

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

伍绍龙^{1,2}, 周志成¹, 彭曙光^{1*}, 曾维爱³, 蔡海林³, 单雪华⁴, 周孚美²

(1. 湖南省烟草公司, 长沙 410004; 2. 湖南省耒阳市烟草分公司, 耒阳 421800;

3. 湖南省长沙市烟草公司, 长沙 410000; 4. 湖南省衡阳市烟草公司, 衡阳 421001)

摘要 为比较不同寄主植物繁蚜,继而繁育烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* 的潜力,促进烟蚜茧蜂扩繁,从烟田采集供试烟蚜与烟蚜茧蜂,比较了烟草、萝卜、油菜和小白菜共4种常用寄主植物的繁蚜—繁蜂能力和繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力。结果显示:(1)烟草和萝卜的单株繁蚜速率较快、繁蚜量大,表明两者的繁蚜能力强于小白菜和油菜;(2)4种寄主植物上的僵蚜羽化率没有显著差异,烟蚜茧蜂对烟草和萝卜繁育烟蚜的寄生率显著高于小白菜和油菜,表明在烟草和萝卜上繁蜂能力强于油菜和小白菜;(3)烟草上繁育的子代蜂寿命及其后足胫节长度均显著大于在其他3种寄主植物上繁育的寄生蜂的相应参数,表明烟草上繁育的子代烟蚜茧蜂的营养状态优于在其他3种寄主植物上得到的烟蚜茧蜂。总体而言,烟草的繁蚜—繁蜂能力和子代烟蚜茧蜂的寄生潜力均强于其他3种寄主植物,更适用于烟蚜茧蜂扩繁;萝卜上繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力不及烟草,但明显优于小白菜和油菜,可作为一种烟蚜茧蜂繁育的替代寄主植物,用于提纯、复壮烟蚜和烟蚜茧蜂。

关键词 寄主植物; 烟蚜; 烟蚜茧蜂; 繁育

中图分类号: S 476.3 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.04.016

Effects of four host plants on fecundity of *Myzus persicae*, *Aphidius gifuensis* and parasitic potential of wasp offsprings

Wu Shaolong^{1,2}, Zhou Zhicheng¹, Peng Shuguang¹, Zeng Weiai³, Cai Hailin³, Shan Xuehua⁴, Zhou Fumei²

(1. Hunan Provincial Tobacco Company, Changsha 410004, China; 2. Leiyang Branch of

Hengyang Tobacco Company, Hunan 421800, China; 3. Changsha Tobacco Company,

Hunan 410000, China; 4. Hengyang Tobacco Company, Hunan 421001, China)

Abstract For assessing the reproductive capacities of the aphid *Myzus persicae* and the wasp *Aphidius gifuensis* on different host plants, and promoting wasp breeding efficiency, we studied the reproductive processes of aphids and wasps on tobacco, radish rape, and pakchoi, and the parasitic abilities of wasp offspring. The results indicated that the reproductive rates and offspring number of aphids bred by tobacco and radish were greater than those bred by pakchoi and rape. No significant difference was found among the four host plants in the emergence rate of mummified aphids; however, the parasitic rates on tobacco and radish were greater. Additionally, the longevity and the metathoracic tibia length of wasp offspring bred by tobacco were significantly greater than those bred by other host plants. In general, tobacco had relatively greater capacities for breeding aphids and wasps in the present study. Although the potential parasitic ability of the wasp offspring bred by radish was slightly weaker than tobacco, their reproductive capacities were significantly greater than on other two host plants. Therefore, we suggest that radish should be regarded as an alternative host plant for breeding wasp.

Key words host plant; *Myzus persicae*; *Aphidius gifuensis*; breeding

收稿日期: 2016-10-21 修订日期: 2016-11-23

基金项目: 湘江流域烟区烟草主要虫害和烟草病毒病、青枯病绿色防控技术体系构建研究及应用项目(中烟办[2015]346号);湖南烟草病虫害绿色防控技术体系研究及构建项目(14-16ZDAa02)

