寄生机会用于寄生高龄烟蚜,也就是说在同等选择条件下,烟蚜茧蜂选择给予更难被寄生的高龄烟蚜更多的寄生机会。因而推测,相比低龄烟蚜,烟蚜茧蜂更偏好于寄生高龄期的烟蚜,这与吴兴富等<sup>[11]</sup>和毕章宝等<sup>[12]</sup>研究发现烟蚜茧蜂更偏向于寄生 2、3 龄期烟蚜的结论有一定的差异,这是因为之前报道以成功寄生率和子代发育情况来衡量烟蚜茧蜂的寄生偏好。而本研究发现,烟蚜茧蜂对 2、3 龄烟蚜的寄生率也较高,这与吴兴富等<sup>[11]</sup>和毕章宝等<sup>[12]</sup>的研究结论具有一致性。烟蚜茧蜂寄生后的子代发育情况也显示,中间龄期烟蚜被寄生后的子代烟蚜茧蜂种群在羽化率方面相比低龄和成熟蚜虫有一定的优势,即中间龄期的烟蚜更适合子代蜂的发育,此结论与对半闭弯尾姬蜂、中红侧沟茧蜂、阿尔蚜茧蜂以及班氏跳小蜂等<sup>[6-9]</sup>其他寄生蜂的研究结论一致。

本研究结果表明,烟蚜茧蜂更偏向于选择高龄烟蚜进行寄生,其付出更多的精力去寄生反抗能力强的高龄期烟蚜,可能是因为选择高龄的烟蚜进行寄生,更利于其子代种群在自然界生存。在野外条件下,烟蚜茧蜂除了需要选择适合子代发育的寄主,还要选择能保证子代最大限度存活的寄主。众所周知,高龄烟蚜对环境的抗逆性显著高于低龄烟蚜,面对雨水冲刷、炎热暴晒时,高龄烟蚜能快速找到躲避场所,而低龄烟蚜活动能力弱、抵抗能力弱;同时,自然条件下,烟蚜茧蜂寄生烟蚜后还面临着瓢虫、食蚜蝇等昆虫的集团内捕食作用,高龄蚜虫活动能力强,其逃避瓢虫和食蚜蝇等昆虫的捕食能力强,烟蚜茧蜂选择高龄烟蚜寄生后被集团内捕食的概率相对低龄烟蚜降低,这也更适合其种群的发展延续<sup>[15]</sup>;另外,被寄生后的烟蚜抵抗力下降,抗御环境中病原菌入侵的能力也将减弱,高龄期烟蚜相对低龄期烟蚜稍强一些。而自然界中,环境因子是否会影响烟蚜

茧蜂的寄生,是否会促进烟蚜茧蜂更多地选择高龄期烟蚜进行寄生以及影响程度有多大,还有待进一步研究。

综上所述,烟蚜茧蜂进行寄生时对烟蚜龄期有选择性,不同龄期烟蚜被寄生后的子代蜂发育情况也不一致,相对而言中间龄期烟蚜被寄生后子代蜂的羽化率有一定的优势,但是烟蚜茧蜂会花费更多的精力寄生高龄烟蚜,说明其偏好于寄生高龄烟蚜。

#### 参考文献:

- [1] Nussbaumer C, Schopf A. Development of the solitary larval endoparasitoid *Glyptapanteles porthetriae* (Hymenoptera: Braconidae) in its host *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) [J]. Eur J Entomol, 2000, 97: 355-361.
- [2] Henry L M, Ma B O, Roitberg B D. Size-mediated adaptive foraging: A host-selection strategy for insect parasitoids [J]. Oecologia, 2009, 161(2): 433-445.
- [3] Kant R, Minor M A, Trewick S A, et al. Body size and fitness relation in male and female *Diaeretiella rapae* [J]. BioControl, 2012, 57(6): 759-766.
- [4] 甘明, 苗雪霞, 丁德诚. 日本柄瘤蚜茧蜂与其寄主豆蚜的相互作用: 寄主龄期选择及其对发育的影响 [J]. 昆虫学报, 2003, 46(5): 598-604.
- [5] 李建成, 张青文, 刘小侠, 等. 中红侧沟茧蜂成虫日龄及粘虫幼虫龄期对寄生效果的影响 [J]. 中国生物防治, 2005, 21(1): 14-17.
- [6] 蔡霞, 郝仲萍, 施祖华, 等. 寄主龄期对半闭弯尾姬蜂生物学特性的影响 [J]. 中国生物防治, 2006, 22(2): 92-95.
- [7] 陈科伟, 邵屯, 刘春燕, 等. 寄主龄期对前裂长管茧蜂寄生与生长发育的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2012, 33(4): 465-468.
- [8] 张廷伟, 黄纯倩, 杜军利, 等. 阿尔蚜茧蜂对不同龄期豌豆蚜的寄生及后代适合度研究 [J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(7): 914-918.
- [9] 何娜芬, 冯东东, 李盼, 等. 班氏跳小蜂对寄主龄期选择的研究 [J]. 环境昆虫学报, 2012, 34(3): 328-332.
- [10] Henry L M, Roitberg B D, Gillespie D R. Covariance of phenotypically plastic traits induces an adaptive shift in host selection behaviour [J]. Proceedings of the Royal Society B, 2006, 273(1603): 2893-2899.
- [11] 吴兴富, 邓建华, 黄江梅, 等. 烟蚜茧蜂对烟蚜的选择性寄生及雌蜂年龄对后代性别的影响 [J]. 中国烟草学报, 2003, 9(2): 31-34.
- [12] 毕章宝, 季正端. 烟蚜茧蜂生物学研究 I. 发育过程和幼期形态 [J]. 河北农业大学学报, 1994, 16(2): 1-8.
- [13] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [EB/OL]. (2014-09-30). <http://www.R-project.org/>.
- [14] He X Z, Wang Q, Teulon D A J. Host age preference behavior in *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) [J]. Journal of Insect Behavior, 2011, 24(6): 447-455.
- [15] Taylor A J, Müller C B, Godfray H C J. Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids [J]. Journal of Insect Behavior, 1998, 11(2): 297-302.