

新入侵害虫长林小蠹监测检测技术与环境适应性研究

陶静¹

(1.北京林业大学林木有害生物防治北京市重点实验室 北京 100083)

摘要:【目的】长林小蠹 *Hylurgus ligniperda* Fabricius 是一种国际性重大入侵害虫, 2021 年首次在我国报道并明确入侵山东省烟台市牟平区海防林中的日本黑松 *Pinus thunbergii* Parl., 对当地海防林造成严重威胁。本研究旨在明确长林小蠹在我国的适生区, 研发快速监测和检测技术, 并阐明其在新入侵地的定殖危害机制。【方法】基于 Maxent 模型预测世界和我国范围内的适生区; 基于寄主挥发物的复配和筛选, 利用卷积神经网络构建智能识别检测技术, 结合嵌入式远程图像采集系统开发长林小蠹实时监测技术; 基于线粒体基因组开发快速分子检测技术; 结合野外调查和室内饲养实验, 明确长林小蠹在新入侵地的生物生态学特性; 基于全基因组、转录组并结合荧光定量等分子生物学技术解析长林小蠹对环境适应性机制。【结果】1) 长林小蠹除在山东省、江苏省及浙江省等沿海地带适生性较高以外, 其适生区北至辽宁大连, 往南几乎涵盖我国中部、南部所有省份, 具有较大的扩散和定殖潜力。2) 研发了可用于监测和诱杀的长林小蠹植物源引诱剂, 结合两阶段级联卷积神经网络——YOLOX-MobileNetV2 构建的智能识别检测技术和嵌入式远程图像采集系统, 实现了长林小蠹的远程实时监测与计数。3) 构建了荧光定量 PCR、SSCOI 普通 PCR、LAMP 恒温扩增和基于蛋白组 MALDI-TOF MS 鉴定技术等适用于不同应用场景的快速检测技术体系; 4) 明确了长林小蠹在新入侵地的年生活史, 该虫一年发生 3 代, 成虫寿命较长, 且在野外 3 月初-12 月初均可见成虫扬飞、扩散; 可与其他本土的蛀干害虫混合危害不同健康程度的黑松, 通过空间资源分化实现共存, 并在种群数量方面占据较大的优势。5) 明确了长林小蠹耐受极限高、低温; 饥饿、高温、低湿环境胁迫条件下成虫寿命会显著缩短, 是影响其适应性的关键因素。6) 首次完成了高质量长林小蠹染色体水平基因组的组装和注释工作。7) 基于基因组、转录组分析, 解析了热激蛋白 HSP、细胞色素 P450、组蛋白 Histone 和周期蛋白依赖性蛋白激酶 (CDK) 基因家族系统发育关系及其在长林小蠹环境适应中的作用。【结论】针对长林小蠹开发了多种早期监测、检测技术; 明确了长林小蠹寄主范围、温度耐受能力, 解析了环境和资源利用等因素对其定殖的影响; 初步探究了环境适应性相关的分子机制。有望为长林小蠹的监测预警与综合防治提供理论和技术支持。

关键词: 适生区预测; 实时监测; 分子检测; 年生活史; 温、湿度适应; 全基因组