

榕透翅毒蛾卵和蛹保存条件优化*

郭德森¹ 高成龙² 赵丹阳² 王成³
王海峰² 吴胜平¹ 吴锡豪² 黄华毅²

(1. 惠东县林业局, 广东 惠东 516300; 2. 广东省森林培育与保护利用重点实验室/广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 3. 广东省龙眼洞林场, 广东 广州 510520)

摘要 为探索榕透翅毒蛾 *Perina nuda* 卵和蛹的最优保存条件, 为其防治技术研究提供基础。分析温度对榕透翅毒蛾卵孵化和蛹羽化的影响, 并探索不同温度条件下, 榕透翅毒蛾卵和蛹的最优保存时间。结果表明: 榕透翅毒蛾卵的孵化率和蛹的羽化率都随着温度上升而逐步提高, 而卵的孵化时间和蛹的羽化时间则随着温度上升而逐渐缩短, 在 0 °C、5 °C 和 10 °C 条件下, 卵无法正常孵化, 蛹也无法正常羽化, 卵的最低孵化温度和蛹的最低羽化温度均为 15 °C。榕透翅毒蛾卵和蛹在 0 °C、5 °C 和 10 °C 条件下保存, 其孵化率和羽化率随着保存时间的增长而逐步降低, 但孵化时间和羽化时间则不受保存时间影响, 其中, 榕透翅毒蛾的卵和蛹在 10 °C 条件下最长保存时间为 20 和 15 天, 其孵化率和羽化率最高且最稳定, 均能达到 90% 以上。

关键词 榕透翅毒蛾; 卵; 蛹; 保存条件; 优化

中图分类号: S763.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2023) 06-0057-05

Optimization of Preservation Conditions for Eggs and Pupae of *Perina nuda*

GUO Desen¹ GAO Chenglong² ZHAO Danyang² WANG Cheng³
WANG Haifeng² WU Shengping¹ WU Xihao² HUANG Huayi²

(1. The Forestry Bureau of Huidong County, Huidong, Guangdong 516300, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 3. Longyandong Forest Farm of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract To explore the optimal preservation conditions of eggs and pupae of *Perina nuda*, and provide the basis for the research of its control technology. The effects of temperature on the hatching rate of eggs and the emergence rate of pupae were analyzed, and the optimal preservation time of eggs and pupae of *P. nuda* was explored under different temperature conditions. The results showed that the hatching rate of eggs and the emergence rate of pupae increased gradually with the increase in temperature, while the hatching time of eggs and the emergence time of pupae decreased gradually with the increase in temperature. Under the conditions of 0 °C, 5 °C and 10 °C, the eggs could not hatch normally, and the pupae could not emerge normally, and the minimum hatching temperature of eggs and the minimum emergence temperature of pupae were 15 °C. The eggs and pupae of *P. nuda* were stored at 0 °C, 5 °C and 10 °C, and their hatching and emergence rates gradually decreased

* 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2020KJJCX004, 2023KJJCX022)。

第一作者: 郭德森 (1983—), 男, 助理工程师, 从事森林病虫害监测与防治, 森林植物及其产品产地、调运检疫等相关工作, E-mail: 1131304838@qq.com。

通信作者: 黄华毅 (1989—), 男, 副研究员, 从事林业有害生物防控和古树名木保护研究, E-mail: huanghy@sinogaf.cn。

with the increase of storage time, but the hatching time and emergence time were not affected by storage time. Among them, the eggs and pupae of *P. nuda* were stored at 10 °C within 20 days and 15 days, respectively, and their hatching and emergence rates were the highest and most stable. All can reach more than 90%.

Key word *Perina nuda*; egg; pupa; preservation conditions; optimization

榕透翅毒蛾 *Perina nuda*, 属鳞翅目 Lepidoptera 毒蛾科 Lymantriidae, 又名透翅榕毒蛾、毒毛虫, 是世界性榕属 *Ficus* spp. 植物的重要食叶害虫之一^[1-2]。近年来, 榕透翅毒蛾在我国南方广大榕属植物种植区发生和危害呈现逐步加重的趋势, 时常出现暴发危害的情况。其能危害细叶榕 *F. microcarpa*、垂叶榕 *F. benjamina*、菩提榕 *F. religiosa*、黄葛榕 *F. virens*、无花果 *F. carica* 等在内的十余种榕属植物^[3-5]。此外, 因幼虫虫体着生毒毛, 人体皮肤接触后会引发皮炎, 严重情况下会引起严重的过敏反应, 因此其又被俗称为“毒毛虫”^[6]。

