

释放巴氏新小绥螨防治温室大棚番茄上的烟粉虱

王恩东¹, 吴圣勇¹, 吕佳乐¹, 姜晓环¹, 马兆义², 刘亚杰²,
刘振州², 赵宏玉², 吴 朔³, 吴 霞⁴, 徐学农^{1*}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; 2. 辽宁省灯塔市农业技术推广中心, 辽阳 111300;
3. 辽宁省辽阳县现代农业发展服务中心, 辽阳 111200; 4. 辽宁省辽阳县林业资源服务中心, 辽阳 111200)

摘要 烟粉虱是一种世界性重大害虫,随着杀虫剂的抗药性问题以及在蔬菜上的残留问题日益严重,生物防治成为解决这一问题的重要措施。本文研究了释放巴氏新小绥螨对温室大棚番茄上自然发生的烟粉虱种群的控制作用。结果表明:释放巴氏新小绥螨,对温室大棚番茄上的烟粉虱的种群具有明显的压制作用;温室大棚番茄上烟粉虱种群,在释放捕食螨和常规对照处理间的总体动态趋势相同,烟粉虱的数量在番茄植株上的分布均为上部>中部>下部叶片,但常规对照处理的烟粉虱数量是释放捕食螨处理的2~3倍;在烟粉虱种群密度低时,释放巴氏新小绥螨的防治效果较好,达到90%以上,随着烟粉虱密度的增大,巴氏新小绥螨对烟粉虱的防治效果下降,但番茄拉秧时防效仍可达到55.70%。相比化学农药,释放巴氏新小绥螨的生物防治措施对治理烟粉虱更具有稳定性和长效性的优势。

关键词 巴氏新小绥螨; 烟粉虱; 生物防治; 温室大棚; 番茄

中图分类号: S 476.2, S 436.412.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019151

Control of whitefly *Bemisia tabaci* on tomato plants in greenhouse by releasing *Neoseiulus barkeri*

WANG Endong¹, WU Shengyong¹, LÜ Jiale¹, JIANG Xiaohuan¹, MA Zhaoyi²,
LIU Yajie², LIU Zhenzhou², ZHAO Hongyu², WU Shuo³, WU Xia⁴, XU Xuenong^{1*}

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
2. Agricultural Technology Promotion Center of Dengta City, Liaoning Province, Liaoyang 111300, China;
3. Modern Agricultural Development Service Center of Liaoyang, Liaoning Province, Liaoyang 111200, China;
4. Forestry Resource Service Center of Liaoyang, Liaoning Province, Liaoyang 111200, China)

Abstract Whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius is a major pest in the world. With the increasing problem of insecticide resistance and residues in vegetables, biological control has become an important measure to solve this problem. In this paper, the control effect of releasing *Neoseiulus barkeri* Hughes on the population of *B. tabaci* naturally occurred in greenhouse tomato plants was investigated. The results showed that the release of *N. barkeri* had a significant pressure on the population of *B. tabaci* in greenhouse tomatoes. The population of *B. tabaci* in greenhouse tomatoes showed the same general trend between releasing predatory mites and conventional control treatments, and the number of *B. tabaci* in upper leaves was the highest, followed by middle leaves, and the least in lower leaves. The number of *B. tabaci* in control treatment was 2–3 times higher than that in releasing predator mites treatment. When the population density of *B. tabaci* was low, the control efficacy reached more than 90%. With the increase of the density of *B. tabaci*, the control efficacy of *B. tabaci* by *N. barkeri* decreased, but it also reach to 55.70% when old tomato plants were pulled. Compared with chemical pesticides, biological control measure of releasing *N. barkeri* showed the advantage of stability and long-term efficacy for *B. tabaci* control.

Key words *Neoseiulus barkeri*; *Bemisia tabaci*; biological control; greenhouse; tomato

收稿日期: 2019-03-28 修订日期: 2019-07-04

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0201002)

* 通信作者 E-mail: xuxuenong@caas.cn

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 是一种世界性重大害虫,因危害的严重性而被称为“超级害虫”^[1]。烟粉虱除直接刺吸植物汁液,造成植株衰弱和干枯外,还可分泌蜜露污染寄主诱发煤污病等间接危害,亦可传播多种植物病毒^[2-3]。对烟粉虱的防控人们一直采用以化学防治为主的防控措施,由于化学农药长期大量的不合理使用,导致烟粉虱抗药性日益增强,陷入抗药性猖獗和化学农药增量的恶性循环,对环境造成污染,同时威胁人类健康及生命安全。

