

病虫害生态防控技术在森林培育中的应用研究

李冰

临沂市林业局

DOI:10.32629/as.v9i2.3677

[摘要] 森林病虫害是制约森林培育质量、威胁生态安全的关键因子。传统化学防控模式短期内见效迅速,但容易引起环境污染、破坏生物多样性,继而诱发害虫产生抗药性。生态防控技术遵循生态系统平衡原理,凭借生物调控、生态调控以及数字化监测等手段实现病虫害长久治理,与现代森林培育的可持续发展目标相契合。本文全面梳理森林培育过程中病虫害生态防控的关键技术类型,涵盖生物防控、生态调控与数字化监测预警技术;结合权威统计数据与试验结果,分析其应用成效,探究当前技术应用中的核心难题,提出提升途径与发展展望,为促进生态防控技术在森林培育领域实现规模化、标准化应用提供理论与实践支持。

[关键词] 森林培育; 病虫害; 生态防控; 生物多样性

中图分类号: S435.11 文献标识码: A

Research on the Application of Ecological Prevention and Control Techniques for Diseases and Pests in Forest Cultivation

Bing Li

Linyi Forestry Bureau

[Abstract] Forest pests and diseases are key factors that constrain the quality of forest cultivation and threaten ecological security. The traditional chemical control mode is effective in the short term, but it can easily cause environmental pollution, damage biodiversity, and trigger pest resistance. Ecological prevention and control technology follows the principle of ecosystem balance, and achieves long-term management of pests and diseases through biological regulation, ecological regulation, and digital monitoring, which is in line with the sustainable development goals of modern forest cultivation. This article comprehensively summarizes the key technical types of ecological prevention and control of pests and diseases in the process of forest cultivation, covering biological control, ecological regulation, and digital monitoring and early warning technology; Based on authoritative statistical data and experimental results, analyze its application effectiveness, explore the core challenges in current technological applications, propose ways to improve and development prospects, and provide theoretical and practical support for promoting the large-scale and standardized application of ecological prevention and control technology in forest cultivation.

[Key words] forest cultivation; Diseases and pests; Ecological prevention and control; biodiversity

引言

国家林业和草原局数据显示,2024年全国主要林业有害生物发生面积达1.54亿亩。松材线虫病、美国白蛾等重大有害生物的发生面积分别为1583.45万亩、857.63万亩,尽管与上年相比呈下降趋势,但部分地区的成灾风险依然较高,对新培育林分的存活及生长构成极大危害。喷施化学农药是主流的森林病虫害防控手段,但其引发的环境代价不容小觑。过量施用化学农药会导致林地土壤有机质含量下降10%—15%,林下生物多样性减少20%—30%,同时造成30%以上的主要森林害虫产生不同程度的抗药性。在此

背景下,生态防控技术凭借环境友好、可持续性强、防控效果持久等优势,成为森林培育中病虫害治理的必然选择。本文着眼于森林培育的全周期,系统梳理病虫害生态防控技术的应用体系,为提升森林培育质量、守护生态安全提供技术指引。

1 森林培育中病虫害生态防控核心技术类型

1.1 生物防控技术

生物防控技术是借助生物间捕食、寄生、拮抗关系实现病虫害抑制的核心手段,具有靶向性突出、环境相容性高的特点,主要包括天敌昆虫投放应用、微生物制剂防控两大方向。

在天敌昆虫应用方面,通过人工释放或辅助自然繁衍害虫天敌,搭建“以虫治虫”的自然制衡体系。针对传播松材线虫病的媒介松褐天牛,释放花绒寄甲是典型防控手段。其成虫可精准搜寻到松褐天牛的老熟幼虫、蛹和初羽化成虫并产卵寄生,孵化后的幼虫取食寄主致其死亡,且能长期驻留林分,持续发挥防控作用。室内解剖测定数据显示,花绒寄甲对松褐天牛的寄生率可达52.7%;在松褐天牛低种群密度区域,可使病死树数量减少60%以上,最高降幅达89.58%。目前,天敌昆虫规模化繁育技术已取得突破,实验室一年可繁育花绒寄甲成虫12万头、卵1200万粒,为规模化应用提供了虫源保障。

