性诱捕器悬挂高度对绿盲蝽、棉铃虫和甜菜夜蛾田间诱集效果的影响

张 谦[1], 安静杰[2], 窦亚楠[2], 李耀发[2*], 祁 虹[1*]

(1. 河北省农林科学院棉花研究所, 农业农村部黄淮海半干旱区棉花生物学与遗传育种重点实验室, 石家庄 050051;
2. 河北省农林科学院植物保护研究所, 保定 071000)

摘要 为更好地发挥性诱捕器对棉花主要害虫绿盲蝽 *Apolygus lucorum*、棉铃虫 *Helicoverpa armigera* 和甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 的监控及诱杀作用,进一步优化性诱捕器田间设置技术,笔者研究了不同悬挂高度对 3 种害虫性诱捕器田间诱集效果的影响。结果表明,悬挂高度对 3 种害虫的诱集效果均存在显著影响,绿盲蝽性诱捕器悬挂高度高于棉株顶尖 40 cm 时效果最好,与顶尖持平和高于顶尖 20 cm 的诱集效果略低,三者差异不显著;棉铃虫性诱捕器悬挂高度 0～40 cm 时诱集效果均较好,诱捕器处于顶尖以下时诱集效果显著降低;甜菜夜蛾性诱捕器悬挂高度在高于顶尖 20 cm 和 40 cm 时诱集效果差异不显著,高于顶尖 40 cm 时诱集效果最好。棉花打顶前,绿盲蝽和棉铃虫性诱捕器随着棉花株高变化可适当减少调整频次,但低于棉花顶尖时应及时调整。

关键词 性诱捕器; 悬挂高度; 绿盲蝽; 棉铃虫; 甜菜夜蛾

中图分类号: S 475.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2022463

Trapping efficacy of sex pheromone traps with different hanging heights against *Apolygus lucorum*, *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera exigua*

ZHANG Qian[1], AN Jingjie[2], DOU Yanan[2], LI Yaofa[2*], QI Hong[1*]

(1. *Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Cotton in Huanghuaihai Semiarid Area, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shijiazhuang* 050051, *China*; 2. *Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Baoding* 071000, *China*)

Abstract *Apolygus lucorum*, *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera exigua* are the main pests on cotton. In order to exploit and make better use of sex pheromone traps for monitoring and managing, we compared the trapping efficacy of sex pheromone traps with different hanging heights. The results showed that the hanging height had an effect on the trapping efficacy. The effect was the best when the hanging height of *A. lucorum* trap at 40 cm above the top of cotton, and the trapping efficacy was slightly lower when the top was flat and hanging height at 20 cm above the top of cotton, and the difference among the three was not significant. The trapping efficacy was better when the hanging height of *H. armigera* trap at 0—40 cm, and when the sex pheromone lure was at 20 cm under the top of cotton, the trapping efficacy was significantly reduced. There was no significant difference when the hanging height of *S. exigua* at 20 cm and 40 cm, and the trapping efficacy was the best when it was at 40 cm above the top of cotton. Before topping, the frequency of adjustment of the sex pheromone traps for *A. lucorum* and *H. armigera* could be decreased with the change of cotton plant height, but it should be adjusted in time when it was lower than the top of cotton.

Key words sex pheromone trap; hanging height; *Apolygus lucorum*; *Helicoverpa armigera*; *Spodoptera exigua*

棉花 *Gossypium hirsutum* L. 作为主要经济作物,在农业生产和国民经济体系中占据重要位置,但常受到害虫取食为害,若防治不及时会严重影响棉花产量和种植效益。绿盲蝽 *Apolygus lucorum*

收稿日期: 2022-08-02 **修订日期:** 2022-10-21
基金项目: 河北省农林科学院现代农业科技创新工程(2022KJCXZX-MHS-6);河北省现代农业产业技术体系(HBCT2018040204)
* 通信作者 E-mail:李耀发 liyaofa@126.com;祁虹 qihong83@126.com

