

十字花科作物繁殖烟蚜和扩繁烟蚜茧蜂*

柏天琦¹, 张立猛², 谷星慧², 计思贵², 孙跃先¹, 杨硕媛^{2**}, 张宏瑞^{1**}

(1. 云南农业大学 植物保护学院, 云南 昆明 650201; 2. 云南省烟草公司玉溪市公司, 云南 玉溪 653100)

摘要: 筛选繁殖烟蚜和扩繁烟蚜茧蜂的寄主植物对烟蚜茧蜂的规模化繁殖具有重要意义。本文对 8 个品种十字花科作物上的单株蚜量随时间的变化和 30 d 后各种作物上的单株蚜量进行比较, 结果表明: 接蚜后, 不同十字花科作物上的单株蚜量皆随接种时间的延长而增加; 30 d 后, ‘板扎 19 号’白菜、‘板扎超夏妃’白菜、‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜 5 个品种的烟蚜数量均较高, 达到 847.75~1 198.75 头/株, 其余 3 个品种白菜‘山东 19 号’、‘大叶芥菜’和油菜‘A35’较低, 仅为 628.88~677.43 头/株; 8 个品种平均单株蚜量存在显著差异 ($F=2.67$, $P=0.02$); 从繁蚜效果看, 以白菜最好, 黄萝卜、白萝卜和红萝卜次之。选择蚜量较高的 5 个品种进行繁蚜, 结果表明: 以 1:50 的蜂蚜比放蜂 25 d 后, 5 个品种上的平均单株僵蚜量达到 994.67~1 432.00 头/株, 平均单株僵蚜量不存在显著差异, 但‘春夏秋冬’白萝卜和‘籽秧山东’黄萝卜平均单株正常蚜量仍高达 2 969.67 和 1 280.00 头/株, 有较大的繁蚜繁蜂潜力。因此, 白菜和萝卜都适宜作为繁蚜寄主, 但‘春夏秋冬’白萝卜和‘籽秧山东’黄萝卜是最适宜作为繁蚜和繁蜂的寄主作物。本研究可为烟蚜茧蜂规模化繁殖技术提供基础依据。

关键词: 烟蚜茧蜂; 烟蚜; 繁殖; 十字花科作物

中图分类号: S 435.72; S 476 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004–390X (2015) 04–0541–06

Rearing of *Myzus persicae* and *Aphidius gifuensis* on Cruciferous Crops

BAI Tianqi¹, ZHANG Limeng², GU Xinghui², JI Sigui²,
SUN Yuexian¹, YANG Shuoyuan², ZHANG Hongrui¹

(1. Plant Protection College, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Yuxi Branch, Yunnan Tobacco Company, Yuxi 653100, China)

Abstract: Selection of plant host had important significance for *Aphidius gifuensis* and *Myzus persicae* mass rearing. The number change of *M. persicae* with time on 8 different varieties of cruciferous host plants after inoculation and number of *M. persicae* on different host plants after inoculation for 30 days were compared, and continuously *A. gifuensis* were reared on the 5 varieties with higher number of aphids in this experiment. The results showed that the number of *M. persicae* in this experiment on all varieties of cruciferous host plants in this experiment showed an increasing trend with the prolonged of inoculation time, and the higher number of *M. persicae* on 5 varieties crops, that were Chinese Cabbage ‘Banzha super Xiafei’, Chinese cabbage ‘Banzha 19’, white radish ‘Seasons’, red radish

收稿日期: 2014–05–28 修回日期: 2014–07–26 网络出版时间: 2015–07–16 17:31

* 基金项目: 中国烟草总公司科技重点项目 (110201302013); 云南省烟草公司科技计划项目 (2013YN18)。

作者简介: 柏天琦 (1989—), 男, 云南玉溪人, 在读硕士研究生, 主要从事昆虫生态与害虫综合防治研究。

E-mail: tianqib@163.com

** 通信作者 Corresponding authors: 杨硕媛 (1963—), 女, 云南晋宁人, 高级农艺师, 主要从事烟草病虫害防治研究与推广应用工作。E-mail: htyshy@sina.com; 张宏瑞 (1976—), 女, 云南永平人, 博士, 教授, 主要从事昆虫生态与害虫综合防治研究。E-mail: hongruizh@126.com