微生物制剂防控则利用真菌、细菌、病毒等微生物及其代谢产物抑制病虫害生长。担子菌属生物制剂在松林病虫害防控中应用成效显著,可使松疱锈病、镰刀菌病等病害的感染率降低35%—42%,同时让害虫数量缩减80%—85%,还能促进松树生长,有效提高苗木高度、胸径及新梢数量。白僵菌、苏云金杆菌等传统微生物制剂经剂型改良后,防控有效期延长至3—6个月,在防治食叶类害虫方面应用广泛^[1]。

1.2 生态调控技术

生态调控技术通过优化林分结构、改善立地环境,提升森林生态系统的自身抗逆能力,从源头上降低病虫害发生概率,主要包括林分结构优化、立地条件改良两大技术路径。

林分结构优化可通过营造混交林、合理调控林分密度实现。单一纯林构建的生态系统稳定性较差,病虫害极易大面积蔓延;而混交林可借助物种多样性提升天敌昆虫栖息地质量,打造自然防御屏障。针阔混交林与纯松林相比,松褐天牛发生率降低40%—50%,松材线虫病传播速度下降35%以上。合理调控林分密度可改善通风透光条件,降低林下空气湿度,减少病害滋生环境。当松林密度从3000株/公顷下调至1800—2200株/公顷时,松梢螟类害虫危害率从28%降至8%以下。

立地条件改良可通过调控土壤肥力、水分管理等手段提高树木生长势,增强其抵御病虫害的能力。给新造林地施用生物有机肥,可使土壤有机质含量提升15%—20%,树木抗病能力提升25%以上;在干旱区域,采用滴灌、集雨造林等技术维持土壤适宜含水量,可使林业鼠兔害发生率降低30%—35%,苗木存活率提高18%—22%。

1.3 数字化监测预警技术

数字化监测预警技术是提升防控精准度的关键依托,借助“天—空—地”一体化监测网络实现病虫害的早期发现、精准定位与趋势预判。卫星遥感、无人机巡检与地面踏查相结合的监测模式,能有效覆盖传统监测难以触及的陡峭区域。

无人机搭载多光谱相机可捕捉树木健康状况的细微变化,每周可完成一次全域覆盖巡航,系统自动比对影像后标记疑似异常树木,监测效率较人工监测提升50倍以上;卫星遥感技术可预判大范围林分病虫害发生趋势,对松材线虫病、美国白蛾等重大病虫害的预警准确率达85%以上。数字化监管平台整合各类监测数据,采用颜色标记实现林木健康状态可视化:绿色代表健

康、黄色预警隐患、红色标注疫情,为精准防控行动提供决策依据^[2]。

2 病虫害生态防控技术在森林培育中的应用成效

2.1 防控效果显著提升

生态防控技术对重大森林病虫害的抑制作用已得到广泛验证,尤其在松材线虫病、美国白蛾等难治性病虫害治理方面成效突出。国家林草局数据显示,2024年全国松材线虫病发生面积同比下降13.66%,病死松树数量同比下降24.77%,实现县级疫情涉及数量、面积等“四个关键指标下降”;生态防控技术覆盖区域的疫情降幅较化学防控区域高出15—20个百分点。

美国白蛾发生面积连续7年呈下降趋势,2024年发生面积为857.63万亩,同比减少8.06%,轻度发生面积占比达99.41%;在生态调控与生物防控相结合的区域,中重度发生风险显著降低。

不同生态防控技术的具体防控效果存在差异,通过试验数据对比可明确其适用场景(详见表1)。

表1 主要生态防控技术应用成效对比表

防控技术类型	防控对象	核心防控指标	平均成效值	数据来源
花绒寄甲释放	松褐天牛(松材线虫病媒介)	寄生率、病死树减少率	寄生率52.7%,病死树减少率≥60%	国家林业和草原局
担子菌生物制剂	松疱锈病、松树钻蛀类害虫	病害感染率、害虫数量减少率	病害感染率降35%—42%,害虫减少80%—85%	Zenodo
针阔混交林营造	松材线虫病、松梢螟	病虫害发生率	发生率降低40%—50%	国家林草局生物灾害防控简报
数字化监测预警	重大林业有害生物	预警准确率、监测效率	预警准确率≥85%,效率较人工提升50倍	国家林业和草原局

2.2 经济与生态效益双重增益

从生态效益来看,生态防控技术避免了化学农药对土壤、水体的污染,林下生物多样性较化学防控区域提升30%—40%,森林生态系统的自我修复能力显著增强;天敌昆虫与微生物制剂的应用,构建了稳定的林间生物链,实现了病虫害的长效管控。