* 通信作者 E-mail:446071880@qq.com

烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 是烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的重要天敌昆虫, 在农业害虫防治中发挥着重要作用。寄主植物是当前烟蚜茧蜂大规模繁育不可或缺的条件之一, 不同寄主植物的繁蚜量和繁蜂量存在显著差异^[1-4]。就寄主植物而言, 评判其是否为优异的烟蚜茧蜂扩繁寄主, 可以从繁蚜能力(繁蚜速率和繁蚜量)、繁蜂能力(寄生率、羽化率)以及子代蜂的寄生潜力(寿命、雌性比例和体型)三个方面进行评判^[5-6]。繁蚜速率快、繁蚜量大说明繁蚜能力强; 烟蚜茧蜂寄生率高、羽化率高说明繁蜂能力强; 子代蜂的寿命越长、雌性比例和体型越大则说明子代存在更强的寄生潜力。国内研究常把寄主植物的繁蚜能力-繁蜂能力作为评价寄主植物繁蜂效果的指标^[2-3, 7], 如高俊涛等^[2]、黄凤霞等^[4]和马丽娜等^[8]研究了寄主植物对烟蚜发育历期的影响, 黄凤霞等^[4]和王斐然^[9]研究了寄主植物对僵蚜体重的影响。对子代蜂的寄生潜力的研究尚未见报道。子代蜂的寄生潜力直接影响其种群的进一步扩大、烟蚜茧蜂的繁育和大田寄生效果, 因此, 进一步全面探索子代蜂的寄生潜力具有重要的生产指导意义。

本文比较了不同寄主植物上繁育出的子代烟蚜茧蜂的寿命、雌性比和体型; 并在此基础上进一步研究了不同寄主植物的繁蚜能力和繁蜂能力, 以比较在不同寄主植物上繁育烟蚜茧蜂的潜力, 旨在为烟蚜茧蜂的实际繁育应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

烟蚜和烟蚜茧蜂于 2016 年 5 月采自长沙市宁乡县喻家坳烟田。供试烟苗 *Nicotiana tabacum* Linn. 品种为‘云烟 203’, 小白菜 *Brassica chinensis* Linn. 品种为‘上海青’, 萝卜 *Raphanus sativus* Linn. 品种为‘白萝卜’, 油菜 *Brassica napus* Linn. 品种为‘丰油 730’。寄主植物均采用漂浮育苗, 待苗长至 7 叶时移栽到直径 20 cm 花盆中, 每 3 d 浇 1 次水, 10 d 浇 1 次肥, 待移栽苗长至 9 片叶时备用。

1.2 试验方法

试验于 2016 年 5—8 月在长沙市宁乡县喻家坳温室大棚进行, 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 $70\% \pm 5\%$ 。

设置烟草、萝卜、小白菜和油菜 4 个处理, 每个处理重复 20 次。每株盆栽植物上接入 10 头 3 龄烟蚜若蚜, 然后放入到规格为 $50\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 80\text{ cm}$ 的 60 目养虫笼中。接蚜后, 观察记载不同寄主植物繁育的子代若蚜发育历期、烟蚜的单雌日产仔蚜数量(开始产蚜后的 24 h 内产仔蚜数量), 每隔 6 d 记载烟蚜数量。接蚜 30 d 后, 按 1:50 的蜂蚜比例, 接入 24 h 内羽化且已经交配的雌性烟蚜茧蜂进行寄生。7 d 后观察记载僵蚜数量、寄生烟蚜数量和未寄生烟蚜数量。用软毛笔在每株寄主植物上随机挑取 20 头僵蚜, 观察并记载烟蚜茧蜂的羽化量和雌雄数量。对刚羽化的烟蚜茧蜂采用 5 cm 离心管进行单独饲养(不喂任何食物), 每隔 2 h 观察 1 次, 记载每头烟蚜茧蜂的羽化时间和死亡时间。在每株寄主植物上随机挑选羽化的烟蚜茧蜂雌雄各 10 头, 测量其后足胫节长度。在 10×4 倍显微镜下(Olympus BX43 显微镜, 明美显微镜数码成像系统 V9.0 软件)观察烟蚜茧蜂性别并测量其后足胫节长度。

1.3 数据处理

采用 R 软件(R Core Development Team, 2014)中的方差分析进行多重比较分析($P < 0.05$)。

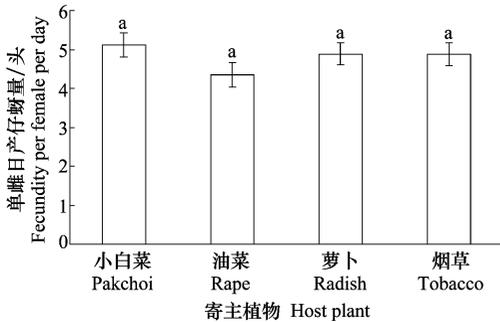
雌性比例(%) = 雌蜂数量 / (雌蜂数量 + 雄蜂数量) $\times 100$ 。