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20150716.1731.009.html

‘Leaf Covered in Red’ and yellow raddish ‘Ziyang Shandong’ ranged from 847.75 to 1 198.75 individuals per plant while lower on another 3 varieties crops, that were Chinese cabbage ‘Shangdong 19’, mustard ‘Leaf’ and rape ‘A35’ ranged from 628.88 to 677.43 individuals per plant after 30 days, and the mean aphids individuals per plant on 8 varieties showed significant difference ($F = 2.67$, $P = 0.02$). Therefore, the different varieties of crops in this experiment are ideal hosts for *M. persicae*. And the best variety was Chinese cabbage, then the yellow radish, white radish and red radish. When aphids inoculated after 30 days, 5 varieties of crops with higher number of aphids were selected to rear *A. gifuensis*. The results showed that 25 days after *A. gifuensis* released at ratio of Aphidius to Aphids was 1:50, the mean number of aphid mummies per plant ranged from 994.67 to 1 432.00 individuals, which showed no significant difference among varieties. And the normal aphids still were 2 969.67 and 1 280.00 individuals respectively per plant on the white radish and yellow radish, which showed it still had much potential to rear aphids and its parasites. Therefore, Chinese cabbage and Radish were the suitable crops for *M. persicae* rearing, while the best variety was white radish and yellow radish for *A. gifuensis* and *M. persicae* mass rearing. The results provide the basis for *A. gifuensis* and *M. persicae* mass rearing.

Keywords: *Aphidius gifuensis*; *Myzus persicae*; rearing; cruciferous crops

烟蚜茧蜂 (*Aphidius gifuensis*), 属膜翅目蚜茧蜂科, 是专门寄生蚜虫的内寄生蜂, 对寄主蚜虫的自然控制力较强^[1]。烟蚜茧蜂在国内已用于烟草、蔬菜等农作物蚜虫的生物防治, 利用烟蚜茧蜂防治烟蚜 (*Myzus persicae*), 虫口减退率达 64.6% ~ 88.5%, 防治效果显著^[2-3]。

在烟蚜茧蜂防治蚜虫的实践中, 关键要解决烟蚜茧蜂的规模化繁殖。规模化繁殖烟蚜茧蜂由寄主植物培育、寄主蚜虫繁殖和烟蚜茧蜂繁殖三大部分组成^[4]。长期以来, 烟苗被认为是最适合烟蚜繁殖的寄主植物^[5], 但是冬季种植与培育烟苗不仅费工费时, 而且烟苗生长较慢, 不利于烟蚜的生长发育, 从而影响烟蚜茧蜂的质量^[6]。忻亦芬等^[7]曾先后应用白菜苗、黄瓜苗、烟苗、普通萝卜苗繁殖烟蚜, 均因幼苗耐蚜性差而相继失败, 后续研究认为二年生萝卜苗可以作为烟蚜的寄主植物繁殖出大量的烟蚜茧蜂。

在玉溪烟区的调查结果表明, 烟蚜茧蜂可在油菜、白萝卜、红萝卜等作物上越冬^[6, 8], 经本项目组初步的寄主筛选试验发现, 油菜、白萝卜、红萝卜上烟蚜数量以及僵蚜体重均可达到烟蚜茧蜂繁殖技术指标要求, 可作为烟蚜茧蜂规模化繁殖体系中烟蚜的理想越冬寄主。且这些作物在冬季比烟草容易培育, 可降低规模繁殖烟蚜茧蜂的成本^[8]。本研究在上述初步筛选试验的基础上, 以白菜、萝卜、油菜、芥菜 4 种共 8 个品种的十

