

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.02.012

梨瘿华蛾日行为节律研究

赵龙龙¹, 李先伟²

1. 山西农业大学 果树研究所, 山西 晋中 030815;

2. 山西农业大学 植物保护学院, 山西 晋中 030801

摘要: 梨瘿华蛾是梨树上的一种重要蛀干害虫。室内观察发现, 梨瘿华蛾成虫寿命为 7~9 d, 羽化后 2 d 内为梨瘿华蛾求偶、交配的主要时期, 交配次日可产卵; 梨瘿华蛾日活动高峰期主要发生于 19:00—22:00; 日求偶行为主要发生于 19:00—22:00, 此外在凌晨 3:00—6:00 也有求偶行为, 但数量极少; 梨瘿华蛾的日交配行为有两个高峰期, 第一个峰期为 17:00—23:00, 是主要交配阶段, 第二个小峰期为 6:00—9:00; 其平均交配时长为 89 min, 从 30~180 min 不等。通过本研究有助于了解梨瘿华蛾生物学特点, 同时, 为防治梨瘿华蛾提供一定的参考。

关键词: 梨瘿华蛾; 节律; 交配; 求偶;

生物防治

中图分类号: S433.4

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)02-0077-07

Research on Activity Rhythm of *Sinitinea pyrigolla*

ZHAO Longlong¹, LI Xianwei²

1. Pomology Institute, Shanxi Agricultural University, Jinzhong Shanxi 030815, China;

2. College of Plant Protection, Shanxi Agricultural University, Jinzhong Shanxi 030801, China

Abstract: *Sinitinea pyrigolla* is one of the important xylophagous insect in pear tree. Laboratory studies found that the lifespan of adult *Sinitinea pyrigolla* were 7~9 days. The courtship and mating mainly occurred within 2 days after eclosion. Daily activity peak mainly occurred at 19:00—22:00. Daily courtship mainly occurred from 19:00 to 22:00, except this period time, courtship also occurred in the morning from 3:00—6:00. There were two peaks of daily mating. The first peak appeared at 17:00—23:00 as the main mating phase. The second peak was small, appeared at 6:00—9:00. The average mating duration was 89 min, which varied from 30 min to 180 min. This study is helpful in understanding the biological characteristics of *Sinitinea pyrigolla* and provides guidance for the control and prevention.

收稿日期: 2022-04-03

基金项目: 国家梨产业体系(CARS-28-02A); 山西省现代农业产业技术体系建设专项资金; 山西省重点研发计划项目(201903D211001-1)

作者简介: 赵龙龙, 副研究员, 主要从事果树病虫害的综合治理研究。

Key words: *Sinitinea pyrigolla*; rhythm; mating; courtship; biological control

梨瘿华蛾(*Sinitinea pyrigolla*), 又名梨瘤蛾, 属鳞翅目华蛾科, 是梨树的重要蛀干害虫, 在华北、西北等梨树产区发生普遍^[1]. 梨瘿华蛾年发生一代, 春季梨树萌芽时, 梨瘿华蛾陆续羽化, 进行交配、产卵等活动^[2]. 梨瘿华蛾成虫散产或聚集产卵, 卵主要产在枝条缝隙、芽鳞、虫瘿等部位, 卵椭圆形、表面有纵纹, 初产卵为橘黄色, 近孵化时为黑色(图 1、图 2). 梨树落花后, 幼虫相继孵化(图 1), 初孵幼虫钻蛀入梨树新梢进行取食, 6 月中下旬, 幼虫取食部位逐渐膨大, 形成虫瘤; 严重发生时, 一个虫瘤中有 3~4 头幼虫或数个虫瘤在枝条上连成串状(图 3). 9—10 月, 梨瘿华蛾幼虫开始化蛹, 蛹初始为黄褐色, 羽化前蛹体变黑; 蛹细长, 长 5~7 mm, 前部较钝, 腹端弯向腹面(图 1); 预化蛹前, 梨瘿华蛾老熟幼虫在虫瘤处咬开一洞作为羽化孔并以蛹越冬.

