

舞毒蛾在浙江新发生区为害特点及天敌种类调查

叶碧欢, 沈建军, 李海波, 宋其岩, 胡传久, 尚素微, 陈友吾

(浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 舞毒蛾 *Lymantria dispar* 是世界性害虫, 食性杂、为害严重, 2019 年首次在浙江杭州地区发现舞毒蛾为害。为了解舞毒蛾在该地区的为害情况, 2020—2021 年, 对杭州地区舞毒蛾的发生为害特点、生物学特性和主要天敌情况进行了调查和研究。结果表明, 舞毒蛾新发生区目前主要集中在杭州市西湖区、富阳区、余杭区三县交界处山林, 主要取食为害麻栎 *Quercus acutissima* 等阔叶植物, 种群密度较高; 舞毒蛾在杭州地区 1 年发生 1 代, 于 3 月下旬开始孵化, 4 月下旬—5 月下旬化蛹, 5 月上旬—6 月上旬羽化, 以卵越冬, 可以取食和为害多种南方重要生态树种和经济树种; 毒蛾绒茧蜂 *Glyptapanteles liparidis*、拟庸赘寄蝇 *Drino inconspicua* 和舞毒蛾质型多角体病毒 LdMNPV 为舞毒蛾在该地区的 3 种重要天敌生物, 对舞毒蛾幼虫的感染或寄生率分别为 36.54%、40.38% 和 58.93%。以上研究成果可以为舞毒蛾在杭州新发生区的科学监测和防控提供依据。

关键词: 舞毒蛾; 浙江; 生物学特性; 天敌

中图分类号: S763.42

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776(2022)04-0044-07

Investigation on The Occurrence and Natural Enemy of *Lymantria dispar* in Zhejiang Province

YE Bi-huan, SHEN Jian-jun, LI Hai-bo, SONG Qi-yan, HU Chuan-jiu, SHANG Su-wei, CHEN You-wu

(Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China)

Abstract: In 2019, damage by *Lymantria dispar* was first found in Hangzhou, Zhejiang province. During 2020 and 2021, investigations were carried out on the characteristics of occurrence and damage, biological properties and natural enemies. The result showed that *L. dispar* occurred in the forest at the junction of Xihu, Fuyang and Yuhang district in Hangzhou, feeding on broad-leaved plants such as *Quercus acutissima* with high population density. It has one generation a year, hatches in late March, pupates from late April to late May, emerges from early May to early June, and overwinters by eggs. It damages many important ecological and economic tree species in Zhejiang. *Glyptapanteles liparidis*, *Drino inconspicua* and *L. dispar* Multiple-embedded Nucleopolyhedrovirus (LdMNPV) were three important natural enemies in this area, with parasitism or infection rate of 36.54%, 40.38% and 58.93%.

Key words: *Lymantria dispar*; Zhejiang province; biological characteristic; natural enemy

舞毒蛾 *Lymantria dispar* 隶属于鳞翅目 Lepidoptera 毒蛾亚科 Lymantriinae 毒蛾属 *Lymantria*, 是世界性食叶害虫, 历史上国内外多地区曾多次暴发舞毒蛾灾害^[1-3]。舞毒蛾食性杂, 可取食 500 多种植物, 包括榆属 *Ulmus*、栎属 *Quercus*、柳属 *Salix*、杨属 *Populus*、栗属 *Castanea*、桦属 *Betula*、槭属 *Acer*、椴属 *Tilia*、落叶松属 *Larix* 和云杉属 *Picea* 等类群, 为害严重时可整株叶片全部取食殆尽, 甚至会造成树木死亡^[4-7]。舞毒蛾分布范围广,

收稿日期: 2021-12-13; 修回日期: 2022-04-01

基金项目: 浙江省省属科研院所扶持专项(2019F1068-1); 浙江省省属科研院所扶持专项(2020F1065-6); 浙江省省属科研院所扶持专项(2021F1065-2)