字花科作物作为烟蚜繁殖寄主植物, 研究烟蚜和烟蚜茧蜂繁殖的效果, 旨在筛选出更多烟蚜茧蜂规模化繁殖中适宜的寄主植物品种, 为烟蚜茧蜂规模化繁殖技术提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 寄主植物培育

试验地点位于云南省烟草公司玉溪市公司马桥基地 (东经 24°14', 北纬 102°30') 的烟蚜茧蜂繁殖大棚 (50 m × 12 m × 7.6 m) 内, 通过温棚上的天窗、侧窗和遮阳网调节棚内温湿度, 防止棚内白天温度过高及夜晚温度过低。每天 8:00, 11:30, 14:30, 17:00 4 个时段各记录 1 次大温棚内的温湿度。

试验时间为 2013 年 9 月—2014 年 2 月。2013 年 9 月 4 日播种, 选择玉溪地区受烟蚜危害且广泛种植的 4 种 8 个品种的十字花科作物 (表 1) 进行漂浮育苗。40 d 后 (10 月 14 日), 当所有作物的有效真叶长至 4 片以上时进行移栽, 单株移入花盆中 (25 cm × 15 cm × 26 cm), 每种作物移栽 16 株, 移栽后分别放入烟蚜茧蜂繁殖大温棚内相互隔离的小棚 (6 m × 3 m × 1.8 m) 中。栽培土壤主要是山地红壤土, 在红壤土表面覆盖一层腐熟农家肥。幼苗移栽后浇足定根水, 之后每 2 d 浇 1 次清水, 每 10 d 浇 1 次 1:200 倍的复合肥液。

表1 作物种类
Tab.1 Crop Species

种类 species	品种 varieties	来源 source
萝卜 <i>Raphanus sativus</i>	‘春夏秋冬’白萝卜 ‘Seasons’ white radish	北京天一种苗有限公司
	‘板叶满身红’红萝卜 ‘Leaf Covered in Red’ red radish	四川种都种业有限公司
	‘籽秧山东’黄萝卜 ‘Ziyang Shandong’ yellow radish	玉溪市红塔区鑫龙作物种子经营部
	‘板扎超夏妃’ Chinese cabbage ‘Banzha super Xiafei’	云南云鸿作物花卉种苗研究所
白菜 <i>Brassica rapa</i>	‘板扎19号’ Chinese cabbage ‘Banzha 19’	云南云鸿作物花卉种苗研究所
	‘山东19号’ Chinese cabbage ‘Shandong 19’	云南云鸿作物花卉种苗研究所
	‘大叶芥菜’ mustard ‘Leaf Mustard’	玉溪市红塔区鑫龙作物种子经营部
芥菜 <i>Brassica juncea</i>	‘A35’	大天种业有限公司
油菜 <i>Brassica campestris</i>		

1.2 烟蚜繁殖

由于刚移栽的幼苗耐蚜性差不利于烟蚜繁殖, 移栽进花盆中的寄主植物需培养一段时间后再进行繁殖。试验中寄主植物移栽培育35 d (11月19日), 所有盆栽作物有效真叶均长至7片以上进行接蚜。接蚜方法为挑接法^[6], 蚜种选择马桥基地烟株上繁殖多代的3, 4龄个大无翅红色型烟蚜。接蚜工具为干净柔软的细毛笔, 接蚜量为每株10头, 接蚜部位为植株中上部叶片正面。

接蚜后每3 d浇1次清水, 每15 d浇1次1:200倍的复合液, 浇水时尽量不要把水浇到叶片上以减少浇水对繁殖的不利影响。每种作物随机选取8株, 挂牌进行定株调查, 每隔6 d调查1次, 共调查5次, 记录蚜虫数量。