梨瘿华蛾蛀干所形成的虫瘿在梨园和梨树上呈聚集分布, 尤以对新栽幼树损害最重, 明显影响到树冠成型^[3]. 在防治梨瘿华蛾过程中, 目前采取的主要方法有农业措施, 例如在果树休眠期, 通过剪除虫瘿并进行销毁以消灭越冬虫源; 另外, 在成虫羽化盛发期(梨花铃铛期)和幼虫孵化盛期(落花一周后)进行喷药, 实施化学防治, 常用药剂主要有高效氯氟氰菊酯、毒死蜱等^[4-5]. 化学防治梨瘿华蛾过程中, 正值梨树由休眠期转入生长期, 梨园中的其他有益生物如自然天敌也明显增多, 因防控过程中多采用广谱性农药, 对天敌杀伤作用强, 明显影响到果园生态平衡, 有碍果园绿色生产^[6-8]. 为能实现精准防治, 目前针对蛾类害虫成虫的防治主要采取的无公害防控措施有信息素防治技术(监测、诱捕、迷向)^[9-11]和灯光诱虫技术^[12-14], 有关梨瘿华蛾的性信息防治法尚未见到报道. 研究表明, 不同昆虫日活动节律明显不同, 如小地老虎(*Agrotis ypsilon*)主要在 21:00—23:00 活动^[15], 小菜蛾(*Plutella xylostella*)为 18:00—20:00 时间段活动^[16], 为能实现梨瘿华蛾的精准化灯光诱控, 则需在明确其日活动规律上, 开展相应研究. 已有研究明确梨瘿华蛾的年生活史、虫瘿形成规律等^[1, 17-18], 但对其日活动、求偶、交配行为等节律尚属未知. 因此, 本文通过田间采集虫瘿、室内培养观察的方式, 旨在探索梨瘿华蛾的日活动特点、交配行为等, 为实施准确防治措施和拟定合理防治办法提供参考依据.



图 1 梨瘿华蛾的不同虫态

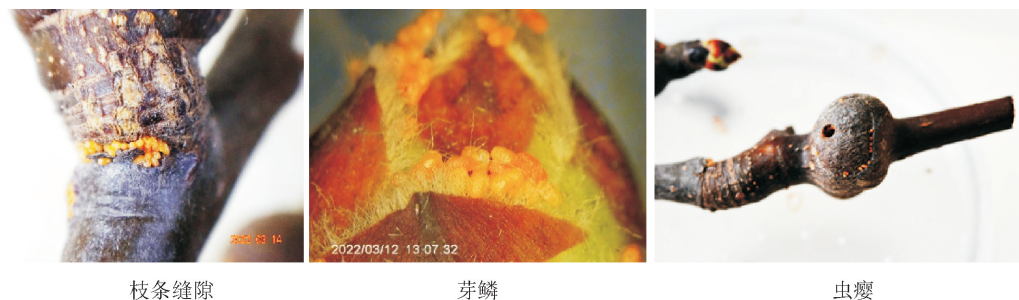


图 2 梨瘿华蛾的不同产卵部位



图 3 梨瘿华蛾虫瘿

1 材料与方 法

1.1 试验材料

梨瘿华蛾虫瘿于 2022 年 3 月上旬采自于山西省晋中市太谷区北沙河村一处废弃的酥梨园, 树龄 ≥ 20 年, 树形自由纺锤形.

1.2 试验方法

将采集到的虫瘿带回室内置于养虫笼中收集羽化的梨瘿华蛾, 对羽化 24 h 内梨瘿华蛾成虫进行配对, 每养虫盒(长 30 cm、宽 20 cm, 高 20 cm)放置 6~7 对成虫, 共设 5 组, 饲以 10% 的蜂蜜水, 每隔 30 min 观察其活动、求偶、交配行为等. 夜间用红色 LED 灯进行观察.

求偶行为的判别方法为雌雄成虫有明显的振翅和追逐行为, 交配行为的判别方法为雌雄成虫处于交尾状态, 交配时长指从雌雄成虫处于交配状态开始计时至两者分离后所用的时间.

求偶和交配节律的统计方法为, 以 1 h 为单位, 统计试验过程中每日 24 时段中求偶和交配行为出现的次数.

1.3 数据处理与分析

所有数据采用 Microsoft-Excel 2013 软件进行统计分析并作图.