(Meyer-Dür)、棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner)和甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner)是黄河流域棉区的3种主要害虫。绿盲蝽若虫和成虫均能刺吸为害棉花叶片、花和幼嫩蕾铃,常造成叶片破碎、花药畸形和蕾铃脱落,严重影响棉花产量,且成虫寿命长、善于在田块和寄主间转移扩散,是棉田绿盲蝽的主要为害虫态,防治难度较大[1-3]。随着转Bt抗虫棉的应用,棉铃虫对棉花为害程度日趋减轻,但近年来,棉花种植面积萎缩和种植业结构变化,使得棉铃虫区域性种群基数呈回升趋势,在玉米 *Zea mays* L.、花生 *Arachis hypogaea* L.、向日葵 *Helianthus annuus* L.等非Bt作物上的为害程度也日趋加重,其中,成虫期是种群大量繁殖、转移扩散为害与区域性暴发成灾的关键期,做好成虫防治有利于实现棉铃虫区域种群控制[4-6]。甜菜夜蛾虽与棉铃虫同属鳞翅目夜蛾科,但由于Bt毒素类蛋白对鳞翅目害虫杀虫活性存在差异,转Bt抗虫棉对甜菜夜蛾靶标性较弱、控制作用较差[7-9],且甜菜夜蛾对多数药剂存在抗性[10],使得其逐渐演化为重要的棉花害虫,为害能力不可忽视[11-12]。

针对以上3类害虫,生产中仍以化学防治为主,过量施用化学农药带来的害虫抗药性上升、防治成本增加和生态环境污染等问题日益受到关注,对环境安全的绿色防控产品及技术已成为生产中的迫切需求。利用性诱剂诱集是害虫绿色防控的关键技术,其利用缓释技术,在田间稳定释放特定组成和配比的性信息素混合物,吸引同种雄性成虫前来"交配"并将其诱杀在诱捕器中,减少田间雌虫交配机会,从而降低后代种群数量,具有专一性强、灵敏度高、防效期长等优点。同时,性诱剂诱集在害虫种群监测中也发挥着重要作用,由于性诱监测的专一性,可以大大减少种类鉴定环节,为害虫监测预警和高效防治提供了准确指导和参考[13-14]。

绿盲蝽、棉铃虫和甜菜夜蛾性诱剂及配套诱捕器产品在生产中多有应用,其田间设置技术直接影响诱杀防治和虫情监测效果,而悬挂高度是影响诱虫量的重要因素,其与昆虫空间分布、飞行能力及植物生长特点密切相关,应结合种植作物和靶标害虫特点具体分析和选择优化[15-18]。适时打顶是棉花种植中的关键栽培措施,能够减少无效棉铃和保证有效棉铃成熟[19]。棉花打顶后,株高增长缓慢或停滞,诱捕器高度不需频繁调整,悬挂高度在打顶前后对诱集效果的影响有待明确。本研究以生产中常用的绿盲蝽、棉铃虫和甜菜夜蛾性诱捕器为研究对象,研究了性诱捕器悬挂高度对靶标害虫诱集效果的影响,并对打顶前后不同悬挂高度性诱捕器的日均诱集量差异进行了比较,旨在优化棉花主要害虫性诱捕器的田间设置技术,为棉花害虫高效绿色防控提供数据支撑和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2021年6月—9月进行,试验地位于河北省邯郸市曲周县槐桥乡西漳头村棉田(36°47′ N,115°0′E,海拔36.4 m)。试验田土壤为黏质壤土,肥力中等,连作棉田,4月30日进行干播湿出覆膜播种,7月15日人工掐尖打顶,常规管理。种植品种为'冀棉803',河北省农林科学院棉花研究所选育。

1.2 试验材料

绿盲蝽、棉铃虫和甜菜夜蛾分别采用桶型绿盲蝽诱捕器、新型蛾类诱捕器和夜蛾类诱捕器,诱捕器与配套的性信息素诱芯均购自中捷四方生物科技股份有限公司。

1.3 试验方法

大田试验中,以诱芯位置为基准,分别将棉铃虫、绿盲蝽和甜菜夜蛾性诱捕器设置高于棉花顶尖40、20、0 cm和低于顶尖20 cm等4个高度处理,4个高度处理为1组,记为1次重复,组内随机排列,同一类昆虫性诱捕器重复3次,顺棉花播种行"一"字形排布,相邻诱捕器间隔距离30 m。随棉花生长及时调整性诱捕器悬挂高度,每7 d调查1次诱集成虫数量,30 d更换1次诱芯。

1.4 数据统计分析

用Excel 2010与DPS 7.05统计分析试验数据,将6月23日—7月15日和7月16日—9月15日的诱集虫量分别作为打顶前和打顶后的诱集虫量;同类性诱捕器不同悬挂高度间及打顶前后的诱集效果差异显著性采用Duncan氏新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同悬挂高度性诱捕器的诱集效果比较