1.3 烟蚜茧蜂繁殖

目前在烟蚜茧蜂规模化饲养的过程中, 寄主植物上单株蚜量达到1000头以上时开始进行茧蜂繁殖。本试验中蚜虫繁殖30 d后 (12月19日), 选择繁殖试验中蚜量较多的‘板扎19号’白菜、‘板扎超夏妃’白菜、‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜共5个品种进行烟蚜茧蜂繁殖。每个品种随机挑选3株, 单株放入120目的养虫笼中 (60 cm × 60 cm × 60 cm) 进行接蜂。选

择马桥基地繁蜂棚内羽化24 h内的成蜂作为蜂种, 放蜂量为每株作物20头烟蚜茧蜂雌蜂。繁蜂期间, 植株每3 d浇1次清水。25 d后, 当养虫笼内植株上出现大量僵蚜时, 对植株上的僵蚜、寄生蚜 (烟蚜茧蜂幼虫在其体内发育至3龄、4龄时, 肉眼可识别被寄生的蚜虫) 及其正常蚜虫进行计数。

1.4 数据分析

采用SPSS 17.0进行数据分析, 方差分析采用单因素方差分析 ($P=0.05$), 不同处理间显著性分析采用Duncan新复极差法 ($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 烟蚜繁殖

2.1.1 不同作物上烟蚜数量变化

调查期间平均温度为17.37℃, 平均相对湿度为45.16%。从图1可以看出: 4个萝卜、3个白菜、1个芥菜和1个油菜共8个品种, 除了‘春夏秋冬’白萝卜在第2, 3次调查中出现烟蚜数量稍微下降外, 烟蚜数量都随接种时间的增长而逐渐增长, 均呈J形曲线增长。接蚜后的前18 d蚜量增长较为缓慢, 之后开始急剧上升。但调查期间各品种虫量差异不显著 ($F=1.89$, $P=0.07$)。

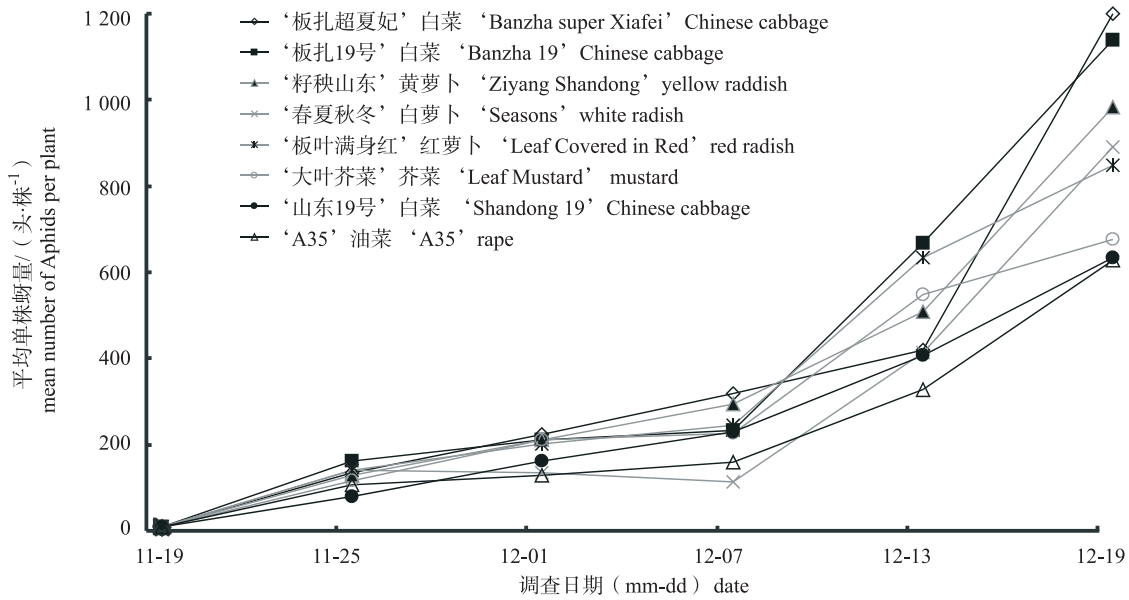


图1 不同作物接蚜后烟蚜数量随时间的变化
Fig. 1 Number variation of *M. persicae* on different crops after aphids inoculation