随着绿色无公害食品安全生产体系的建立,对蔬菜害虫的防治由传统化学防治逐渐向绿色防控转变,要求减少化学农药在绿色食品生产上的使用^[4]。因此,生物防治措施将成为这一体系中害虫防控的重要手段,尤其是天敌的利用。早在 20 世纪 60 年代就已知植绥螨可捕食烟粉虱幼期虫态,主要报道于中东和印度等地区和国家^[5-7],80 年代后,对捕食螨资源的考察在世界各地也陆续展开,可以捕食烟粉虱的植绥螨种类主要隶属于钝绥螨属 *Amblyseius*、植绥螨属 *Phytoseius*、小植绥螨属 *Phytoseiulus*、盲走螨属 *Typhlodromus* 以及真绥螨属 *Euseius*^[8]。在众多的植绥螨种类中,经系统全面的评价研究认为颇有应用潜力的当属 *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot)^[8-10]。而近年来国外研究和应用 *Amblydromalus limonicus* 防治烟粉虱^[10];国内近年来发现东方钝绥螨^[11-13]和津川钝绥螨^[14-15]对烟粉虱具有很好的捕食作用,但商品化进程还在进展中^[11,14]。

巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* (Hughes) 属于广食性捕食螨类,在国内已经大规模商品化应用^[16],其天然食物有叶螨、花粉、粉螨和蓟马等^[17]。室内试验表明,巴氏新小绥螨以烟粉虱为猎物均能从卵发育至成螨,且死亡率较低并能正常产卵^[18],那么巴氏新小绥螨在田间对烟粉虱的防治效果如何?是否可以减少化学农药的使用量呢?作者在辽宁灯塔的设施番茄上开展了释放巴氏新小绥螨的试验,以减少化学农药的使用,并测定了对烟粉虱的防治效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

烟粉虱:辽宁辽阳灯塔市西上岗子村农技推广

中心示范基地的设施温室番茄内自然产生。

捕食螨:巴氏新小绥螨,瓶装,每瓶 25 000 头。购自首伯农(北京)生物技术有限公司。

番茄品种:‘传奇-15’,2017 年 11 月 15 日定植,2018 年 5 月 10 日拉秧。

化学农药:2.4%阿维·高氯烟剂,江苏东宝农化股份有限公司生产;20%异丙威烟剂,安阳市振华化工有限责任公司生产。当地农资店购买。

1.2 试验方法

1.2.1 小区设置

2 个番茄温室大棚(每个大棚约 1 200 m²),1 个温室大棚释放巴氏新小绥螨,另 1 个为常规农药处理作为对照,2 个处理各设置 3 个重复小区,每个小区约 200 m²。

1.2.2 释放捕食螨日期和数量

2017 年 12 月 3 日—2018 年 5 月 9 日,释放捕食螨处理温室大棚,每小区(重复)释放 10 瓶捕食螨(25 万头),3 个小区共释放 30 瓶(75 万头)。12 月 3 日开始释放,每 2 周释放 1 次,共释放 5 次,释放时把捕食螨连同麦麸均匀撒在植株叶片上。

1.2.3 数据调查

在 2 个处理的温室大棚内,每个小区(重复)内定点选择 5 株植物,将每棵植株划分为上中下三部分,每个部位调查 3 片叶子上的烟粉虱数量,每 7 d 调查 1 次,从 2017 年 12 月 3 日开始调查,直至 2018 年 5 月 9 日结束。

对照(常规处理)大棚,按照常规方法施药,并记录施药时间、用药种类和用药量,根据田间烟粉虱的发生情况,2018 年 3 月 11 日,施用 20 袋(50 g/袋)2.4%阿维·高氯烟剂;4 月 10 日,施用 20 袋(50 g/袋)20%异丙威烟剂。

1.3 数据分析

试验数据用 Excel 整理,用 SigmaPlot 作图,用 SPSS 21 统计软件对数据进行分析,捕食螨处理与常规对照处理的烟粉虱数量差异显著性比较采用 *t* 测验,显著性水平设置为 $P < 0.05$ 。