从试验期间诱集到的成虫数量来看,性诱捕器悬挂高度对3种害虫的诱集效果存在不同程度的影响(表1)。

不同悬挂高度绿盲蝽性诱捕器的诱集量数据表明,高于棉花顶尖0、20 cm和40 cm的总诱集量分

别为 233.00、215.00 头和 269.67 头,3 个高度处理间无显著差异。其中,高于顶尖 40 cm 处理效果最好,总诱集量是高于顶尖 20 cm 处理的 1.25 倍;低于顶尖 20 cm 处理总诱集量显著低于顶尖以上 40 cm 的悬挂高度处理。悬挂高度对性诱捕器日均诱集量和最高单日诱集量的影响与对总诱集量的影响规律一致。

棉铃虫性诱捕器悬挂高度高于棉花顶尖 0、20 cm 和 40 cm 时,单个诱捕器诱集雄蛾总量分别为 547.67、592.67 头和 545.33 头,三者之间差异不显著,但均显著高于低于顶尖 20 cm 处理,分别是低于棉花顶尖 20 cm 处理的 1.59、1.72 倍和 1.58 倍。悬挂高度低于棉花顶尖 20 cm 时,对棉铃虫的日均诱集量和最高单日诱集量同样显著低于其他 3 个高度。

性诱捕器悬挂高度影响甜菜夜蛾诱集效果的趋势较明显,随着悬挂高度的增加,诱集效果逐渐升高,高于棉花顶尖 40 cm 的总诱集量为 640.33 头,与高于顶尖 20 cm 处理间差异不显著,但显著高于低于顶尖 20 cm 和顶尖持平处理,分别是两者的 2.36 倍和 1.68 倍;悬挂高度高于棉花顶尖 40 cm 时,对甜菜夜蛾的日均诱集量和最高单日诱集量同样显著高于低于顶尖 20 cm 及顶尖持平处理。

表 1　不同悬挂高度性诱捕器对害虫的田间诱集效果[1)]

Table 1　Field trapping effect of sex pheromone traps with different hanging heights

诱捕器类型 Type of trap	高度/cm Height	日均诱集量/头 Average number of daily catches	最高单日诱集量/头 Maximum number of daily catches	总诱集量/头 Total number of catches
绿盲蝽性诱捕器	−20	(1.69±0.23)b	(2.67±0.55)b	(169.00±35.93)b
Apolygus lucorum trap	0	(2.12±0.38)ab	(3.69±0.10)ab	(233.00±35.80)ab
	20	(2.08±0.30)ab	(3.38±0.14)ab	(215.00±19.50)ab
	40	(2.53±0.08)a	(4.07±0.21)a	(269.67±6.36)a
棉铃虫性诱捕器	−20	(4.68±0.30)b	(19.24±3.40)b	(345.33±23.21)b
Helicoverpa armigera trap	0	(7.55±1.09)a	(30.43±4.97)a	(547.67±59.80)a
	20	(8.50±0.61)a	(34.95±6.28)a	(592.67±36.55)a
	40	(7.74±1.79)a	(29.48±6.98)a	(545.33±111.19)a
甜菜夜蛾性诱捕器	−20	(2.22±0.68)c	(5.58±1.63)b	(271.33±41.33)c
Spodoptera exigua trap	0	(4.32±0.27)bc	(12.00±2.62)b	(381.33±42.88)bc
	20	(6.46±1.90)ab	(19.22±6.79)ab	(537.00±152.60)ab
	40	(9.05±1.31)a	(31.28±4.79)a	(640.33±93.25)a

1) 表中数据为平均值±标准误。同一类诱捕器同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
The values in the table are present as mean±SE, and the different lowercase letters of same type trap in the same column indicate significant difference at $P<0.05$.