2.1.2 不同种类作物接蚜 30 d 后烟蚜数量对比

接蚜 30 d 后 (12 月 19 日), 8 个品种的作物上平均单株蚜量存在显著差异 ($F = 2.67$, $P = 0.02$) (表 2)。从表 2 可以看出: ‘板扎 19 号’白菜、‘板扎超夏妃’白菜、‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜 5 个品种蚜量相对较高, 最高的种类为‘板扎 19 号’白菜和‘板扎超夏妃’白菜, 两者间的单株蚜量无显著差异 ($P > 0.05$)。其次, ‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜 3 个萝卜品种上的单株蚜量也相对较高, 三者间单株蚜量不存在显著差异 ($P > 0.05$), 且单株蚜量与其余 5 种作物皆不存在显著差异 ($P > 0.05$); ‘A35’油菜、‘山东 19 号’白菜和‘大叶芥菜’芥菜 3 个品种蚜量之间单株蚜量不存在显著差异 ($P > 0.05$), 且单株蚜量均显著低于‘板扎 19 号’白菜和‘板扎超夏妃’白菜 ($P < 0.05$)。从 30 d 后的繁殖数量上看, ‘板扎 19 号’白菜、‘板扎超夏妃’白菜、‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜、‘板叶满身红’红萝卜等 5 种作物均可作为烟蚜理想的繁殖寄主, 其中, 以‘板扎 19 号’白菜和‘板扎超夏妃’白菜最好, ‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜次之。

表 2 接蚜 30 d 后不同作物上烟蚜数量 ($\bar{x} \pm SE$)

Tab. 2 The number of *M. persicae* on different crops after aphids inoculation for 30 days

作物品种 varieties	平均单株蚜量/ (头·株 ⁻¹) number of aphids per plant
‘板扎超夏妃’白菜 ‘Banzha super Xiafei’ Chinese cabbage	1 198.75 ± 153.88 a
‘板扎 19 号’白菜 ‘Banzha 19’ Chinese cabbage	1 140.13 ± 95.91 a
‘籽秧山东’黄萝卜 ‘Ziyang Shandong’ yellow radish	983.25 ± 89.38 ab
‘春夏秋冬’白萝卜 ‘Seasons’ white radish	889.38 ± 169.64 ab
‘板叶满身红’红萝卜 ‘Leaf Covered in Red’ red radish	847.75 ± 222.54 ab
‘大叶’芥菜 ‘Leaf’ mustard	677.43 ± 40.90 b
‘山东 19 号’白菜 ‘Shandong 19’ Chinese cabbage	633.75 ± 64.70 b
‘A35’油菜 rape ‘A35’	628.88 ± 132.31 b

注: 同列中不同字母表示在 $\alpha = 0.05$ 水平下差异显著 ($P < 0.05$); 下同。

Note: Different letters mean significant difference ($P < 0.05$), Duncan’s multiple means test; the same as below.

2.2 烟蚜茧蜂繁殖

冬季气温偏低, 以 1:50 的蜂蚜比接蜂 25 d 后进行调查, ‘板扎 19 号’白菜、‘板扎超夏妃’白菜、‘籽秧山东’黄萝卜、‘春夏秋冬’白萝卜和‘板叶满身红’红萝卜 5 个品种上的平均单株僵蚜量达到 994.67 ~ 1 432.00 头/株 (表 3), 其中, 单株僵蚜量最高的‘春夏秋冬’白萝卜为 1 432.00 头/株, 其次‘板叶满身红’红萝卜为 1 270.33 头/株, 最低的是‘板扎超夏