2 结果与分析

2.1 不同寄主植物繁蚜能力的比较

2.1.1 不同寄主植物繁蚜速率的比较

在不同寄主植物上, 烟蚜的单雌日产仔蚜数量没有显著性差异(图 1), 但发育历期存在显著差异(表 1)。1 龄若蚜的发育历期: 萝卜 > 小白菜 > 烟草 > 油菜; 2 龄若蚜的发育历期: 萝卜 > 小白菜 > 油菜 > 烟草; 3 龄若蚜的发育历期: 油菜 > 烟草 > 小白菜 > 萝卜; 4 龄若蚜的发育历期: 小白菜 > 萝卜 > 油菜 > 烟草, 总的若蚜发育历期为: 萝卜 > 油菜 > 小白菜 > 烟草(表 1)。可见萝卜上的 1、2 龄若蚜发育历期均显著高于烟草和油菜, 油菜上的 3 龄若蚜发育历期最长, 显著高于其他 3 种作物, 烟草上的 4 龄若蚜发育历期最短, 显著低于小白菜和萝卜。整体而言, 烟草上的若蚜发育历期显著短于小白菜、油菜和萝卜, 说明烟草繁蚜速率最快; 小白菜上的若蚜发育历期显著低于萝卜, 但与油菜之间差异不显著(表 1)。



柱上相同字母表示处理间无显著差异($P>0.05$)。下同
The same letters above the bars indicate insignificant difference between treatments ($P>0.05$). The same below

图 1 烟蚜在不同寄主植物上的日产仔蚜数量
Fig. 1 Fecundity of *Myzus persicae* per day on different host plants

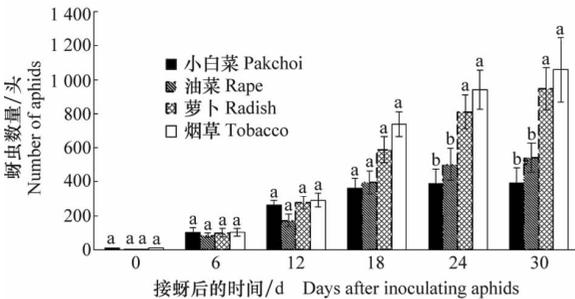
表 1 烟蚜在不同寄主植物上的生长发育期¹⁾

Table 1 Developmental durations of *Myzus persicae* on different host plants

寄主植物 Host plant	发育历期/d Developmental duration				若蚜历期/d Developmental duration of nymphs
	1 龄 First instar	2 龄 Second instar	3 龄 Third instar	4 龄 Fourth instar	
小白菜 Pakchoi	(1.77±0.07)ab	(1.57±0.07)ab	(1.61±0.06)b	(1.29±0.04)a	(6.24±0.08)b
油菜 Rape	(1.59±0.05)b	(1.53±0.07)b	(2.16±0.10)a	(1.20±0.05)ab	(6.49±0.10)ab
萝卜 Radish	(1.98±0.07)a	(1.83±0.06)a	(1.54±0.07)b	(1.28±0.05)a	(6.64±0.07)a
烟草 Tobacco	(1.69±0.06)b	(1.52±0.05)b	(1.75±0.07)b	(1.04±0.04)b	(6.00±0.10)c

1) 表中同列数据后不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

The different letters in the same column indicate significant difference between treatments ($P<0.05$).



图中同一时间内不同处理间的不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)
The different letters in the figure indicate significant difference among treatments at the same time ($P<0.05$)

图 2 烟蚜在不同寄主植物上的繁殖数量
Fig. 2 Reproductive amounts of *Myzus persicae* on different host plants

2.3 不同寄主植物繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力的比较

2.3.1 烟蚜茧蜂子代雌蜂和雄蜂的寿命比较

子代雌蜂的寿命均显著长于雄蜂的寿命,烟草上繁育的烟蚜茧蜂子代雌蜂和雄蜂寿命显著长于其他 3 种作物,小白菜、油菜和萝卜上繁育的子代雌蜂和雄蜂寿命没有显著差异(图 4)。