2.2　打顶前后不同悬挂高度性诱捕器的诱集效果变化

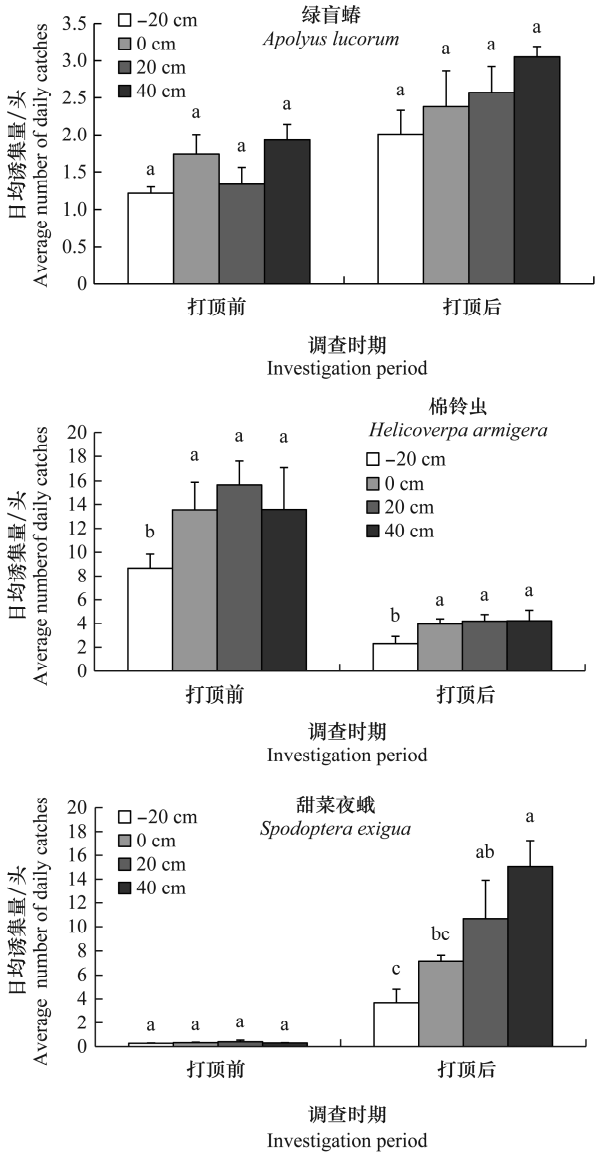
打顶前后,悬挂高度对绿盲蝽性诱捕器的诱集效果存在相似影响(图 1a),4 个悬挂高度的日均诱集量差异不显著,但低于顶尖 20 cm 处理诱集虫量最少,高于顶尖 40 cm 处理诱集虫量最多。

性诱捕器悬挂高度对棉铃虫雄蛾的诱集效果在打顶前后影响规律较为一致(图 1b),打顶前和打顶后,低于顶尖 20 cm 处理的日均诱集量均显著低于顶尖持平、高于顶尖 20 cm 和 40 cm 这 3 个处理,且这 3 个处理间差异不显著。

7 月中旬前,诱集的甜菜夜蛾雄蛾数量较少,4 个悬挂高度处理的日均诱集量差异不显著(图 1c);打顶后,性诱捕器悬挂高度高于顶尖 40 cm 时诱集雄蛾数量最多,单个诱捕器日均诱集量 15.06 头,与高于顶尖 20 cm 处理间差异不显著,但显著高于顶尖以下 20 cm 和顶尖持平处理。

3　结论与讨论

本研究探讨了性诱捕器悬挂高度对棉田靶标害虫诱集效果的影响,并对不同悬挂高度性诱捕器在打顶前后的诱虫差异进行了分阶段比较,结果表明,悬挂高度对诱集效果存在影响,绿盲蝽性诱捕器悬挂高度高于棉株顶尖 40 cm 时效果最好,且高于顶尖各处理的诱集效果相当;棉铃虫性诱捕器悬挂高度 0～40 cm 时诱集效果较好,性诱捕器处于顶尖下部时显著降低诱集效果;甜菜夜蛾悬挂高度在顶尖上方 20～40 cm 时诱集效果较好。打顶前后,绿盲



不同小写字母表示诱捕器高度对诱集效果的影响差异显著(P<0.05)
Different lowercase letters indicated significant difference of trapping effects of different hanging heights in the same investigation period at P<0.05

图 1 不同悬挂高度性诱捕器在打顶前后的诱集效果比较

Fig. 1 Comparison of trapping effects of different hanging heights before and after topping