作者简介: 叶碧欢, 助理研究员, 从事森林病虫害研究工作; E-mail: yebihuan0318@126.com。通信作者: 陈友吾, 副研究员, 从事森林病虫害研究工作; E-mail: Youwu_chen@tom.com。

涉及欧洲、美洲、非洲和亚洲 50 多个国家和地区^[8-10], 我国新疆、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、北京、陕西、山西、宁夏、青海、甘肃、河北、河南、山东、湖北、江苏、安徽、福建、四川、贵州、云南和台湾等多个省、自治区均有分布^[7,11-17]。根据地理分布、形态特征和生物学特性, 舞毒蛾被分为欧洲亚种 *L. dispar dispar*、亚洲亚种 *L. dispar asiatica* 和日本亚种 *L. dispar japonica*, 前者称为欧洲型, 后两个亚种统称为亚洲型^[6]。欧洲型舞毒蛾寄主范围相对较小, 雌虫没有飞翔能力, 亚洲型舞毒蛾寄主范围广, 雌虫有飞翔能力, 且具趋光性^[18-19]。研究表明, 浙江周边省区(例如安徽、江苏和福建)均有舞毒蛾为害, 浙江省是舞毒蛾的潜在发生区^[20]。2019 年, 浙江省首次发现在杭州部分地区为害。本文首次对杭州地区舞毒蛾的生物学特性和天敌寄生情况进行了调查研究, 研究结果将为舞毒蛾在该地区的有效监测和防控提供基础。

1 材料与方法

1.1 舞毒蛾为害情况调查

2019—2021 年, 连续 3 a 对杭州市舞毒蛾新发生区进行样线踏查, 调查寄主种类、虫口密度及为害情况。2020—2021 年, 在舞毒蛾为害严重的浙江省林业科学院试验林场(以下简称试验林场)进行标准地调查。该试验林场位于西湖区、余杭区和富阳区三区交界, 地理坐标为 120°1'29" E, 30°13'13" N, 年平均降水量为 1 992.5 mm, 年平均气温为 16.5℃, 总面积为 554.6 hm², 森林覆盖率达 98.2%, 分布着常绿阔叶林、落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、灌木林和竹林 6 个森林植被类型。根据试验林场 2019 年舞毒蛾发生及为害情况, 选取受害严重的栎类林分建立 3 个标准地, 面积均为 20 m×20 m。4—5 月, 采用定点、定株调查的方式调查舞毒蛾的为害情况, 并进行统计, 计算为害率。为害率(%) = 受害株数÷调查株数×100%。每年 5—6 月, 在典型栎类林分外围空旷处分别挂置 4 盏太阳能频振式杀虫灯(佳多, PS15Ⅲ), 每二盏灯间隔 15~20 m, 下端距地面高度为 2.0~2.5 m, 在羽化期每天诱捕和收集舞毒蛾成虫, 观察羽化时间和统计数量。

1.2 生活史观察

室内观察: 2019 年 2—6 月, 野外采集舞毒蛾老熟幼虫和卵块, 带回室内置于养虫笼中, 幼虫喂养麻栎 *Quercus acutissima* 叶片至交尾产卵后, 保存卵块。次年, 自幼虫最早孵化之日起每天拍照记录舞毒蛾的生长发育、不同虫态形态特征, 羽化交尾情况。

室外观察: 2020 年和 2021 年 3—6 月, 根据上一年舞毒蛾在试验林场的为害情况, 选取受害较严重的栎树片区, 翻查上一年产于大石块、树干、电线杆和房屋外墙等处的卵块并做好标记, 记录最早孵化时间。自幼虫开始孵化之日开始, 每 3 天观察 1 次卵块孵化、低龄幼虫转移为害以及栎树叶片被取食情况。于受害树株的枝干、周边灌木、石缝和枯枝落叶处踏查老熟幼虫化蛹情况, 利用灯光引诱成虫, 并观察羽化交尾情况。