防治效果 = [(对照区活虫数 - 处理区活虫数) / 对照区活虫数] × 100%。

2 结果与分析

2.1 释放巴氏新小绥螨对温室番茄上烟粉虱数量的影响及烟粉虱的种群变化

释放巴氏新小绥螨对温室大棚番茄上的烟粉虱

的种群具有明显的压制作用,从图 1 可以看出,随着时间的推移,常规处理中,烟粉虱数量逐渐增多,远高于捕食螨处理。在 2018 年 3 月 11 日,使用化学农药后,烟粉虱数量(每株 9 片叶的平均值)急剧下降,在 3 月 14 日,降低到 0,低于释放捕食螨处理(0.2 头)(表 1)。但随后常规对照处理的烟粉虱数量又急剧升高,此时释放捕食螨处理的烟粉虱数量也在增大,但明显低于常规对照处理的增长速度,4 月 6 日常规对照处理的烟粉虱数量又急剧上升,在 4 月 10 日再次使用化学农药,4 月 14 日常规对照处理的烟粉虱的数量(每株 9 片叶的平均值)降为 0.9 头,明显地低于释放捕食螨的处理(2.0 头),但随后,常规对照处理的烟粉虱的数量又急剧增大,比释放捕食螨处理的烟粉虱增长速度更快(接近 2.5 倍),但此时的番茄已到后期的拉秧时期,没有再次使用化学农药。但从图 1 的整体来看,喷施化学农药虽然可以快速减低烟粉虱的种群密度,但只是短暂地压低,保持低密度的时间很短,而后迅速反弹到原来的增长趋势。

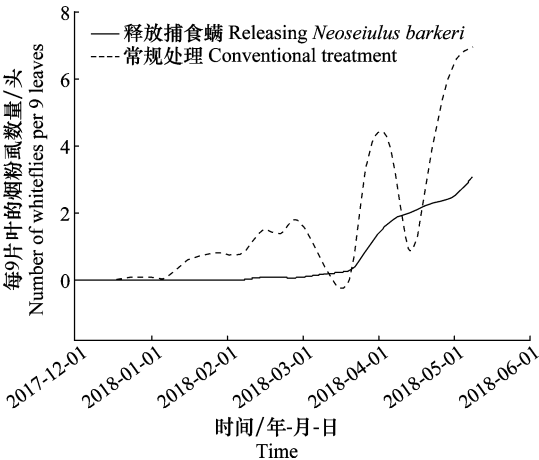


图 1 释放巴氏新小绥螨和常规处理后烟粉虱的种群动态
Fig. 1 Population dynamics of *Bemisia tabaci* after releasing *Neoseiulus barkeri* and conventional treatment

从表 1 可以看出,从 2017 年 12 月 3 日开始释放巴氏新小绥螨,在 2017 年 12 月 3 日—2018 年 1 月 7 日,番茄上烟粉虱数量(每株 9 片叶上烟粉虱的平均数,下同)在 2 个处理上都不多,之间没有显著差异;2018 年 1 月 14 日—3 月 1 日,释放捕食螨处理的番茄上烟粉虱数量显著地低于常规对照处理;由于 3 月 11 日常规对照处理使用化学农药,到 3 月 14 日,常规对照处理的烟粉虱数量降到 0 头;从 3 月 28 日开始,常规对照处理的烟粉虱数

量又急剧升高,至 4 月 6 日到达 4.0 头,显著高于捕食螨处理;4 月 11 日再次使用化学农药,4 月 14 日—22 日,常规对照处理的烟粉虱数量又降下来;但 5 月 1 日—9 日,常规对照处理的烟粉虱的数量又急剧升高,数量是捕食螨处理的近 2~3 倍。

表 1 释放巴氏新小绥螨和常规处理间烟粉虱的种群比较¹⁾
Table 1 Comparison of population size of *Bemisia tabaci* between releasing *Neoseiulus barkeri* and conventional treatment