榕属植物是我国南方重要的一类景观绿化树种, 常种植在群众日常活动休憩的场所, 特别是作为南方重要的古树树种之一, 更是受到了群众的喜爱^[7]。而一直以来化学药剂是防治榕透翅毒蛾的主要手段, 除了产生抗药性问题, 化学药剂防治榕透翅毒蛾所带来的环境和健康问题是榕透翅毒蛾防治亟待解决的问题^[8-9]。因此开展榕透翅毒蛾新型绿色安全的防治方法研究尤为重要, 这其中大量发育整齐、虫龄一致的稳定特性的虫源, 是开展榕透翅毒蛾新型防治技术、生理学、病理学和抗性机制研究的必要条件^[10]。2021年10月—2022年4月, 本研究在成功实现了榕透翅毒蛾室内继代饲养研究的基础上^[11], 进一步探索榕透翅毒蛾卵和蛹的最优保存条件, 为榕透翅毒蛾的室内研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 虫源和寄主植物

1.1.1 供试虫源 2021年10月采集自广东省深圳市深汕特别合作区细叶榕上的榕透翅毒蛾老熟幼虫, 在室内饲养至成虫交配、产卵, 以所孵化的幼虫为供试虫源。

1.1.2 供试寄主植物 细叶榕采集自广东省龙眼洞林场和广东省树木公园内, 所采集的细叶榕嫩叶均未喷洒化学药剂。

1.2 榕透翅毒蛾卵和蛹的收集

榕透翅毒蛾室内饲养所用养虫室条件为温度(25±1)°C、相对湿度65%~75%、光周期14 L:10 D。将刚孵化的榕透翅毒蛾初孵幼虫, 用软毛笔轻轻刷到放置适量细叶榕嫩叶的直径15 cm, 深6 cm的养虫盒内, 养虫盒盖子上留有透气小孔, 然后将养虫盒置于养虫室内, 每2 d更换一次新鲜的叶片并清理养虫盒内的排泄物; 待养虫盒内的幼虫长至3龄后, 将幼虫分开饲养, 每个养虫盒饲养20头幼虫, 保证养虫盒中的幼虫有足够的食料植物可以取食。随着幼虫虫龄的逐步增大、预蛹和化蛹, 收集24 h内化的榕透翅毒蛾的蛹, 开展后续蛹的保存研究; 其他的蛹继续在养虫室内培养, 羽化成虫后, 将24 h内羽化的榕透翅毒蛾的雄雌蛾进行配对置于直径6.5 cm, 深3.5 cm的塑料养虫盒中, 确认雄雌蛾正常交配后, 集中收集24 h内所产的卵, 开展后续卵的保存研究。

1.3 温度对榕透翅毒蛾卵孵化的影响

将收集的卵粒计数, 置于直径6.5 cm, 深3.5 cm的塑料养虫盒中, 养虫盒底部垫有一层滤纸, 每个养虫盒装有30粒卵, 然后将养虫盒分别置于相对湿度65%~75%、光周期14 L:10 D、不同温度的培养箱中, 共6个温度梯度, 包括0, 5, 10, 15, 20和25 °C, 每个温度培养箱放置3个装有卵粒的养虫盒, 每天观察各个温度下的各养虫盒中的卵粒是否正常孵化, 有幼虫孵化后及时将孵化的幼虫挑出, 并记录孵化数量和孵化时间, 连续观察60 d后, 最终统计各个温度条件下卵的孵化总数和孵化时间, 计算各个温度条件下卵的孵化率和孵化时间。

1.4 温度对榕透翅毒蛾蛹羽化的影响

将收集的蛹计数, 置于直径15 cm, 深10 cm的塑料养虫盒中, 养虫盒底部垫有一层滤纸, 每个养虫盒装有30个蛹, 然后将养虫盒分别置于相对湿度65%~75%、光周期14 L:10 D、不同温度的培养箱中, 共6个温度梯度, 包括0, 5, 10, 15, 20和25 °C, 每个温度培养箱放置3个装有蛹的养虫盒, 每天观察各个温度下的各养虫盒中的