2 结果与分析

2.1 梨瘿华蛾日活动规律

对梨瘿华蛾日活动规律统计发现, 梨瘿华蛾大多数时间为静息状态, 其活动时间主要集中在 19:00—22:00, 其中 19:00 为活动最高峰期, 其次为 20:00. 处于活动状态的梨瘿华蛾占比约 40%, 21:00 和 22:00 处于活动态的梨瘿华蛾虫口数量占比约 30%, 17:00 和 18:00 处于活动态的梨瘿华蛾虫口数量占比约 20%; 在此期间梨瘿华蛾来回攀爬, 进行求偶或交配等活动, 其余时段活动的梨瘿华蛾虫口数量占比均低于 12%(图 4).

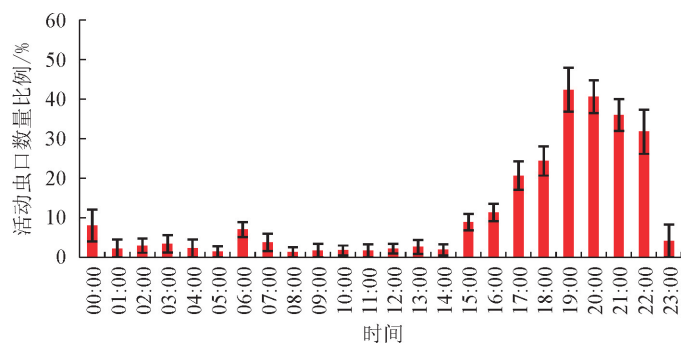


图 4 梨瘿华蛾在不同时间段活动虫口数量的比例

2.2 梨瘿华蛾日求偶节律

梨瘿华蛾求偶行为主要有2种形式,振翅和追逐.振翅时,翅开展竖立呈“V”字状,翅由微振到高频振动变化不定,平均每秒扇动翅约3~4次;追逐时,其翅多开展或呈扇动状,原地打转或呈小圆形轨迹活动(图5).求偶行为主要发生在19:00—0:00,随着时间变化,求偶的梨瘿华蛾数量逐渐增多,21:00时达到全日峰值,在此期间,梨瘿华蛾的求偶次数达45次,随后降低,20:00和22:00求偶次数次之,分别为35和32次.此外,凌晨3:00—6:00也有梨瘿华蛾求偶,但数量较少(图6).



图5 梨瘿华蛾成虫的繁殖行为

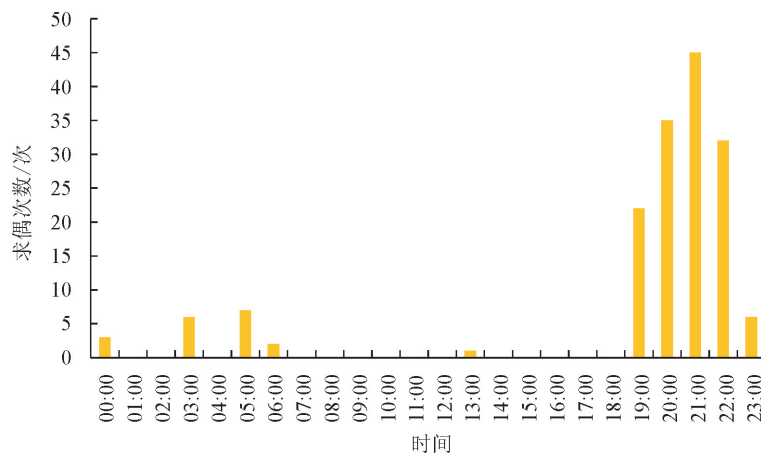


图6 梨瘿华蛾日求偶节律

2.3 梨瘿华蛾日交配节律

梨瘿华蛾成虫交配行为多在羽化次日发生.交配时,有的在完成求偶行为后进行,有的直接进入交配状态.交配过程中,雄虫将腹部向雌虫腹部末端弯曲,并摆成“一”字形交配状态(图5).梨瘿华蛾日交配行为节律与求偶节律类似,主要出现在两个时段中,分别为下午的17:00—23:00和早晨的6:00—9:00,其他时段无交配行为.梨瘿华蛾全天交配的峰期主要出现在20:00左右,交配次数达33次;其次为21:00和19:00点,交配次数分别为26次和20次;早晨7:00为梨瘿华蛾交配的第二小高峰期,在此期间,梨瘿华蛾交配次数为7次;其次为6:00和8:00,其交配次数不到5次(图7).