日期/年-月-日 Date	种群密度/头·(9 叶) ⁻¹ Population size	
	巴氏新小绥螨 <i>N. barkeri</i>	常规处理 Conventional treatment
2017-12-03	(0.0±0.0)a	(0.0±0.0)a
2017-12-10	(0.0±0.0)a	(0.0±0.0)a
2017-12-17	(0.0±0.0)a	(0.0±0.0)a
2017-12-24	(0.0±0.0)a	(0.1±0.1)a
2017-12-31	(0.0±0.0)a	(0.1±0.1)a
2018-01-07	(0.0±0.0)a	(0.1±0.1)a
2018-01-14	(0.0±0.0)b	(0.5±0.2)a
2018-01-21	(0.0±0.0)b	(0.7±0.2)a
2018-01-28	(0.0±0.0)b	(0.8±0.0)a
2018-02-06	(0.0±0.0)b	(0.8±0.0)a
2018-02-14	(0.1±0.1)b	(1.5±0.1)a
2018-02-22	(0.1±0.1)b	(1.4±0.2)a
2018-03-01	(0.1±0.1)b	(1.7±0.2)a
2018-03-14	(0.2±0.0)a	(0.0±0.0)b
2018-03-22	(0.3±0.1)a	(0.4±0.1)a
2018-03-28	(0.9±0.4)b	(3.5±0.2)a
2018-04-06	(1.7±0.1)b	(4.0±0.8)a
2018-04-14	(2.0±0.2)a	(0.9±0.4)a
2018-04-22	(2.3±0.4)a	(3.6±0.5)a
2018-05-01	(2.5±0.3)b	(6.3±0.1)a
2018-05-09	(3.1±0.5)b	(6.9±0.6)a

1) 数据为每株(9 片叶)平均值±标准误,同行数据后字母不同表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。
The data were average±SE of each plant (9 leaves). Different letters in the same row indicate significant differences between treatments ($P<0.05$).

2.2 烟粉虱在番茄作物上的空间分布

从图 2 可以看出,温室大棚番茄上自然产生的烟粉虱种群数量,在释放捕食螨和常规对照处理间的总体变化趋势相同,都是上部叶片的烟粉虱数量最多,其次是中部叶片,最少的是下部叶片,只是常规对照处理的烟粉虱数量高于释放捕食螨处理的 2~3 倍,此外,常规对照处理在 2 次使用化学农药后烟粉虱的数量出现 2 个明显的下降。

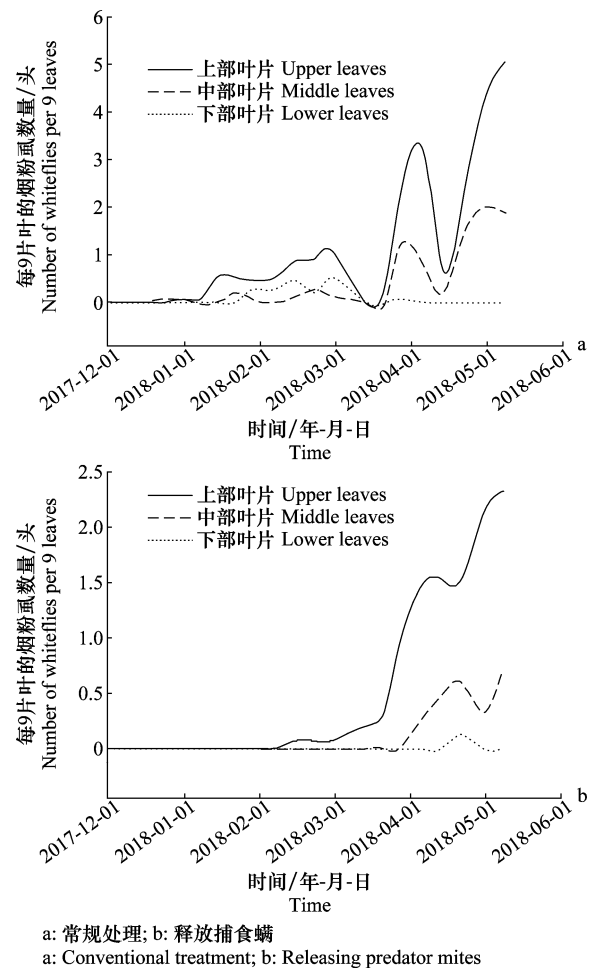


图 2 常规处理(a)和释放捕食螨(b) 烟粉虱在番茄不同部位(上中下叶片)的分布状况

Fig.2 Distribution of whitefly in different parts of tomato plant (upper, middle and lower leaves) under conventional treatment and releasing predator mites

2.3 释放巴氏新小绥螨后对番茄烟粉虱的防治效果和减少化学农药的使用率

从表 2 可以看出,在番茄定植初期(2017 年 12 月 3 日—17 日),由于田间还没有烟粉虱,无需计算防治效果;当烟粉虱量少时,释放巴氏新小绥螨对烟粉虱的防治效果达到 100%(2017 年 12 月 24 日—2018 年 2 月 6 日);随着烟粉虱数量增多(2018 年 2 月 14 日—3 月 1 日),释放捕食螨对烟粉虱的防治效果开始降低(95%左右);3 月 11 日由于常规对照使用化学农药,烟粉虱数量降为 0,使释放捕食螨处理的防治效果无法计算,但在 3 月 22 日—4 月 6 日,常规对照处理烟粉虱数量急剧升高(表 1 和图 1),释放捕食螨对烟粉虱的防治效果从 17.5%升到 73.7%,随着烟粉虱数量增多,防效降到 56.8%;4 月 11 日,由于常规对照烟粉虱数量增多,再次使用化学