蛹是否成功羽化，有成虫羽化后及时将羽化的幼虫夹出，并记录羽化数量和羽化时间，连续观察 60 d 后，最终统计各个温度条件下蛹的羽化总数和羽化时间，计算各个温度条件下蛹的羽化率和羽化时间。

1.5 榕透翅毒蛾卵保存条件优化

将收集的卵粒计数，置于直径 6.5 cm，深 3.5 cm 的塑料养虫盒中，养虫盒底部垫有一层滤纸，每个养虫盒装有 30 粒卵，然后将养虫盒分别置于相对湿度 65% ~ 75%、光周期 14 L : 10 D、不同的温度的培养箱中，共 3 个温度梯度，包括 0, 5 和 10 °C，分别于保存 5, 10, 15, 20, 25 和 30 d 时从各个温度培养箱中取出 3 个养虫盒，置于条件为温度 (25 ± 1) °C、相对湿度 65% ~ 75%、光周期 14 L : 10 D 的养虫室内孵化，每天观察取出的养虫盒中卵的孵化情况，记录孵化数和孵化时间，连续观察 30 d 后，最终计算不同时间各个温度下卵的孵化率和孵化时间。

1.6 榕透翅毒蛾蛹保存条件优化

收集 24 h 内所产的榕透翅毒蛾的蛹，将收集的蛹计数，置于直径 15 cm，深 10 cm 的塑料养虫盒中，养虫盒底部垫有一层滤纸，每个养虫盒装有 30 个蛹，然后将养虫盒分别置于相对湿度 65% ~ 75%、光周期 14 L : 10 D、不同的温度的培养箱中，共 3 个温度梯度，包括 0, 5 和 10 °C，分别于保存 5, 10, 15, 20, 25 和 30 d 时从各个温度培养箱中取出 3 个养虫盒，置于条件为温度 (25 ± 1) °C、相对湿度 65% ~ 75%、光周期 14 L : 10 D 的养虫室内羽化，每天观察取出的养虫盒中蛹的羽化情况，记录羽化数和羽化时间，连续观察 30 d 后，最终计算羽化率和羽化时间。

1.7 数据分析

运用 Excel 2016 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 温度对榕透翅毒蛾卵孵化的影响

由图 1 可知，在 0 ~ 25 °C 温度范围内榕透翅毒蛾的卵孵化率随着温度的升高而逐步提高。其中，在 0, 5 和 10 °C 温度条件下，榕透翅毒蛾的卵无法正常孵化；而在 15, 20 和 25 °C 的温度条件下，榕透翅毒蛾的卵可以正常孵化，平均孵化率分别达到 85.56%、90.00% 和 95.56%。同时榕透翅毒蛾

卵孵化的时间随着温度的升高而逐步缩短，在 15, 20 和 25 °C 的温度条件下，榕透翅毒蛾的卵的平均孵化时间分别为 13.74, 7.96 和 6.23 d (图 2)。说明榕透翅毒蛾卵的最低孵化温度为 15 °C，而 10 °C 以下是榕透翅毒蛾卵的潜在保存温度。

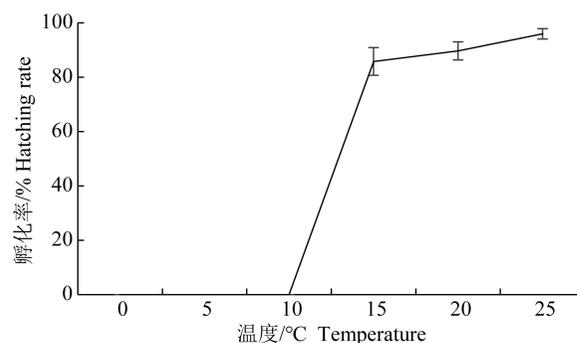


图 1 不同温度榕透翅毒蛾卵孵化率的变化
Fig. 1 Effects of different temperatures on eggs hatching rate of *P. nuda*

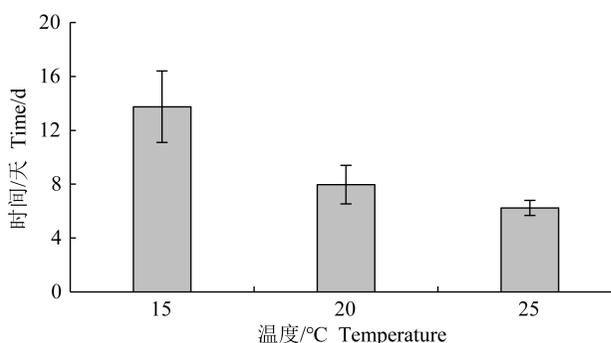


图 2 不同温度榕透翅毒蛾卵孵化时间的变化
Fig. 2 Effects of different temperatures on eggs hatching time of *P. nuda*