1.3 主要天敌的寄生情况调查

从野外采集舞毒蛾卵、幼虫或蛹, 带回室内饲养, 幼虫喂养麻栎叶片, 每天观察寄生情况, 并分别统计不同天敌寄生舞毒蛾幼虫和蛹的百分比, 计算舞毒蛾幼虫的寄生或感染率。

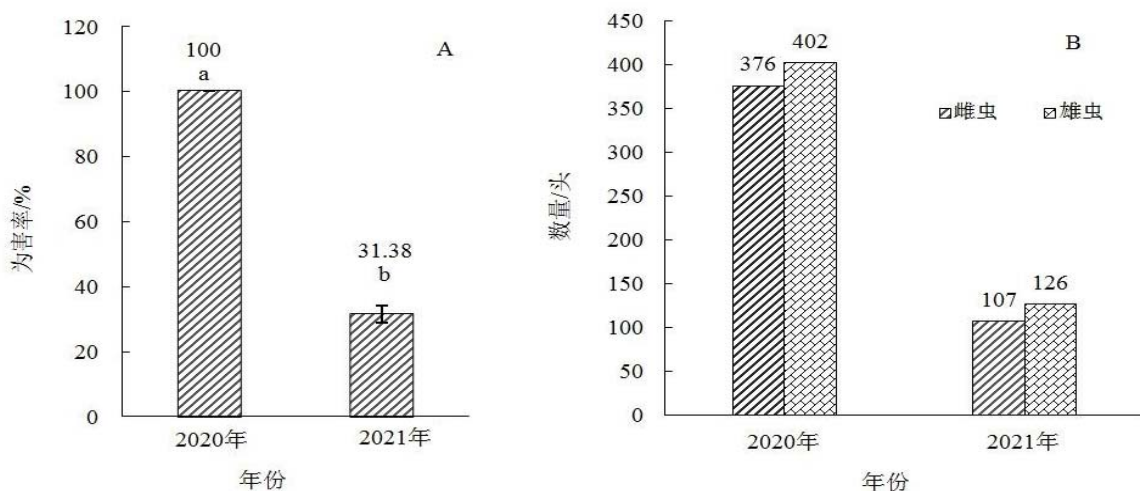
寄生或感染率(%) = 寄生或感染虫口数÷总虫口数×100%。

2 结果与分析

2.1 发生情况调查

调查发现, 舞毒蛾新发生区目前主要集中在杭州市西湖区、富阳区、余杭区三县交界处山林, 主要取食为害山林及周边的阔叶植物, 种群密度较高, 受害严重的树种平均每 10 cm 长枝条上的虫口密度高达 5.3 条。寄主种类主要为麻栎、青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、苦槠 *Castanopsis sclerophylla*、柯 *Lithocarpus glaber*、栗 *Castanea mollissima*、枫香树 *Liquidambar formosana*、枫杨 *Pterocarya stenoptera*、深山含笑 *Michelia maudiae*、毛竹 *Phyllostachys edulis*、茶 *Camellia sinensis* 等树种。其中, 午潮山林场的麻栎受害最严重, 2020 年, 麻栎林受害

率达 100%，为害严重的林分所有叶片被全部食光，只剩叶片主脉，后幼虫下树转移为害，取食周边的其他阔叶树种。由于人为干扰和天敌昆虫等自然调控作用，2021 年，虫口密度显著下降（图 1A）。舞毒蛾成虫诱捕统计结果显示，2020 年，共诱捕到成虫 778 头，其中雌虫 376 头，雄虫 402 头，雌雄比为 0.94；2021 年，诱捕到的成虫数量较上一年少，共诱捕到 233 头，其中雌虫 107 头，雄虫 126 头，雌雄比为 0.85（图 1B）。



注：小写字母表示差异显著（ $P < 0.05$ ）。

图 1 2020—2021 年舞毒蛾对麻栎的为害率和成虫诱捕数量统计

Figure 1 Damaging rate of *L. dispar* to *Q. acutissima* and trapped adult in 2020 and 2021