从经济效益来看,采取生态防控可使苗木存活率提高15%—20%,成林木材质量等级提升1—2级,木材产量增加10%—15%。以松材线虫病防控为例,生态防控区域每亩每年平均减少经济损失80—120元,规模化应用后,全国每年可降低林业经济损失超10亿元。

3 生态防控技术应用中存在的问题

尽管生态防控技术在森林培育中已取得显著成效,但在规模化、标准化应用进程中,仍面临诸多瓶颈,主要集中在技术适配性、规模化供给能力、推广体系三个方面。

一是技术适配性不足。不同林分类型和立地条件对生态防控技术的需求存在差异,但现阶段技术研发多聚焦于单一病虫害,针对性防控方案存在空白;生物制剂在高湿度、低温环境下活性下降,防控效果波动较大,难以满足复杂森林生态系统的防控需求^[3]。

二是规模化供给能力有限。技术与成本因素制约天敌昆虫的规模化繁育,目前全国多数地区缺乏标准化繁育基地,花绒寄

甲、赤眼蜂等优势天敌昆虫的供给量仅能满足30%—40%的防控需求;微生物制剂生产工艺有待优化,高效菌株筛选周期长,量产过程中活性稳定性不足,难以保障大规模应用时的质量一致性。

三是推广体系存在短板。基层林业培育人员对生态防控技术认知不足、操作熟练度低,技术推广“最后一公里”难题突出;数字化监测设备成本偏高,且数据解读需要专业技术支撑,难以在中小规模森林培育区域普及;技术服务体系不完善,缺乏常态化的技术指导与效果评估机制。

4 优化路径

4.1 强化技术创新,提升适配性

聚焦复杂森林生态系统的防控需求,研发精准化、多元化生态防控技术。重点开展天敌昆虫的本土化筛选与改良,提高其对不同种群密度、环境条件的适应能力;研发天敌昆虫精准释放无人机技术,提升释放效率与靶向精准度。优化微生物制剂的剂型与生产工艺,选育抗逆性强的高效菌株,延长其田间活性期。构建“技术整合套餐”,根据林分类型、病虫害种类制定专属防控方案,如针阔混交林采用“天敌释放+生物制剂”组合,干旱区域采用“立地改良+生态调控”组合。

4.2 完善产业支撑,保障规模化供给

加大对天敌昆虫繁育基地、微生物制剂生产企业的政策支持与资金投入,建设国家级、区域级标准化繁育与生产基地,提升优势天敌昆虫及高效生物制剂的供给能力,力争实现核心防控产品自给率达80%以上。推动数字化监测设备国产化与低成本化研发,降低中小规模森林培育区域的应用门槛。建立防控产品质量标准体系,规范从生产、检验到流通的全流程,保障产品质量稳定^[4]。

4.3 健全推广服务体系,提升应用效能

构建“政府引导+科研支撑+基层落实”的技术推广体系,通过专题培训、现场演示等方式提升基层林业人员的技术应用能力。搭建数字化技术服务平台,提供远程监测数据解读、防控方案咨询等线上服务。完善技术应用效果评估机制,定期开展防控成效监测与复盘,优化技术应用方案。加大生态防控技术政策宣传力度,提高林业培育主体的应用积极性。

5 结束语

病虫害生态防控技术遵循生态系统平衡原理,运用生物防控、生态治理、数字化监测预警等手段,实现了森林病虫害的长效、绿色管控,在提升防治效果、保护生态环境、增加经济收益等方面优势显著。目前,生态防控技术在森林培育中的应用已取得阶段性成效,但仍面临技术适配性不足、规模化供给能力有限、推广体系不完善等问题。未来需通过强化技术创新、完善产业支撑、健全推广服务体系,推动生态防控技术实现规模化、标准化应用,为提升森林培育质量、保障生态系统安全、促进林业高质量发展提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1]张燕.生物防治技术在农作物病虫害控制中的实践与效果评估[J].河北农机,2025(2):115-117.
- [2]唐红.生物防治技术在北京市林业有害生物控制中的应用[J].南方农业,2025,19(5):247-250.
- [3]蔺玮.植保技术在烤烟病虫害防治中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2025(2):035-038.
- [4]田凤芹,李德峰.生物防治技术在森林病虫害防治中的应用研究[J].农业灾害研究,2021,11(6):176-177.

作者简介:

李冰(1983—),男,汉族,山东临沂人,本科,工程师,研究方向:森林培育。