2.2 温度对榕透翅毒蛾蛹羽化的影响

由图 3 可知，在 0 ~ 25 °C 温度范围内榕透翅毒蛾的蛹羽化率随着温度的升高而逐步提高。其中，在 0, 5 和 10 °C 温度条件下，榕透翅毒蛾的蛹无法正常羽化；而在 15, 20 和 25 °C 的温度条件下，榕透翅毒蛾的蛹可以正常羽化，平均羽化率分别达到 84.44%、86.67% 和 97.78%。同时榕透翅毒蛾蛹羽化的时间随着温度的升高而逐步缩短，在 15, 20 和 25 °C 的温度条件下，榕透翅毒蛾的蛹的平均羽化时间分别为 15.25, 8.39 和 5.81 d (图 4)。说明榕透翅毒蛾蛹的最低羽化温度为 15 °C，而 10 °C 以下是榕透翅毒蛾蛹的潜在保存温度。

2.3 榕透翅毒蛾卵保存条件优化

由图 5 可知，0, 5 和 10 °C 条件下保存的卵的孵化率随着保存时间的增长而逐步降低。其中，0

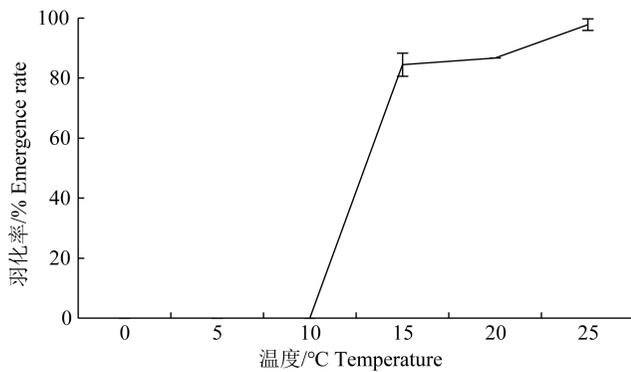


图3 不同温度榕透翅毒蛾蛹羽化率的变化
Fig. 3 Effects of different temperatures on pupae emergence rate of *P. nuda*

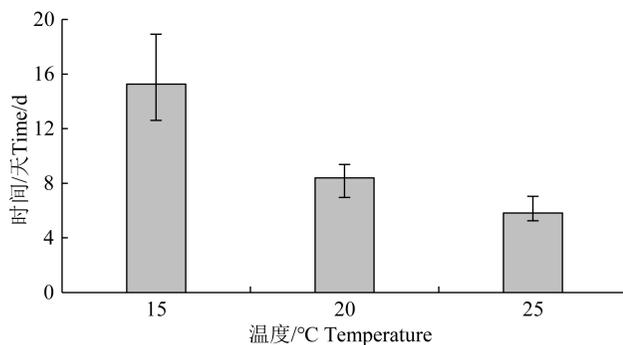


图4 不同温度榕透翅毒蛾蛹羽化时间的变化
Fig. 4 Effects of different temperatures on pupae emergence time of *P. nuda*

℃条件下保存5 d时, 孵化率为45.56%, 保存10 d时, 孵化率快速降到0%; 5℃条件下保存5 d时, 孵化率为71.11%, 保存10 d时, 快速降到17.78%, 保存15 d后, 孵化率降到0%; 10℃条件下保存20天内卵的孵化率最高最稳定, 孵化率能均达到90%以上, 保存5, 10, 15和20 d时的孵化率分别为97.78%、95.56%、96.67%和91.11%, 10℃条件下保存时间超过20 d后卵的孵化率呈现快速下降趋势, 保存25 d时, 孵化率为64.44%; 保存30 d时, 孵化率为36.67%, 同时10℃条件下保存的卵的孵化时间不受保存时间的影响, 卵的平均孵化时间范围为6.15~7.63 d, 平均为6.75 d。因此, 榕透翅毒蛾卵的最优保存温度是10℃, 其保存20 d内卵依然保持较高的孵化率。