2.2 形态特征观察

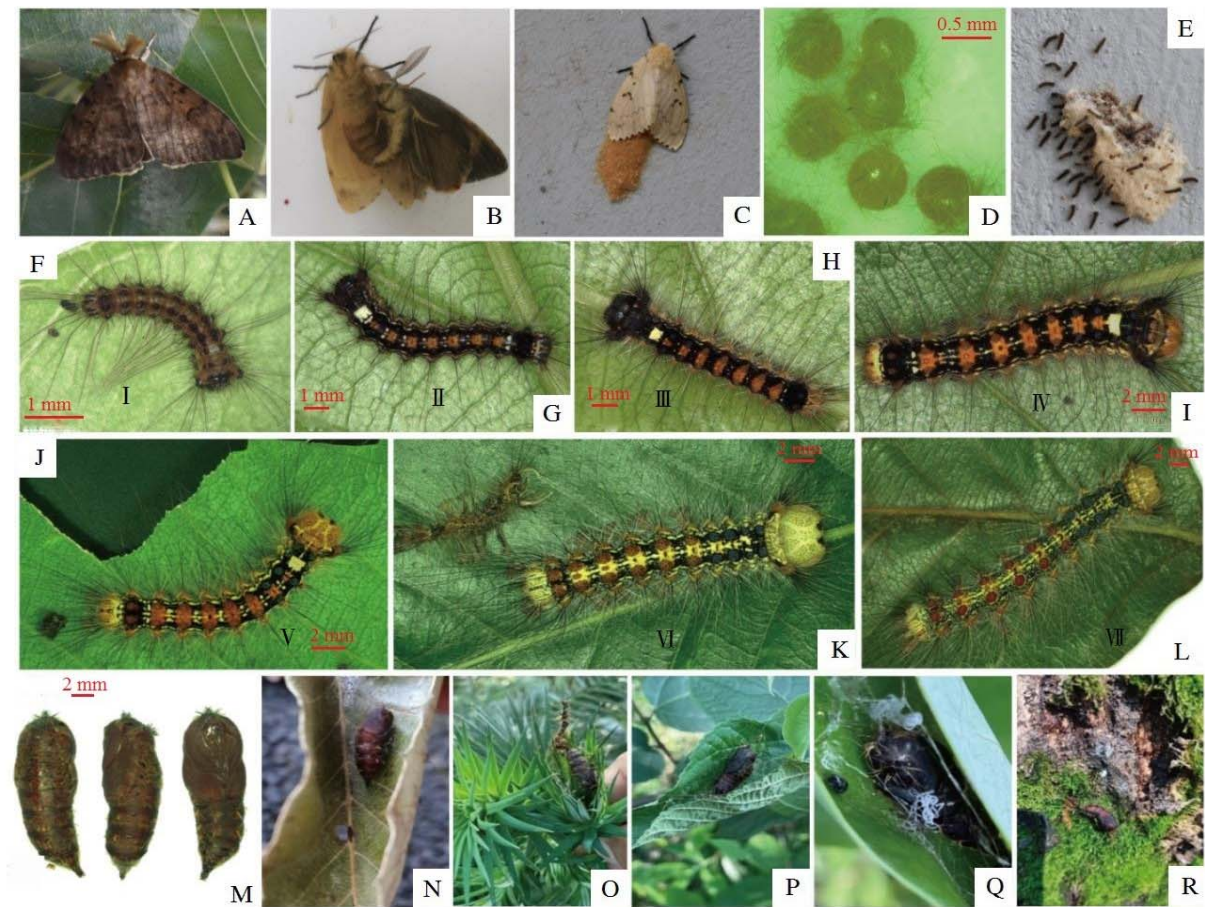
舞毒蛾成虫雌雄异型。雄成虫体长 10~18 mm，翅展 35~50 mm，腹部较雌虫细瘦，前翅暗褐色或棕褐色，有深色锯齿状横线，中室中央有一黑褐色点，横脉上有一弯曲的黑褐色斑纹。雌虫个体较雄虫大，体长 13~27 mm，翅展 55~75 mm，腹部肥大，末端有黄褐色毛丛，前翅浅黄色，有 4 条锯齿状暗色横线，中室端部横脉中有一暗色斑纹，前后翅外缘具黑褐色斑点。成虫触角均为栉齿状，深褐色，雄性栉齿较雌性的长（图 2A-C）。