妃’白菜为 994.67 头/株。从表 3 可以看出: 这 5 种作物平均单株僵蚜量没有显著差异, 均适用于繁蜂, 但从平均单株正常蚜量来看, 以‘春夏秋冬’白萝卜蚜量最高为 2 969.67 头/株, 其次是‘籽秧山东’黄萝卜为 1 280.00 头/株, 平均单株正常蚜量最少的为白菜, 分别为‘板扎 19 号’白菜 103.33 头/株和‘板扎超夏妃’白菜 180.67 头/株, 因此萝卜的繁蜂效果稍好于白菜。

表 3 放蜂后不同作物上的蚜虫数量 ($\bar{x} \pm SE$)

Tab. 3 The number of aphids on different crops after parasites released for 25 days

作物品种 crop varieties	平均单株僵蚜量/ (头·株 ⁻¹) number of aphid mummies per plant	平均单株寄生蚜量/ (头·株 ⁻¹) number of parasite aphids per plant	平均单株正常蚜量/ (头·株 ⁻¹) number of normal aphids per plant
‘春夏秋冬’白萝卜 ‘Seasons’ white radish	1 432.00 ± 308.81 a	448.67 ± 94.38 a	2 969.67 ± 853.07 a
‘板叶满身红’红萝卜 ‘Leaf Covered in Red’ red radish	1 270.33 ± 373.53 a	171.00 ± 15.01 ab	527.33 ± 159.62 bc
‘籽秧山东’黄萝卜 ‘Ziyang Shandong’ yellow raddish	1 063.67 ± 136.38 a	238.00 ± 86.12 ab	1 280.00 ± 667.11 ab
‘板扎 19 号’白菜 ‘Banzha 19’ Chinese cabbage	1 036.00 ± 348.04 a	158.67 ± 56.08 bc	103.33 ± 39.19 c
‘板扎超夏妃’白菜 ‘Banzha super Xiafei’ Chinese cabbage	994.67 ± 203.65 a	41.00 ± 10.58 c	180.67 ± 87.34 c

3 讨论

冬季温度偏低, 烟蚜和烟蚜茧蜂的生长发育相对缓慢^[9]。本研究从寄主植物培育 (9 月 4 日) 到繁蜂产生大量僵蚜 (1 月 5 日) 共 123 d, 整个流程比常规夏季用烟株繁殖 (150 d)^[6]短, 加上冬季烟株培育较难, 因此, 本研究中筛选的作物品种可用于在冬季替代烟株进行繁蚜和繁蜂。

烟蚜在与寄主植物协同进化的过程中, 长期取食某种植物的类群也产生了一定的专化适应性, 从而形成了寄主生物型的分化^[10-13]。许多实验表明, 烟蚜在不同寄主植物上的生长发育、繁殖力、酶活力等存在一定差异^[14-15], 且生长发育和繁殖力差异表现在种群存活率、发育历期、成蚜寿命、生殖力、 r_m 值及种群干扰效应值的差异^[16]。因此, 试验中将烟株上的烟蚜接到 8 种十字花科作物寄主上后, 可能是其对寄主适应能力存在差异,

导致烟蚜在不同寄主植物上的生长发育和繁殖力存在差异, 最终 8 个不同十字花科作物接蚜 30 d 后单株蚜量存在显著差异 ($F = 2.67$, $P = 0.02$); 其中, ‘板扎超夏妃’白菜上的单株蚜量最高 (平均 1 198.75 头/株), 油菜 ‘A35’ 的最低 (平均 628.88 头/株)。从增长趋势上看, 接种后所有品种上单株蚜量皆随接种时间的延长而增加, 随时间的变化基本上呈现 “J” 形增长的特点, 表明在此试验条件下烟蚜种群的增长还未受到寄主植物的限制, 种群数量还有较大的上升空间, 但结合单株蚜量来看, 试验中的 3 个萝卜品种和 2 个白菜品种皆为烟蚜较为理想的越冬寄主。

