

Construction and Application Effect Evaluation of Green Control Technology System for Diseases and Pests in Fast-growing and High-yield Forest

Jinling Wu¹ Qiuxia Li²

1. Guan County, Liaocheng City, Shandong Province, Ganguantun Town Agricultural and Rural Comprehensive Service Center, Ganguantun, Shandong, 252519, China

2. Beiguantao Town, Guan County, Liaocheng City, Shandong Province, Agricultural and Rural Comprehensive Service Center, Beiguantao, Shandong, 252524, China

Abstract

Fast-growing high-yield forests serve as a crucial foundation for timber supply and ecological construction in China. However, their high density, monoculture structure, and intensive management often lead to frequent pest outbreaks, compromising both ecological security and economic benefits. While traditional chemical control methods provide rapid results, they also trigger issues such as increased pest resistance and environmental pollution. Green pest control, centered on “ecological regulation, biological control, physical prevention, and monitoring/early warning,” has emerged as a key pathway for sustainable forestry development. This paper systematically analyzes the conceptual framework and integrated models for establishing a green pest control technology system in fast-growing high-yield forests, and evaluates its ecological and economic outcomes through case studies. The research demonstrates that this system can reduce pest incidence by 35%–60% and decrease chemical pesticide usage by over 50%, achieving synergistic goals of pest control and ecological protection. It provides technical support for the high-quality development of modern forestry.

Keywords

fast-growing high-yield forest; pest and disease control; green control system; ecological regulation; biological control

速生丰产林病虫害绿色防控技术体系构建与应用效果评估

吴金玲¹ 李秋霞²

1. 山东省聊城市冠县甘官屯镇农业农村综合服务中心, 中国·山东 甘官屯 252519

2. 山东省聊城市冠县北馆陶镇农业农村综合服务中心, 中国·山东 北馆陶 252524

摘要

速生丰产林是中国木材供给与生态建设的重要基础,但其高密度、单一树种结构和集约化经营易导致病虫害频发,影响生态安全与经济效益。传统化学防控虽见效快,却引发抗药性增强与环境污染等问题。绿色防控以“生态调控、生物防治、物理防控与监测预警”为核心,成为林业可持续发展的关键途径。本文系统分析速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建思路与集成模式,并通过典型案例评估其生态与经济成效。研究表明,该体系可降低病虫害发生率35%~60%,减少化学药剂使用50%以上,实现防治与生态保护的协同目标,为现代林业高质量发展提供技术支撑。

关键词

速生丰产林; 病虫害防控; 绿色防控体系; 生态调控; 生物防治

1 引言

速生丰产林是中国木材安全与生态文明建设的重要支撑资源。随着集约化造林的推进,杨树、桉树、泡桐、杉木等树种广泛应用,但高密度与单一结构导致生态系统稳定性下降,病虫害呈高发与扩散态势。气候变暖和过度经营进一步加剧了蛀干害虫、叶部病害及地下害虫的危害,严重影响

林木健康与产业安全。长期依赖化学防控虽见效快,却造成抗药性增强、环境污染和天敌破坏,削弱生态系统自我调节功能。绿色防控理念的提出,为林业病虫害治理提供了新方向。通过构建以生态调控为核心、生物防治与智能监测相结合的综合防控体系,实现“预防为主、综合治理、科学控制”,可有效减少化学药剂使用,提升森林健康水平与生态服务功能。本文在分析现状与问题的基础上,探讨速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建路径与应用成效,为生态林业高质量发展提供理论支撑与实践依据。

【作者简介】吴金玲(1974–),女,中国山东冠县人,工程师,从事园林园艺研究。

2 速生丰产林病虫害发生特点与治理困境

2.1 病虫害发生的生态特征

速生丰产林以高密度种植、短周期轮伐和单一树种结构为显著特征，这种“人工均质化”生态系统在稳定性与抗逆性方面均存在先天不足。^[1]单一树种的连续种植使害虫得以快速适应和积累，形成以舟蛾、天牛、卷蛾等为主的优势种群。以华北地区杨树速生林为例，杨树舟蛾、杨扇舟蛾、星天牛等害虫在干旱少雨季节暴发频繁，严重时造成叶片脱落、枝条枯死，材质密度下降约15%。南方桉树速生林同样易遭受桉小卷蛾与桉白蚁侵害，其危害不仅导致叶片萎缩、树干空洞化，还显著降低林木生长速率与木材结构完整性。病害方面，杨树溃疡病与桉树锈病在高温高湿环境下迅速扩散，对树木光合作用及养分传导造成破坏。