舞毒蛾每头雌虫的产卵量不一，多数产卵量为 200~300 粒，数百粒卵产在一起形成不规则的卵块，每个卵块上覆有一层黄色的绒毛（图 2C）。卵粒为卵圆形，两侧稍扁，大小为 $(0.97 \sim 1.26) \times (1.13 \sim 1.35)$ mm（图 2D）；初期为黄色，后期转为褐色。

初孵幼虫体长 2.1~3.7 mm，头壳宽 0.40~0.57 mm，胴体浅黄褐色或灰褐色。1 龄末幼虫胴体开始出现淡黄色或橘色斑纹，第 2 节背部中间一浅黄色斑纹尤为明显。1 龄幼虫胴部有 6 纵列灰黑色毛瘤，背线两侧的 2 列毛瘤着生黑棕色泡状刚毛，气门线上侧的 2 列毛瘤则着生较长的羽状刚毛，幼虫能借此乘风迁移。幼虫前胸背板骨化，背线两侧的 1 对毛瘤较为扁平，气门线上侧的 1 对毛瘤较大且凸出（图 2F）。2 龄幼虫黑褐色，每节背板出现黄色斑纹（图 2G）。3 龄幼虫体色较 2 龄更深，斑纹增多，颜色更明显（图 2H）。

4 龄幼虫头壳逐渐变为黄褐色，具黑褐色斑点，并开始出现 2 条典型的黑色“八”字形条纹（图 2I）。3 龄时背线两侧的 12 对毛瘤开始逐渐显现出典型的蓝红色，前 5 对毛瘤蓝色，后 7 对毛瘤红色，但不同个体稍有差异，第 1 对和 12 对毛瘤的蓝/红颜色有时不鲜明（图 2G）。取食麻栎叶片的幼虫 6 龄或 7 龄后化蛹。老熟幼虫体长 22.9~45.7 mm，头壳宽 3.7~6.6 mm。1~3 龄幼虫头壳黑色，幼虫蜕皮前头壳将缩小（图 2L）。幼虫有 3 对胸足，4 对腹足，1 对臀足。同一天孵化幼虫，其生长发育进程也不完全一致，个体大小也有差异。舞毒蛾幼虫各龄期的形态，见图 2E~L。

蛹体长 19.6~26.8 mm，化蛹初期体色为淡黄褐色，后逐渐变为红褐色或黑褐色，各体节上有黄色短毛，被蛹（图 2M）。



A – 舞毒蛾雄性成虫; B – 成虫交配; C – 雌虫产卵于建筑外墙; D – 卵粒; E – 初孵; I – 龄幼虫聚集在卵块周边取食卵壳;
F ~ L, I ~ VII – 龄期幼虫; M – 蛹的正面、侧面和腹面观; N ~ R – 老熟幼虫在不同的植物上化蛹。

图 2 舞毒蛾的卵、幼虫、蛹和成虫
Figure 2 Egg, larvae, pupa and adult of *L. dispar*

2.3 生活史和生活习性观察

舞毒蛾生活史, 见表 1。舞毒蛾在浙江省杭州地区 1 年发生 1 代, 幼虫孵化时间受气候条件, 尤其是温度的影响, 不同年份有所差别。越冬卵一般于每年 3 月中下旬开始孵化, 3 月末至 4 月上中旬为孵化盛期。老熟幼虫一般于 4 月下旬开始化蛹, 5 月上中旬为化蛹高峰期。蛹一般于 5 月初开始羽化直至 6 月初, 5 月中下旬为羽化高峰期。成虫羽化当日即可交尾产卵, 以卵越冬。