接蜂 25 d 后, 5 种作物上出现的僵蚜数量达到 994.67 ~ 1 432.00 头/株, 单株僵蚜量较大而单株寄生蚜量较少, 表明接蜂 25 d 后被烟蚜茧蜂寄生过的蚜虫大部分已经形成僵蚜。正常烟蚜数量在‘春夏秋冬’白萝卜最高, ‘籽秧山东’黄萝卜

次之,说明‘春夏秋冬’白萝卜和‘籽秧山东’黄萝卜都还有很大的繁衍繁殖潜力。这也表明试验中放蜂量不足,根据路虹等^[17]报道,烟蚜茧蜂一生平均产卵417.5粒(297~568粒),本试验中养虫笼空间较小(60 cm×60 cm×60 cm),因此选择的放蜂比例为1:50,有待在进一步的研究中明确烟蚜茧蜂繁殖中最佳的放蜂比例。

在‘板叶满身红’红萝卜、‘板扎超夏妃’白菜和‘板扎19号’白菜上正常烟蚜数量较小,调查中发现产生大部分有翅蚜迁飞到养虫笼上。分析认为,这与植株的农艺性状有很大关系,‘春夏秋冬’白萝卜和‘籽秧山东’黄萝卜叶片较多而且相互分散,透光度较好,适合蚜虫生长;白菜类叶片紧密,而且生长后期内部叶片结球不利于蚜虫生长。因此,下一步试验中将选用‘春夏秋冬’白萝卜和‘籽秧山东’黄萝卜作为冬季替代烟株的繁衍繁殖寄主。

[参考文献]

- [1] 陈家骅,张玉珍,张章华,等. 烟草病虫害及其天敌[M]. 福州:福建科学技术出版社,1990:87-93.
- [2] 任广伟,秦焕菊,史万华,等. 我国烟蚜茧蜂的研究进展[J]. 中国烟草科学,2000(1):30-33.
- [3] 李明福,张永平,王秀忠. 烟蚜茧蜂繁育及对烟蚜的防治效果探索[J]. 中国农学通报,2006,22(3):343-346.
- [4] 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):377-382,386.
- [5] WEI J N, LI T F, KUANG R P, et al. Mass rearing of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae) for biological control of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. *Biocontrol Science and Technology*, 2003 (13): 87-97.
- [6] 云南省烟草公司玉溪市公司. 烟蚜茧蜂:规模繁殖与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社,2010:13-92.
- [7] 忻亦芬,李学荣,王洪平,等. 用萝卜苗作桃蚜植物寄主繁殖烟蚜茧蜂[J]. 中国生物防治,2001,17(2):49-52.
- [8] 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):81-83,86.
- [9] 吴兴富,李天飞,魏佳宁,等. 温度对烟蚜茧蜂发育、生殖的影响[J]. 动物学研究,2000,21(3):192-198.
- [10] 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.
- [11] BLACKMAN R L. Separation of *Myzus (Nectarosiphon) antirrhinii (Macchiatii)* from *Myzus (N.) persicae* (Sulzer) and related species in Europe [J]. *Systematic Entomology*, 1989, 11: 267-276.
- [12] 赵慧艳,汪世泽,袁锋,等. 不同温度下转换寄主对桃蚜生态学特征的影响[J]. 植物保护学报,1997,24(1):19-24.
- [13] 谢贤元. 十字花科植物上桃蚜的两个生物型[J]. 植物保护,1992,18(1):31-32.
- [14] 刘绍友,侯有明,周靖华,等. 桃蚜不同体色生物型的寄主适应性[J]. 西北农业学报,1999,8(4):1-4.
- [15] 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.
- [16] 仵均祥,刘绍友,周靖华等. 寄主植物对桃蚜不同寄主生物型的影响[J]. 西北农业大学学报,1999,27(6):59-63.