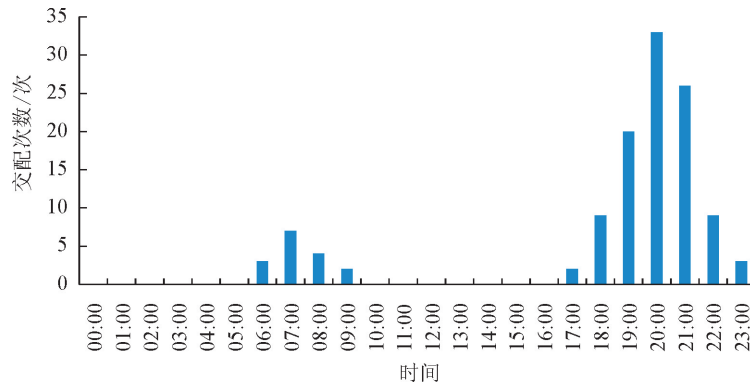


图 7 梨瘿华蛾日交配节律

2.4 梨瘿华蛾的交配时长

统计表明,梨瘿华蛾不同交配时长的占比如图 8 所示,以 30~60 min 的交配时长占比最高为 30%;其次为 60~90 min,达 26.7%,90~120 min 为 23.4%,交配时长 2 h 以上的数量占比相对较低约 20%左右.结果表明,梨瘿华蛾的平均交配时长为(89.0±6.8) min,最长为 180 min.

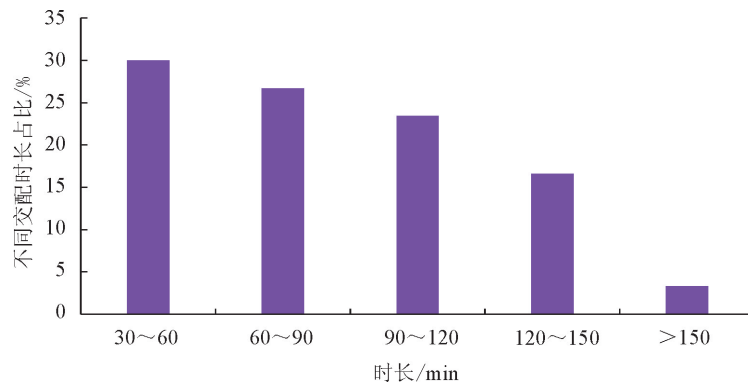


图 8 梨瘿华蛾不同交配时长占比

2.5 梨瘿华蛾日存活情况

试验结果可以看出,梨瘿华蛾成虫羽化后最高可存活 9 d 左右,羽化 3 d 后,个别个体出现死亡,约 1 周后,成虫开始大量死亡.羽化后 2 d 内为梨瘿华蛾交配、产卵活动的主要时期(图 9).