表 1 舞毒蛾在杭州地区的生活史
Table 1 Life history of *L. dispar* in Hangzhou area

世代	1—2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7—12 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
越冬代	△	△	△	△	△					○	○	○						
										●	●	●						
										■	■	■	■					
第 1 代										▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

注: △越冬卵, ▲卵, ○幼虫, ●蛹, ■成虫。

舞毒蛾发生期一般为3月中下旬至6月上旬。2021年,幼虫于3月19日开始孵化,3月31日,孵化率最高,为11.23%,4月底,幼虫孵化结束,期间气温由10℃左右逐渐上升至20℃左右(图3)。初孵幼虫聚集在卵块上取食卵壳(图2E),可吐丝悬挂身体,借助风力转移为害。老熟幼虫取食量较大,且具有较强的爬行能力。幼虫龄期不齐,且与蛹期存在时间重叠(表1,图3)。2021年,老熟幼虫于4月26日开始化蛹,5月28日化蛹结束,其中以5月8日的化蛹率最高,为8.51%(图3)。老熟幼虫可吐丝卷缩叶片化蛹,在寄主植物的枝干裂缝中或周边灌木和草本植物上化蛹(图2N-R)。2021年,蛹于5月5日开始羽化,6月6日羽化结束,其中以5月15—16日的羽化率最高,为8.13%(图3)。雄性成虫较活跃,善飞翔,可与1只以上雌虫交尾。雌性成虫常静伏于树干或周边灌木丛等处,可释放信息素吸引雄虫交尾,后产卵于植物叶片、建筑体外墙、树皮、石块缝隙等地越冬(图2E)。幼虫每个龄期一般为5~8 d,6龄或7龄后化蛹,蛹期一般为8~12 d,成虫寿命9~12 d。

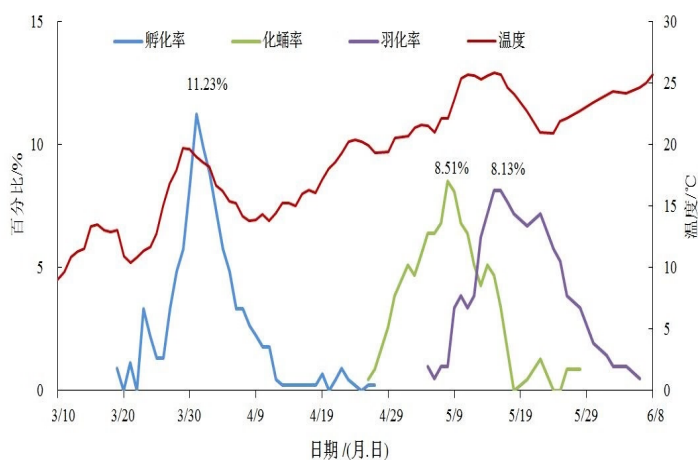


图3 2021年舞毒蛾孵化、化蛹和羽化进度

Figure 3 Progress of hatching, pupating and emergence of *L. dispar* in 2021

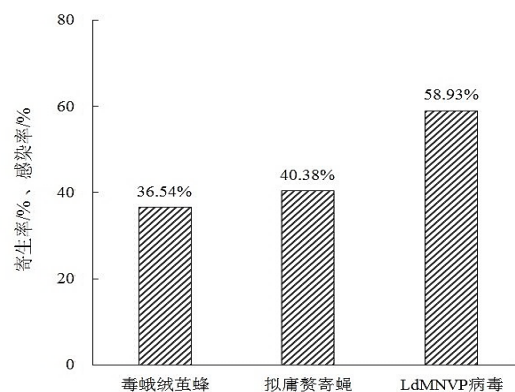


图4 舞毒蛾幼虫被毒蛾绒茧蜂、拟庸赘寄蝇寄生和LdMNPV感染的比例

Figure 4 Percentage of *L. dispar* larvae parasitized by *G. liparidis*, *D. inconspicua* and infected by LdMNPV