2.4 榕透翅毒蛾蛹保存条件优化

由图6可知, 0、5和10℃条件下保存的蛹的羽化率随着保存时间的增长而逐步降低。其中, 0和5℃条件下保存5 d时, 羽化率分别为24.44%和73.33%, 保存10 d时, 羽化率均快速降到0%; 10℃条件下保存15 d内蛹的羽化率最高最

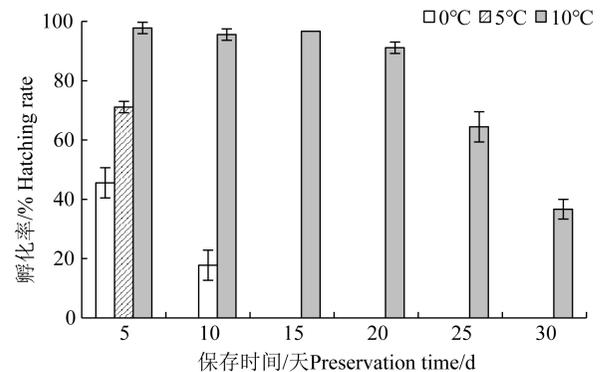


图5 不同保存温度和时间榕透翅毒蛾卵孵化率的变化
Fig. 5 Effect of different preservation temperature and time on eggs hatching rate of *P. nuda*

稳定, 羽化率能达到90%以上, 保存5、10和15 d时的羽化率分别为95.56%、94.44%和90.00%, 10℃条件下保存时间超过15 d后蛹的羽化率呈现快速下降趋势, 保存20 d时, 羽化率为68.89%, 保存25 d时, 羽化率为50.00%, 保存30 d时, 羽化率为42.22%, 同时10℃条件下保存的蛹, 其蛹的羽化时间不受保存时间的影响, 蛹的平均羽化时间范围为4.37~5.62 d, 平均为5.06 d。因此, 榕透翅毒蛾蛹的最优保存温度是10℃, 其保存15 d内蛹依然保持较高的羽化率。

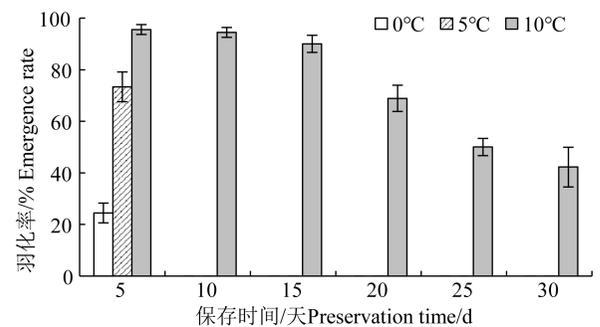


图6 不同保存温度和时间榕透翅毒蛾蛹羽化率的变化
Fig. 6 Effect of different preservation temperature and time on pupae emergence rate of *P. nuda*

3 结论与讨论

榕透翅毒蛾在广东地区一年发生代数多, 存在世代重叠现象, 前期研究已实现了榕透翅毒蛾的室内人工继代饲养, 但室内饲养常因为害虫采集时间差异、存在世代重叠等原因, 造成收集虫龄一致的虫源存在困难。通过适合的保存技术贮备足量的卵、蛹, 使其统一或成批孵化或羽化, 可有效解决榕透翅毒蛾饲养过程中存在世代重叠、历期发育不整齐的问题^[12]。

适宜的温度是昆虫正常生长发育的必要条件,温度过高或过低都会对昆虫的生长、生存以及后代产生不利的影[13]。要保存榕透翅毒蛾卵和蛹,就必须选择一个合适的温度使卵和蛹在这个温度下暂时不能孵化或羽化,因此了解温度对榕透翅毒蛾卵孵化和蛹羽化的影响是至关重要的。本研究结果表明在0~25℃温度范围内,榕透翅毒蛾卵的孵化率和蛹的羽化率都随着温度上升而逐步增加,而卵的孵化时间和蛹的羽化时间则随着温度上升而逐渐缩短,在0,5和10℃条件下,卵无法正常孵化,蛹也无法正常羽化,卵的最低孵化温度和蛹的最低羽化温度均为15℃,这说明了0,5和10℃是榕透翅毒蛾卵和蛹的潜在保存温度。在华南地区全年气温在30~40℃的时间较长,根据榕透翅毒蛾的孵化率、羽化率、孵化时间和羽化时间与温度的关系规律,在温度为30~40℃时,榕透翅毒蛾的孵化率和羽化率可能会有进一步的提升,但提升空间不大;但孵化时间和羽化时间有望进一步缩短,后续研究将进一步完善温度与榕透翅毒蛾卵孵化和蛹羽化的论证关系。