2.3.2 烟蚜茧蜂子代雌性比例的比较

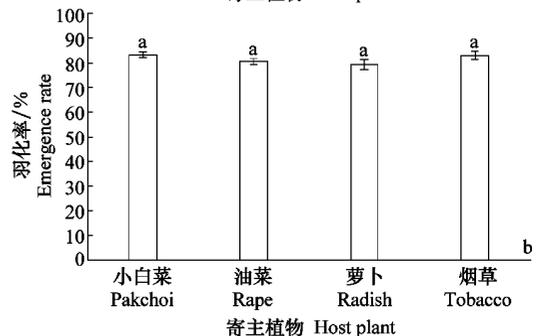
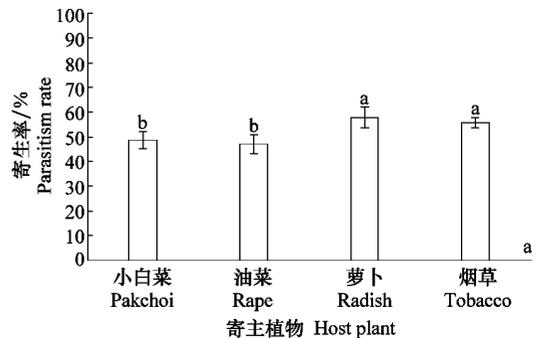
寄主植物并不影响子代烟蚜茧蜂的雌性比例,4 种寄主植物繁育的烟蚜茧蜂的雌性比例均在 60% 左右,寄主植物之间没有显著差异(图 5)。

2.1.2 不同寄主植物单株繁蚜量的比较

接蚜 12 d 后,4 种寄主植物的单株繁蚜量没有显著差异,但小白菜、萝卜和烟草的繁蚜量均高于油菜的繁蚜量;接蚜 18 d 后,烟草的单株繁蚜量最高,其次是萝卜、油菜和小白菜,且小白菜的单株繁蚜量接近饱和。接蚜 24 d 和 30 d 后,烟草和萝卜的单株繁蚜量均显著高于油菜和小白菜,烟草和萝卜之间的单株繁蚜量无显著差异,小白菜和油菜之间的单株繁蚜量无显著差异(图 2)。

2.2 不同寄主植物繁蜂能力的比较

烟蚜茧蜂对烟草和萝卜繁育的烟蚜的寄生率显著高于小白菜和油菜,烟草和萝卜、小白菜和油菜之间差异性不显著(图 3a)。寄主植物并不影响僵蚜的羽化率,4 种寄主植物上的僵蚜羽化率没有差异(图 3b)。



a: 烟蚜茧蜂对烟蚜的寄生率; b: 僵蚜羽化率

a: Parasitic rates of *Aphidius gifuensis* to *Myzus persicae*;
b: Emergence rates of parasitized aphids

图 3 不同寄主植物上烟蚜茧蜂的寄生率和僵蚜羽化率
Fig. 3 Parasitism rates of *Aphidius gifuensis* and emergence rates of parasitized aphids on different host plants

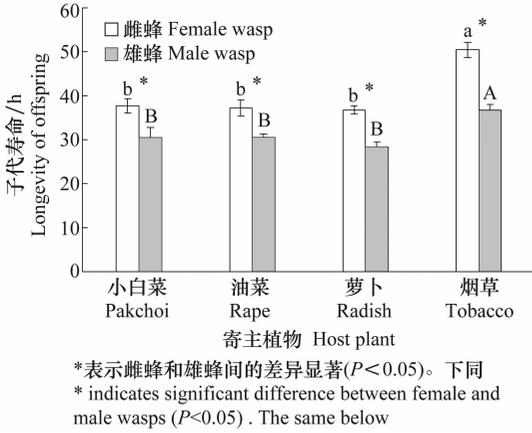


图4 不同寄主植物上子代雌蜂和雄蜂的寿命
Fig. 4 Longevity of female and male wasp offspring on different host plants

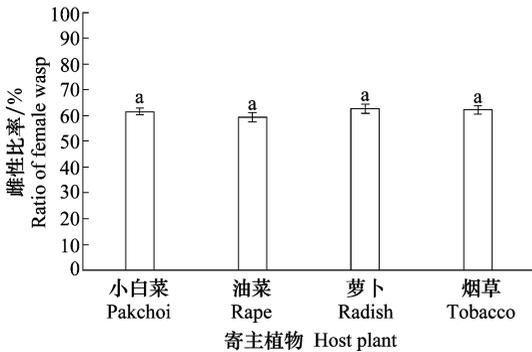


图5 不同寄主植物上的烟蚜茧蜂子代雌性比例
Fig. 5 The female wasp ratio of *Aphidius gifuensis* offspring on different host plants