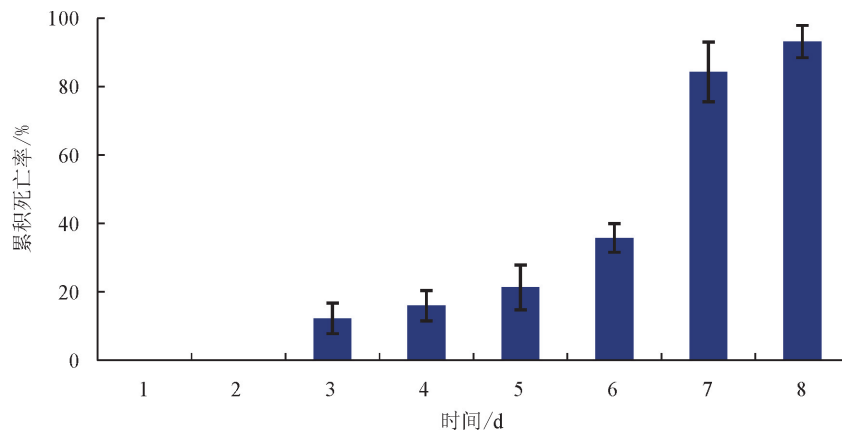


图 9 梨瘿华蛾日累积死亡率

3 结论与讨论

本研究通过采集梨瘿华蛾虫瘿培养发现,在室内 21~23 °C 条件下,梨瘿华蛾蛹在 3~4 d 内羽化,且相对集中.但在田间,梨瘿华蛾的羽化持续期约 20~30 d^[4-5],造成这种差异的原因可能是室内相对恒定且较高的温度促使梨瘿华蛾提前羽化.梨瘿华蛾成虫的活动特点与梨小食心虫(*Grapholita molesta*)相似,其活动高峰期主要出现在 19:00 左右,在 6:00 也有活动小峰^[19-21].部分梨瘿华蛾羽化当日便可进行求偶、交配等活动,羽化后 2 d 内为梨瘿华蛾成虫交配的主要时期.研究指出,光照是影响多数蛾类求偶和交配行为的主要环境信号^[22],梨瘿华蛾的交配行为主要集中发生在晚 20:00;张国辉等^[23]也发现梨小食心虫的交配行为主要出现在 19:00 点左右,即两者的交配行为主要发生在光期将进入暗期时,其交配行为节律可能受光照调节,光期和暗期这种转化过程可能是启动交配等行为的主要信号;如本研究发现 7:00 左右梨瘿华蛾也有交配小峰,可再次证明,光暗期切换有可能是引发交配行为的主导因子.

梨瘿华蛾交配次日可产卵,与梨小食心虫不同的是,梨小食心虫主要于 17:00 后进行产卵^[23-24],而梨瘿华蛾多在 8:00 左右产卵,且两者产卵特点也明显不同,梨小食心虫在每个产卵位点产 1 类卵,很少有重叠产卵现象^[23-24],而梨瘿华蛾却多集中产卵.在田间调查中也得到证实,在梨小食心虫蛀入的桃梢中只有一头幼虫,而在梨瘿华蛾虫瘿中或者同一枝条中,却多见两个或以上的梨瘿华蛾幼虫.上述差异可能是昆虫长期适应进化的结果,梨小年发生多代且世代周期短,对资源耗用量高,因此,母代为了保证子代有足够食物存活,避免竞争所选择的一种产卵策略^[25-26];而梨瘿华蛾则相反,幼虫发育缓慢,食物资源供给充足,很少竞争,因而两者产卵特点有别.

本研究是在室内相对恒定条件下进行的,而昆虫的行为节律往往受多种因素的综合影响,如环境温度、湿度、光周期、寄主条件、昆虫的状态等都可能影响到其行为^[22, 24, 27].如小地老虎和小菜蛾^[28]在 25 °C 时交配频次最高,过高过低都会影响其交配行为等^[29];红铃虫(*Pectinophora gossypiella*)以 4~5 日龄的求偶次数最多、求偶高峰持续时间也最长;已交配的雌蛾,求偶行为等均降低^[30],但小菜蛾、梨小食心虫等却以 3 日龄内的虫体交配行为最高^[23, 28].有关其他因素对梨瘿华蛾日活动节律及交配行为的影响,尚需进一步论证.根据梨瘿华蛾的日活动特点,可在傍晚时或早晨进行梨瘿华蛾成虫的诱杀活动.因梨瘿华蛾交配后即可产卵且相对集中,对于重发生果园,为预防损坏枝条,除防治成虫外,幼虫孵化为二次防治关键期.对梨瘿华蛾虫瘿解剖发现,在约 30% 的虫道中发现有茧蜂的幼虫和蛹,茧蜂室内羽化时间晚于梨瘿华蛾约 1 周.可结合冬季梨树修剪,将采集到的梨瘿华蛾虫瘿进行冷藏,梨树花展叶期时取出,在室内使寄生蜂羽化后收集,带到田间释放以提高梨瘿华蛾的寄生率,实现生物防治.

参考文献:

- [1] 陈湖,郝宝锋,张洪喜,等.梨瘿华蛾寄生蜂生物学特性研究[J].北方果树,2001(2):6-7.
- [2] 赵磊.梨瘿华蛾的发生规律及其生物防治[J].科学种养,2012(1):30.
- [3] 师光禄,刘贤谦,郭跃荣,等.梨瘿华蛾(*Sinitinea pyrigolla* Yang)空间分布型及垂直分布研究[J].山西农业大学学报,1996,16(4):19-22,105-106.
- [4] 李淑恩,靳爱荣.梨瘿华蛾的发生与防治[J].北方果树,1997(4):41-42.
- [5] 闫文涛,张怀江,岳强,等.梨园梨瘿华蛾的诊断与防治实用技术[J].果树实用技术与信息,2021(3):33-34.
- [6] 刘先琴,秦仲麒,李先明,等.梨园捕食性天敌种群消长动态及影响因素[J].湖北农业科学,2007,46(4):565-567.
- [7] 张学昌,安钊,郭艳艳,等.不同害虫管理措施梨园的天敌群落多样性[J].中国生物防治学报,2014,30(2):188-193.
- [8] 赵龙龙,韩凤,闫彩英.使用黄板防控梨园害虫的生态效益评价[J].植物医生,2021,34(6):33-37.
- [9] 史姝娜,于广威,李圣辰.基于昆虫性信息素的综合害虫防控(IPM)新技术应用[J].安徽农业科学,2022,50(5):126-128.