蝽和棉铃虫性诱捕器悬挂高度对靶标害虫的诱集效果影响较为一致，为达到理想的诱集效果，打顶前，应随着棉花株高变化及时调整性诱捕器高度。

绿盲蝽在植株间或田块间短距离转移扩散时，一般是贴近植物顶部飞行，对成虫田间活动规律的研究表明，粘虫板在棉花顶部 20～40 cm 处诱捕到的成虫数量最高(粘虫板规格为高 20 cm，挂置时粘虫板下缘距棉花顶部 20 cm)，这与本研究中悬挂高度在 40 cm 时诱集数量最高的结论基本一致[20]。同时，绿盲蝽性诱捕器悬挂高度在高于顶尖 0、20 cm和 40 cm 之间诱集效果不存在显著差异，表明绿盲蝽成虫的飞行高度范围较大，打顶前可减少高度调整的频次，性诱捕器高度保持在高于棉株顶尖 0～40 cm 范围内为宜。棉铃虫性诱捕器悬挂高度在高于棉株顶尖 0～40 cm 时，诱集虫量差异不显著，但低于顶尖 20 cm 时诱集效果下降明显，故打顶前可适当减少调整频次，但低于棉花顶尖时应及时调整。甜菜夜蛾性诱捕器诱集规律与棉铃虫类似，但随悬挂高度变化趋势更加明显，高于棉花顶尖 20 cm 和 40 cm 时诱集效果差异不显著，高于顶尖 40 cm 时效果最好，这可能与鳞翅目夜蛾类害虫飞行行为，以及雄蛾在接近诱芯且发现并不是真正的雌蛾后，其飞行轨迹垂直上行等特征有关[13]。

本试验研究了性诱捕器悬挂高度对绿盲蝽、棉铃虫和甜菜夜蛾诱集效果的影响，明确了 3 类害虫性诱捕器在田间的适宜悬挂高度，对性诱技术的应用和推广具有积极意义。但诱集效果可能会受品种特征、栽培管理、地力差异和虫害发生程度等影响，仍有必要开展年际间或地域间的重复试验，以期对性诱捕器田间设置技术进一步完善。

参考文献

[1] LU Yanhui, WU Kongming, GUO Yuyuan. Flight potential of *Lygus lucorum* (Meyer-Dür) (Heteroptera: Miridae) [J]. Environmental Entomology, 2014, 36(5): 1007 - 1013.

[2] 陆宴辉，吴孔明. 棉花盲椿象及其防治[M]. 北京：金盾出版社，2008.

[3] LU Yanhui, WU Kongmin, WYCKHUYS K A G, et al. Temperature-dependent life history of the green plant bug, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) (Hemiptera: Miridae) [J]. Applied Entomology Zoology, 2010, 45(3): 387 - 393.

[4] WU Kongmin, LU Yanhui, FENG Hongqiang, et al. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton [J]. Science, 2008, 321(5896): 1676 - 1678.

[5] 陆宴辉，姜玉英，刘杰，等. 种植业结构调整增加棉铃虫灾变风险[J]. 应用昆虫学报，2018，55(1)：19 - 24.

[6] 修春丽，栗爱丽，路伟，等. 棉铃虫食诱剂的田间诱捕效果[J]. 应用昆虫学报，2018，55(1)：44 - 48.

[7] 许冬，郭建明，丛胜波，等. 复合性状转基因棉花杀虫蛋白表达量及对 4 种鳞翅目害虫的抗性[J]. 棉花学报，2016，28(5)：478 - 484.

[8] 李笠坤，雒珺瑜，吴益东，等. 转 Cry1Ac/1Ab 基因棉花对棉铃虫的控制效果及对甜菜夜蛾和斜纹夜蛾生长发育的影响

[J]. 植物保护学报，2018，45(3)：561－567.
[9] WU Gang，HARRIS M K，GUO Jianying，et al. Response of multiple generations of beet armyworm，*Spodoptera exigua* (Hübner)，feeding on transgenic Bt cotton [J]. Journal of Applied Entomology，2009，133(2)：90－100.
[10] 林珠凤，罗礼智，潘贤丽. 杀虫剂使用失当是甜菜夜蛾大发生的重要原因[J]. 昆虫知识，2007，44(3)：327－332.
[11] 刘悦秋，江幸福. 甜菜夜蛾的生物防治[J]. 植物保护，2002，28(1)：54－56.
[12] 江幸福，罗礼智. 我国甜菜夜蛾迁飞与越冬规律研究进展与趋势[J]. 长江蔬菜(学术版)，2010(18)：36－37.
[13] 曾娟，杜永均，姜玉英，等. 我国农业害虫性诱监测技术的开发和应用[J]. 植物保护，2015，41(4)：9－15.
[14] 李宏图，章钦印，李德鹏，等. 不同密度诱捕器对烟草害虫的诱杀效果[J]. 湖南农业科学，2015(3)：34－36.
[15] 王方晓，杨可辉，张秀衢，等. 斜纹夜蛾性诱剂的诱蛾效果[J]. 昆虫知识，2008，45(2)：300－302.
[16] 陈炳旭，陆恒，董易之，等. 亚洲玉米螟性诱剂诱捕器诱捕效果研究[J]. 环境昆虫学报，2010，32(3)：419－422.
[17] WILLIAMS D T，STRAW N，TOWNSEND M，et al. Monitoring oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* L. using pheromone traps：The influence of pheromone lure source，trap design and height above the ground on capture rates [J]. Agricultural and Forest Entomology，2013，15：126－134.
[18] 王胜梅，高成龙，梁树军，等. 不同诱捕器对油松毛虫性引诱剂诱虫量的影响[J]. 环境昆虫学报，2018，40(2)：340－347.
[19] 白灯莎·买买提艾力，张士荣，田晓莉，等. 打顶后涂抹生长素对棉花功能叶营养物质及脱落酸和细胞分裂素含量的调节作用[J]. 中国生态农业学报，2009，17(2)：302－306.
[20] 耿辉辉，陆宴辉，杨益众. 绿盲蝽成虫的田间活动规律[J]. 应用昆虫学报，2012，49(3)：601－604.