2.4 主要天敌寄生情况调查

调查发现舞毒蛾天敌有寄生蜂、寄生蝇、病毒、蜘蛛、步甲 Carabidae、蝥 Pentatomidae、鸟类等多种寄生性或捕食性天敌,其中毒蛾绒茧蜂 *Glyptapanteles liparidis*、拟庸赘寄蝇 *Drino inconspicua* 和舞毒蛾质型多角体病毒 *L. dispar* Multiple-embedded Nucleopolyhedrovirus (LdMNPV) 是舞毒蛾幼虫期的3种主要天敌。调查结果表明,绒茧蜂的寄生率为36.54%,寄蝇的寄生率为40.38%,LdMNPV病毒感染率为58.93%(图4),对舞毒蛾的发生起到一定的自然调控作用。其中,绒茧蜂和寄蝇幼虫在寄主体内生长,老熟幼虫钻出寄主体外随即化蛹(图5A, B);LdMNPV感染后幼虫虫体变软、腐烂、流脓(图5C),该病毒对舞毒蛾幼虫的感染率较高,寄主植物的树干上可见大量虫体死亡。

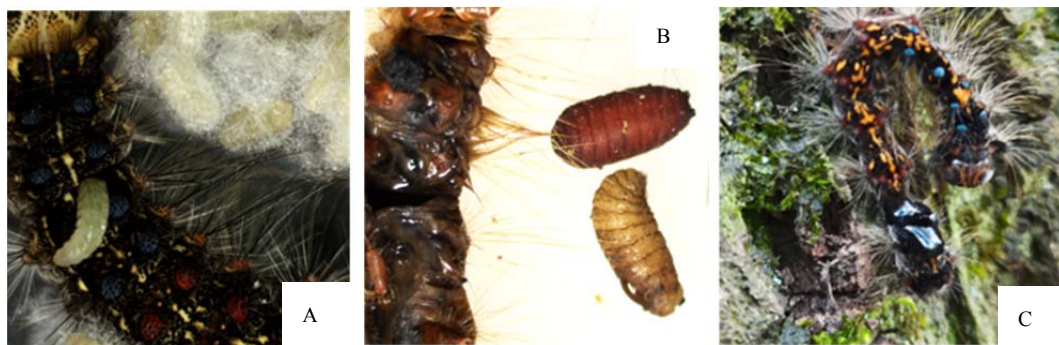


图5 舞毒蛾幼虫被毒蛾绒茧蜂、拟庸赘寄蝇寄生和LdMNPV感染

Figure 5 *L. dispar* larvae parasitized by *G. liparidis*, *D. inconspicua* and infected by LdMNPV

3 讨论与结论

3.1 讨论

舞毒蛾在我国东北、西北、华北、华南、华中、华东、西南和台湾地区均有分布^[21], 浙江省的周边省区也有报道^[14], 但尚未报道该虫在浙江省发生为害。2019 年, 首次发现舞毒蛾在浙江省杭州地区发生为害。舞毒蛾幼虫是杂食性昆虫, 在北方地区喜食松科 Pinaceae 植物, 也喜食壳斗科 Fagaceae 栎属植物^[6]。本研究调查结果显示舞毒蛾在杭州地区可取食多种阔叶树种, 其中有一些为南方重要的生态树种(如石栎、苦槠、青冈等)和经济树种(板栗、毛竹、茶等), 其在浙江的入侵和为害可能导致重大的生态灾难和经济损失, 应该引起各级政府的高度重视。