研究表明在一定保存温度下,保存时间对昆虫卵的孵化率和蛹的羽化率影响较大,因此要将卵和蛹保存在适宜的时间范围内,才能保证昆虫的孵化率和羽化率[10,14]。本研究结果表明榕透翅毒蛾卵和蛹在0,5和10℃条件下保存,其孵化率和羽化率随着保存时间的增长而逐步下降,但孵化时间和羽化时间则不受保存时间影响,其中,榕透翅毒蛾的卵和蛹在10℃条件下分别保存20和15d内,其孵化率和羽化率最高且最稳定,均能达到90%以上,这说明了榕透翅毒蛾卵和蛹的最优保存温度为10℃,最佳保存时间分别为20和15d。

保存温度和时间不仅影响昆虫卵的孵化率和蛹的羽化率,同时会影响害虫的其他生物学指标,如历期、取食能力、化蛹率、蛹重、交配能力、产卵量等[10,14]。本研究通过卵的孵化率和蛹的羽化率初步确定了榕透翅毒蛾卵和蛹的最优保存条件,但并未考虑对榕透翅毒蛾其他生物学指标的

影响,在后续的研究中应进一步探讨在最优保存条件下,榕透翅毒蛾的生物学指标和正常状态下的差异,以期探索出更加合适的榕透翅毒蛾卵和蛹的保存条件。

参考文献

- [1] 陈根富. 福州榕树害虫发生规律及生活习性的考察[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1989, 5(4): 86-89.
- [2] 吴蔚文, 韦吕研, 李学儒. 榕透翅毒蛾生物学研究[C]// 昆虫学创新与发展: 中国昆虫学会2002年学术年会论文集. 北京: 中国科技出版社, 2002: 514-517.
- [3] 曾丽琼, 何学友, 潘爱芳, 等. 福州市榕透翅毒蛾生物学特性的研究[J]. 浙江林业科技, 2009, 39(1): 49-54.
- [4] 廖崧凯, 黄家豪, 卢隆鑫, 等. 4种榕树对榕透翅毒蛾生长发育及取食偏好的影响[J]. 北京林业大学学报, 2022, 44(6): 1-11.
- [5] CHEANBAN S, BUMROONGSOOK S, TIGVATTANANONT S. *Perina nuda* F. (Lepidoptera: Lymantriidae): An important leaf eating caterpillar of fig trees[J]. International Journal of Agricultural Technology, 2017, 13(4): 485-492.
- [6] 陈兵, 熊新平, 李苑, 等. 一起由榕透翅毒蛾幼虫引起皮炎暴发的流行病学调查[J]. 热带医学杂志, 2020, 20(1): 116-118, 127.
- [7] 谭志权, 陈盼, 郭盛才, 等. 广东省一级古树资源特征及其影响因子分析[J]. 林业与环境科学, 2023, 39(4): 105-113.
- [8] 杨斌. 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐两种剂型防治榕透翅毒蛾药效试验[J]. 农家之友, 2010(96): 50-52.
- [9] 吴胜平, 黄华毅, 赵丹阳, 等. 8种杀虫剂对榕透翅毒蛾的室内防效[J]. 林业与环境科学, 2023, 39(1): 96-100.
- [10] 朱九生, 王静. 小菜蛾室内继代饲养技术及冷藏条件优化[J]. 山西农业科学, 2012, 40(7): 759-762.
- [11] 王成, 高成龙, 赵丹阳, 等. 榕透翅毒蛾室内饲养研究[J]. 林业与环境科学, 2023, 39(5): 112-116.
- [12] 李建勋, 马革农, 杨运良, 等. 甜菜夜蛾蛹保存技术研究[J]. 农业灾害研究, 2017, 7(8): 48-49.
- [13] 张金钰, 葛璠, 魏佳宁. 冷藏对美洲斑潜蝇蛹期发育和生存的影响[J]. 应用昆虫学报, 2015, 52(1): 184-192.
- [14] 柳熹男, 张晓飞, 闫喜中, 等. 不同冷藏条件对小菜蛾室内饲养的影响[J]. 山西农业科学, 2015, 43(2): 189-191.