农药,4 月 14 日,对照烟粉虱数量为 0,释放捕食螨处理无法计算防效;但在 4 月 22 日—5 月 9 日,常规对照处理烟粉虱急剧升高(表 1 和图 1),释放捕食螨对烟粉虱的防治效果从 36.9%升到 61.0%,随着烟粉虱数量的增大,拉秧时,防效降到 55.7%。

表 2 释放巴氏新小绥螨对烟粉虱的防治效果

Table 2 Control effect of whitefly by releasing *Neoseiulus barkeri*

日期/年-月-日 Date	防治效果/% Control efficacy	备注 Note
2017-12-03	—	
2017-12-10	—	
2017-12-17	—	
2017-12-24	100.0	
2017-12-31	100.0	
2018-01-07	100.0	
2018-01-14	100.0	
2018-01-21	100.0	
2018-01-28	100.0	
2018-02-06	100.0	
2018-02-14	95.2	
2018-02-22	95.0	
2018-03-01	96.0	
2018-03-14	—	3 月 11 日常规处理使用化学农药
2018-03-22	17.5	
2018-03-28	73.7	
2018-04-06	56.8	
2018-04-14	—	4 月 11 日常规处理使用化学农药
2018-04-22	36.9	
2018-05-01	61.0	
2018-05-09	55.7	

释放巴氏新小绥螨,在烟粉虱种群密度低时对烟粉虱防治效果好(防治效果可以达到 100%),但随着烟粉虱种群密度的增大,巴氏新小绥螨对烟粉虱的防治效果下降,但在番茄拉秧时仍可达到 55.7%,相比化学农药,具有稳定性和持效性;化学农药对烟粉虱短时控制作用明显,本试验中大约持续 2 周,而后烟粉虱数量又急剧升高。早期多次释放巴氏新小绥螨,因巴氏新小绥螨具有多食性,且耐饥饿能力强,在田间容易建立种群,能持续控制烟粉虱的数量,达到预防和防治烟粉虱的目的。

本试验中,常规对照处理使用了 2 次化学农药,而释放捕食螨处理没有使用化学农药,减药效率达到 100%。早期多次释放巴氏新小绥螨起到了比常规对照处理使用化学农药更好的防治效果。

3 讨论

天敌的使用一般是根据田间害虫的情况,在害虫发生初期,按一定比例释放来防治害虫^[19]。程成等

在研究释放捕食螨(巴氏新小绥螨和黄瓜新小绥螨)对温室番茄上烟粉虱数量的影响时,也是在有烟粉虱的情况下释放捕食螨,虽然对烟粉虱有一定的抑制作用,但同时指出在协调化学防治、释放的时机、释放次数以及农艺措施如何配合上,均有待进一步深入研究^[20]。而本试验中,从番茄定苗后不久,田间还没有烟粉虱就开始释放巴氏新小绥螨,从试验结果来看对烟粉虱的防治效果明显地高于常规对照处理。巴氏新小绥螨是广食性捕食螨,其天然食物广泛,有叶螨、粉螨、蓟马等,在缺乏猎物时,还可取食花粉^[9,21],甚至可以靠取食水,一些菌丝存活,因而提早释放,巴氏新小绥螨可以其他食物为食,在田间提前建立种群,达到对烟粉虱的预防,且在烟粉虱低密度时效果可达90%以上,随着烟粉虱密度的增加,在番茄拉秧时防治效果还可达到55.7%。但专食性天敌如智利小植绥螨,其种群的保持和增长完全依赖于专食性猎物叶螨,田间没有叶螨就不能开始应用^[22]。本试验的结果,对多食性天敌的使用提供了一个新的选择和应用上的新策略。

本试验由于田间实际条件的限制,没有设立在田间有烟粉虱时再释放捕食螨及空白对照。但考虑到烟粉虱的增长速度快,巴氏新小绥螨的增长不足以控制烟粉虱的增长。从本试验释放捕食螨的后期也可以看出这一点,烟粉虱的数量不断地增加,需要增加释放次数和释放量,但这就增加了经济上的成本,难以在实际应用中普及。因此强调生物防治以预防为主,尤其在某些多食性天敌的应用中,要在没有目标害虫时就开始释放应用。