2.3.3 烟蚜茧蜂子代体型大小的比较

4种寄主植物上繁育的子代雄蜂后足胫节长度没有差异,但子代雌蜂后足胫节长度均显著大于雄蜂;同时,烟草、萝卜和油菜上繁育的子代雌蜂后足胫节长度没有显著差异,但显著大于小白菜上繁育的子代雌蜂(图6)。

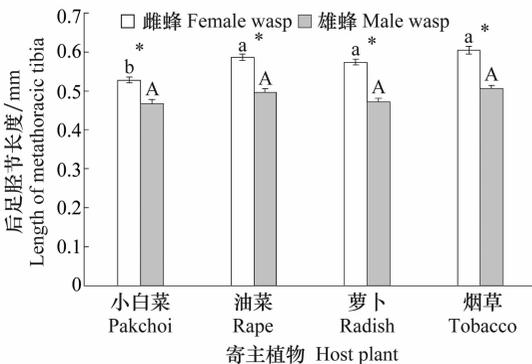


图6 不同寄主植物上烟蚜茧蜂子代雌蜂和雄蜂的后足胫节长度
Fig. 6 Metathoracic tibia lengths of female and male *Aphidius gifuensis* on different host plants

3 讨论

不同寄主植物的营养成分和耐蚜性不同,导致其繁殖能力也不同。取食不同的寄主植物导致烟蚜体内营养成分不同,而不同的营养成分将影响烟蚜茧蜂的寄生反应以及寄生后子代的发育,使得不同寄主植物繁育烟蚜茧蜂的潜力出现差异^[2,4,8-9]。

本研究发现烟蚜在烟草上的发育历期最短,为6 d,这与秦西云等^[10]发现烟蚜在28℃时的若蚜发育历期为6.24 d相近,与李凤琴等^[7]发现烟蚜在烟草上的若蚜发育历期低于在萝卜和油菜上也一致。烟蚜在小白菜上的单雌日产仔蚜数量高于萝卜和油菜上的,接蚜12 d内烟蚜在小白菜上的繁育速率快于萝卜和油菜上的,因而推断初始繁殖阶段,烟蚜在小白菜上的繁育速率比在萝卜和油菜上快,这与高俊涛等^[2]研究发现接蚜5 d内,烟蚜在白菜上的繁育速率显著快于其在萝卜和油菜上的结论一致。接蚜24 d和30 d后,烟草和萝卜上的单株蚜量显著高于油菜和小白菜,以小白菜最低,这与杨硕媛等^[1]研究得到的烟草的单株繁殖量大于油菜、萝卜和小白菜且小白菜的繁殖量最低的结论一致。就繁殖量来说,烟草和萝卜的单株繁殖量最大,比较适合烟蚜扩繁时的寄主植物;小白菜虽然单株繁殖量不高,但是初始繁殖速率较快,因而也可用于短期烟蚜快速繁育。

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^[3,11],烟草和萝卜上的烟蚜寄生率显著高于油菜和小白菜,烟草上寄生率为55.82%,与贾芳墨等^[11]采用1:50蜂蚜比接蜂,7 d后寄生率为55.33%的结果一致。同时,4种寄主植物上的僵蚜羽化率没有差异,羽化率均在81%~84%之间,与张洁等^[12]用油菜饲养的烟蚜繁育的烟蚜茧蜂的羽化率(89%)差异不大,但显著高于张红梅等^[13]采用烟草饲养烟蚜的茧蜂羽化率(61%),可能是由于其通过从寄主植物上挑落僵蚜再观察羽化率时,对僵蚜形成了一定的损伤。4种寄主植物上的僵蚜羽化率没有差异,但接蜂7 d后烟蚜茧蜂对烟草和萝卜上烟蚜的寄生率显著高于油菜和小白菜,结合烟草和萝卜的繁殖量也显著大于小白菜和油菜的结论,因而推断烟草和萝卜短期内的繁殖能力优于小白菜和油菜。