舞毒蛾在我国不同地区均为 1 年 1 代。由于气候条件不同, 尤其是气温差异, 不同地区舞毒蛾发生为害的时间相差较大^[1,13,15]。一般来说, 在我国北方地区, 舞毒蛾于 4—5 月孵化, 7—9 月羽化; 在内蒙古自治区牙克石地区, 舞毒蛾于 5 月中旬开始孵化, 7 月化蛹和羽化^[13]; 在吉林延边地区, 舞毒蛾于 5 月上旬开始孵化, 7 月上旬至 9 月上旬化蛹, 7 月中旬至 9 月上旬羽化^[15]; 在辽宁省沈阳地区, 舞毒蛾于 4 月下旬开始孵化, 6 月下旬至 7 月下旬化蛹, 7 月上旬至 8 月上旬羽化^[13]。我国南方地区气温较北方地区高, 舞毒蛾孵化和羽化时间均会提前 1~2 个月。舞毒蛾在贵州省贵阳地区的孵化时间为 2 月下旬至 3 月中旬, 5 月中旬至 6 月上旬化蛹, 5 月下旬至 6 月中旬羽化^[1]。与贵阳地区不同, 本研究调查发现舞毒蛾在浙江杭州地区于 3 月下旬即开始孵化, 4 月下旬至 5 月下旬化蛹, 5 月上旬至 6 月上旬羽化。化蛹越冬场所与北方地区显著不同, 由于南方雨水较多, 舞毒蛾化蛹越冬场所主要在集中在近地表的树皮裂缝、林下灌木或草丛中, 极少在地表枯枝落叶中化蛹。由于舞毒蛾在不同地区的生活史具有较大差异, 对于该害虫在新发生地区的生活史信息掌握将有助于因时因地制定科学的防控措施。

舞毒蛾的天敌资源丰富, 包括寄生性昆虫、捕食性昆虫、病毒、线虫、真菌、蜘蛛和鸟类等, 不同发育阶段其天敌种类不同, 幼虫时期的主要天敌有寄生蜂、寄生蝇和病毒等^[22-24]。本研究调查发现毒蛾绒茧蜂、拟庸赘寄蝇和 LdMNPV 病毒在杭州地区对舞毒蛾幼虫有较高的寄生率和感染率, 其中 LdMNPV 病毒的感染率甚至超过了 50%, 对舞毒蛾种群密度具有一定的自然调控作用。舞毒蛾幼虫期和蛹期相对较短, 而天敌昆虫往往一年 N 代, 需要寻找其他的转主寄主寄生以保持种群的延续。据文献报道, 绒茧蜂和拟庸赘寄蝇可寄生于松毛虫 *Dendrolimus* spp. 等其它昆虫^[12,25], 因而提高天敌昆虫的寄主多样性, 将有利于增强森林对舞毒蛾的自然调控力。

3.2 结论

舞毒蛾在浙江杭州地区 1 年 1 代, 3 月下旬开始孵化, 4 月下旬至 5 月下旬化蛹, 5 月上旬至 6 月上旬羽化, 以卵越冬, 可以取食多种南方重要生态树种和经济树种, 对浙江省的生态安全威胁巨大; 毒蛾绒茧蜂、拟庸赘寄蝇和 LdMNPV 病毒为 3 种重要天敌生物。

本研究首次报道了舞毒蛾在浙江新发生区的发生和为害情况, 并摸清了舞毒蛾在该地区的生活习性和主要天敌的寄生情况, 可以为今后舞毒蛾在该地区的有效监测和科学防控提供重要依据。

致谢: 感谢浙江省林业科学研究院试验林场谢宇凯同志在调查过程中给予的帮助, 感谢沈阳师范大学张春田教授在寄生蝇鉴定方面给予的帮助!

参考文献:

- [1] 兰星平, 万志民. 舞毒蛾生物学特性与防治技术研究[J]. 贵州林业科技, 1996, 24(4): 1-6.
- [2] MCMANUS M, CSÓKA G. History and impact of gypsy moth in north America and comparison to recent outbreaks in Europe[J]. Acta Silv Lign Hung, 2007, 3: 47-64. [3] KEENA M, COTE M, GRINBER P, et al. World distribution of female flight and genetic variation in *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae)[J]. Environ Entomol, 2008, 37(3): 636-649.