参考文献

- [1] LIU Shusheng, DE BARRO P J, XU Jing, et al. Asymmetric mating interactions drive widespread invasion and displacement in a whitefly [J]. *Science*, 2007, 318(5857): 1769–1772.
- [2] HUNTER W B, POSTON J. Development of a continuous whitefly cell line (Homoptera: Aleyrodidae); *Bemisia tabaci* (Gennadius) for the study of begomovirus [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2001, 77(1): 33–36.
- [3] JONE D R. Plant viruses transmitted by whiteflies [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2003, 109(3): 195–219.
- [4] 褚栋, 张友军. 近10年我国烟粉虱发生为害及防治研究进展 [J]. *植物保护*, 2018, 44(5): 51–55.
- [5] 孟瑞霞, 张青文, 刘小侠. 利用植绥螨防治烟粉虱的研究进展 [J]. *昆虫知识*, 2007, 44(6): 798–802.
- [6] TEICH Y. Mites of the family of Phytoseiidae as predators of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius [J]. *Israel Journal of Agricultural Research*, 1966, 16(3): 141–142.
- [7] MRRKUS K, YVONE V H, HANS H, et al. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings [J]. *Acarologia*, 2013, 53(2): 191–202.
- [8] GERLING D, ALOMAR O, AENO J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids [J]. *Crop Protection*, 2001, 20(9): 779–799.
- [9] NOMIKOU M, JANSSEN A, SCHRAAG R, et al. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci* [J]. *Experimental & Applied Acarology*, 2001, 25(4): 271–291.
- [10] MRRKUS K, YVONNE V H, HANS H et al. *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings [J]. *Acarologia*, 2013, 53(2): 191–202.
- [11] 盛福敬, 王恩东, 徐学农, 等. 以甜果螨为食的东方钝绥螨的种群生命表 [J]. *中国生物防治学报*, 2014, 30(2): 194–198.
- [12] GUO Yingwei, LÜ Jiale, JIANG Xiaohuan, et al. Intraguild predation between *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius orientalis/Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their development on intraguild prey [J/OL]. *Scientific Reports*, 2016, 6: 22292. DOI:10.1038/srep22992.
- [13] ZHANG Xiaoxiao, LÜ Jiale, HU Yue, et al. Prey preference and life table of *Amblyseius orientalis* on *Bemisia tabaci* and *Tetranychus cinnabarinus* [J/OL]. *PLoS ONE*, 2015, 10(10): e0138820. DOI:10.1371/journal.pone.01388.
- [14] 杨静逸, 盛福敬, 宋子伟, 等. 东方钝绥螨与津川钝绥螨对烟粉虱卵及1龄若虫的功能反应比较 [J]. *中国生物防治学报*, 2018, 34(2): 214–219.
- [15] YANG Jingyi, LÜ Jiale, LIU Jingyue, et al. Prey preference, reproductive performance, and life table of *Amblyseius tsugawai* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* and *Bemisia tabaci* [J]. *Systematic & Applied Acarology*, 2019, 24(3): 404–413.
- [16] 徐学农, 吕佳乐, 王恩东. 捕食螨在中国的研究与应用 [J]. *中国植保导刊*, 2013, 33(10): 26–34.
- [17] 忻介六. 农业螨类学 [M]. 北京: 农业出版社, 1988: 236.
- [18] 韩玉花. 几种植绥螨对西花蓟马和烟粉虱捕食作用的评价 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012.
- [19] 张帆, 李姝, 王甦. 可持续利用天敌昆虫防治设施蔬菜害虫的进展及模式创新 [J]. *农业工程技术*, 2017, 31(11): 16–20.
- [20] 程成, 江俊起, 夏晓飞, 等. 释放捕食螨对温室番茄上烟粉虱数量的影响 [J]. *安徽农业大学学报*, 2014, 41(4): 685–689.
- [21] HESSIN N A, PARRELAM P. Predatory mites help control thrips on floriculture crops [J]. *California Agriculture*, 1990, 44(6): 19–21.
- [22] MCMURTRY J A, CROFT B A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control [J]. *Annual Review of Entomology*, 1997, 42(1): 291–321.

(责任编辑: 杨明丽)