不同寄主植物繁育的子代烟蚜茧蜂雌性比例差异不大,雌性比例均在60%左右,寄主植物并不影

响子代烟蚜茧蜂的雌性比例,且与张洁等^[12]用油菜繁育烟蚜茧蜂 62% 的雌性比例一致。在不喂食任何食物的情况下,4 种寄主植物上繁育的子代雌蜂的寿命均显著高于雄蜂,这与毕章宝等^[15]研究发现雌蜂寿命高于雄蜂的结论一致,而在喂食蜂蜜水等其他物质以后,子代雌蜂和雄蜂的寿命会发生什么样的变化还需进一步研究^[16]。同时,烟草上繁育的烟蚜茧蜂子代雌蜂和雄蜂寿命均显著高于其他 3 种寄主植物,且烟草上繁育的烟蚜茧蜂子代雌蜂和雄蜂的后足胫节长度均大于其他作物上繁育的烟蚜茧蜂,这可能是因为烟草上繁育的烟蚜更利于子代烟蚜茧蜂的生长发育。虽然烟草并不能提高烟蚜茧蜂子代雌性的比例,但是烟草上繁育的烟蚜茧蜂子代雌蜂寿命长、后足胫节长,其子代蜂将有更多的时间和更大的体力值来发生寄生行为,因而本文推测烟草繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力最大,小白菜上繁育的子代烟蚜茧蜂寿命与油菜和萝卜上的一致,但体型偏小,因而寄生潜力最小,其余两者繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力介于烟草和小白菜之间。出现这种结果,可能是因为供试虫源均来自烟草,如果供试虫源来自于其他作物,子代的发育情况是否会出现变化,还有待进一步研究探索。

总体来说,烟草繁蚜能力强,繁蜂量大,繁育的子代烟蚜茧蜂寄生潜力最大,相对于其他 3 种寄主植物,更适于烟蚜茧蜂扩繁。同时,虽然萝卜上繁育的子代烟蚜茧蜂的寄生潜力不及烟草,但是繁蚜能力和繁蜂能力要优于小白菜和油菜,因而可作为烟蚜茧蜂繁育过程中的一种替代寄主植物,用于提纯、复壮烟蚜和烟蚜茧蜂。另外,关于是否还有其他替代寄主植物更适合进行烟蚜茧蜂扩繁,尤其是烟蚜的一些野生寄主植物如杂草植物等,还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 杨硕媛,邓小刚,余砚碧,等. 烟蚜茧蜂规模繁殖中烟蚜越冬寄主筛选[J]. 中国烟草科学,2011, 32(4): 81-86.
- [2] 高俊涛,刘长明,顾刚. 不同寄主植物对烟蚜存活率及其产蚜量的影响[J]. 武夷科学,2015, 31: 103-108.
- [3] 柏天琦,张立猛,谷星慧,等. 十字花科作物繁育烟蚜和扩繁烟蚜茧蜂[J]. 云南农业大学学报,2015, 30(4): 541-546.
- [4] 黄凤霞,周阳,张礼生,等. 一种扩繁烟蚜茧蜂的载体植物适用性评价[J]. 环境昆虫学报,2015, 37(4): 827-833.
- [5] Wei Jianing, Li Tianfei, Kuang Rongping, et al. Mass rearing of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphididae) for biological control of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. Biocontrol Science and Technology, 2003, 13(1): 87-97.
- [6] 王树会,魏佳宁. 烟蚜茧蜂规模化繁殖和释放技术研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),2006, 28(S1): 377-382.
- [7] 李凤琴,曹治珊,蒋金炜. 不同寄主植物上烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的种群动态研究[J]. 河南农业大学学报,2013, 47(2): 173-176.
- [8] 马丽娜,刘映红,王雅静,等. 寄主植物对烟蚜生长发育和繁殖的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(1):74-76.
- [9] 王斐然. 寄主植物对烟蚜茧蜂生长发育和寄主选择行为的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [10] 秦西云,李正跃. 烟蚜生长发育与温度的关系研究[J]. 中国农学通报,2006, 22(4): 365-370.
- [11] 贾芳墨,易忠经,杨在友,等. 不同蜂蚜比的蜂蚜同接对规模化繁殖烟蚜茧蜂的影响[J]. 中国烟草科学,2014,25(3):56-60.
- [12] 张洁,张礼生,陈红印,等. 大规模扩繁烟蚜茧蜂的蚜类寄主筛选研究[J]. 中国生物防治学报,2014, 30(1): 32-37.
- [13] 张红梅,徐兴才,王燕,等. 温度对烟蚜茧蜂羽化率、寿命及性比的影响[J]. 西南农业学报,2015, 28(4): 1666-1669.
- [14] Godfray H C J. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology [M]. New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- [15] 毕章宝,季正端. 烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 生物学研究 II: 成虫生物学及越冬[J]. 河北农业大学学报,1994, 17(2): 38-44.
- [16] 闫玉芳,陈文龙. 食物对烟蚜茧蜂成蜂寿命的影响[J]. 贵州农业科学,2012, 40(1): 119-121.

(责任编辑:田 喆)