（责任编辑：田　喆）

（上接 238 页）

[14] CHI H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals [J]. Environmental Entomology，1998，17(1)：26－34.
[15] 齐心，傅建炜，尤民生. 年龄-龄期两性生命表及其在种群生态学与害虫综合治理中的应用[J]. 昆虫学报，2019，62(2)：255－262.
[16] CHI H，LIU H. Two new methods for the study of insect population ecology [J]. Bulletin of the Institute of Zoology，Academia Sinica，1985，24(2)：225－240.
[17] HUANG Y B，CHI H. Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera：Tephritidae)：with an invalidation of the jackknife technique [J]. Journal of Applied Entomology，2013，137(5)：327－339.
[18] BERKVENS N，BONTE J，BERKVENS D，et al. Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera：Coccinellidae)[J]. BioControl，2008，53(1)：211－221.
[19] CASTRO-GUEDES C F DE，ALMEIDA L M DE，SUSETE D R C P，et al. Effect of different diets on biology，reproductive variables and life and fertility tables of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera，Coccinellidae)[J]. Revista Brasileira de Entomologia，2016，60(3)：260－266.
[20] 张昌容，郅军锐，莫利锋. 四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响[J]. 生态学报，2012，32(18)：546－5652.
[21] ZHANG Shize，ZHANG Fan，HUA Baozhen. Suitability of various prey types for the development of *Propylea japonica* (Coleoptera：Coccinellidae)[J]. European Journal of Entomology，2007，104(1)：149－152.
[22] ZHANG Shize，LI Jianjun，SHAN Hongwei，et al. Influence of five aphid species on development and reproduction of *Propylea japonica* (Coleoptera：Coccinellidae)[J]. Biological Control，2012，62(3)：135－139.
[23] TANG Liangde，WU Jianhui，ALI S，et al. The influence of different aphid prey species on the biology and life table parameters of *Propylea japonica*[J]. Biocontrol Science and Technology，2013，23(6)：624－636.
[24] PAPACHRISTOS D P，KATSAROU I，MICHAELAKIS A，et al. Influence of different species of aphid prey on the immature survival and development of four species of aphidophagous coccinellids (Coleoptera：Coccinellidae)[J]. European Journal of Entomology，2015，112(3)：440－445.
[25] OBRYCKI J J，ORR C J. Suitability of three prey species for Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*，*Hippodamia variegata*，and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera：Coccinellidae)[J]. Journal of Economic Entomology，1990，83(4)：1292－1297.
[26] KESHAVARZ M，SEIEDY M，ALLAHYARI H. Preference of two populations of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera：Coccinellidae) for *Aphis fabae* and *Aphis gossypii* (Homoptera：Aphididae)[J]. European Journal of Entomology，2015，112(3)：560－563.
[27] OMKAR，SRIVASTAVA S. Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle，*Coccinella septempunctata* [J]. BioControl，2003，48(4)：379－393.
[28] 柳洋，李林懋，门兴元，等. 以不同蚜虫为食的龟纹瓢虫生长发育和繁殖规律研究[J]. 中国生物防治学报，2013，29(4)：626－631.
[29] 喻会平，王召，龙贵云，等. 三种猎物对异色瓢虫生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护，2018，44(4)：105－109.
[30] 肖云丽，印象初，刘同先. 不同生物型棉蚜对夏寄主葫芦科作物的选择[J]. 生态学报，2013，33(12)：3706－3711.

（责任编辑：田　喆）