- [10] 牛永浩,张涛,丁秀峰,等.昆虫信息素在梨小食心虫监测和防治中的应用[J].陕西农业科学,2018,64(10):100-102.
- [11] 封传红,张志东,贾勇,等.性信息素迷向技术在害虫绿色防控中的应用[J].四川农业科技,2020(7):31-33.
- [12] 桑文,黄求应,王小平,等.中国昆虫趋光性及灯光诱虫技术的发展、成就与展望[J].应用昆虫学报,2019,56(5):907-916.
- [13] 吴霜,张谊模,郭萧,等.不同波长LED诱虫灯对菜地昆虫的诱集效果[J].应用昆虫学报,2021,58(1):172-180.
- [14] 闫三强,吕宝乾,唐继洪,等.不同波长诱虫灯对3种玉米害虫的诱集作用[J].中国植保导刊,2021,41(3):49-53.
- [15] 王乔,黄光辉,杨永高.小地老虎成虫夜间活动习性研究初探[J].昆虫知识,1983,20(3):106-109.
- [16] 王维专,陈伟平,吕培均,等.性信息素对小菜蛾种群控制的研究[J].植物保护,1991,17(5):7-8.
- [17] 陈湖,郝宝锋,张鸿喜,等.梨瘿华蛾虫瘿研究[J].北方果树,2000(5):4-6.
- [18] 陈湖,郝宝锋,张洪培,等.梨瘿华蛾生物学特性研究[J].北方果树,2001(1):6-8.
- [19] 赵龙龙,周旭凌,胡增丽,等.基于物联网监测系统对梨小食心虫日活动规律及影响因子研究[J].环境昆虫学报,2017,39(6):1235-1241.
- [20] 冉红凡,路子云,刘文旭,等.梨小食心虫成虫性比、日羽化节律及活动规律[J].应用昆虫学报,2013,50(6):1524-1531.
- [21] 赵志国,高丽华,杨慧娟,等.梨小食心虫性诱芯监测成虫交配时辰节律研究[J].山西农业科学,2013,41(4):366-368.
- [22] 骆丹,徐川峰,殷立新,等.生态因素对蛾类昆虫交配与生殖的影响[J].环境昆虫学报,2017,39(4):963-973.
- [23] 张国辉,仵均祥.梨小食心虫成虫行为节律研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(12):131-135.
- [24] 杨小凡,范凡,安立娜,等.不同光照环境下梨小食心虫的产卵节律[J].植物保护学报,2017,44(5):873-874.
- [25] 董子舒,张玉静,段云博,等.植食性昆虫产卵寄主选择影响因素及机制的研究进展[J].南方农业学报,2017,48(5):837-843.
- [26] 张贺贺,陈家骅,季清娥,等.影响昆虫产卵行为的因素及其应用研究概述[J].环境昆虫学报,2015,37(2):432-440.
- [27] 黄雪峰,王忠,郑方毅,等.环境因子对蝙蝠蛾成虫生殖行为的影响[J].福建农业科技,2019(4):32-37.
- [28] 闫喜中,孙学俊,邓彩萍,等.日龄和温度对小菜蛾交配行为的影响[J].山西农业科学,2014,42(8):829-831.
- [29] 向玉勇,刘同先,张世泽.温湿度、光照周期和寄主植物对小地老虎求偶及交配行为的影响[J].植物保护学报,2018,45(2):235-242.
- [30] 许冬,丛胜波,李文静,等.红铃虫日龄及交配经历对雌蛾求偶行为与寿命的影响[J].应用昆虫学报,2020,57(6):1394-1401.