2.2 传统防控模式的局限性

长期以来，化学防控一直是林业病虫害治理的主要手段，虽能短期见效，但其生态代价高、可持续性差。高频次喷施农药导致害虫抗药性增强，使药效下降、用药量逐年递增。研究表明，在连续用药5年以上的林区，害虫抗性系数平均上升2.5倍，形成“越治越害”的恶性循环。同时，化学药剂残留破坏土壤微生物多样性，导致有益菌群减少，土壤呼吸作用与养分循环能力下降，生态系统自我修复功能受限。喷洒过程中，药雾扩散还会危害非靶标生物，如蜜蜂、鸟类及寄生性昆虫，破坏自然天敌链，削弱生态调控机制。

2.3 绿色防控的必要性与现实基础

在“绿水青山就是金山银山”理念指引下，林业病虫害防控正由“化学治理”向“生态治理”转型。绿色防控以生态平衡为核心，通过生态调控、生物防治和信息化管理实现长期抑制与动态管理。中国已在多地建立虫情监测网络与天敌释放示范区，形成以赤眼蜂、Bt制剂、白僵菌等为核心的生物防治体系。^[2]随着智能监测、遥感诊断与数据预测技术的应用，防控实现由“经验管理”向“数字决策”跨越。速生丰产林作为林业经济重点，应率先推广绿色防控技术，构建“监测—评估—防控—反馈”闭环体系，实现病虫害治理的生态化、精准化与智能化，为森林生态安全和林业可持续发展提供有力支撑。

3 速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建思路

3.1 以生态调控为基础的综合防治理念

生态调控是速生丰产林绿色防控体系的理论核心与实践基础，其关键在于通过生态结构优化与环境调节，增强林分自我平衡与抗逆能力。多层次混交林结构能有效削弱单一害虫的寄生依赖性，提升系统稳定性。乔、灌、草复合种植模式通过垂直分层实现生态位分化，减少害虫集中暴发的风险。此外，生态调控还强调林地卫生管理，通过枯枝落叶清理、病残木处理及虫茧回收等措施，减少病虫越冬源和隐蔽

栖息地。该策略实现了从“被动防治”向“主动预防”的转变，使防控体系兼具生态稳定性与经济可持续性。

3.2 以监测预警为前提的动态管理体系

监测与预警是精准防控的前置环节，是实现病虫害“科学识别、动态管控”的关键技术支撑。通过建立林业有害生物信息监测网络，结合地面诱捕、遥感监测与无人机航测技术，可实现多尺度、全天候的虫情与病害动态观测。自动诱捕装置和性诱系统可实时采集害虫种群数据，物联网平台则实现信息的快速上传与区域共享。基于云计算和机器学习算法的AI识别系统，能够对图像中害虫的种类与密度进行自动判定，其识别准确率已超过90%。监测数据经气象模型与虫情模型融合分析后，生成预警报告与防治建议，为管理人员提供决策支持。该体系能提前5—10天发布病虫害高发预警，实现“早发现、早预警、早干预”的目标，显著提高了防控时效性与科学性。

3.3 以多元技术集成为特征的防控模式

速生丰产林的病虫害防控具有系统复杂性与区域差异性，单一手段往往难以实现长期稳定的防治效果。因此，绿色防控体系需整合生态、生物、物理与化学调控等多元技术，构建“监测—分析—防控—评估”闭环管理模式。^[3]该体系以生态调控为基础，以监测预警为驱动，辅以生物防治与科学用药，实现技术链条的系统化整合。通过对防治措施的效果评估与反馈优化，形成动态可持续的循环体系。该模式实现了防治手段由“多样化”向“集成化”的转变，为速生丰产林高质量、低风险经营提供了科学路径与实践依据。

4 主要绿色防控技术及其应用效果分析

4.1 生物防治技术的推广应用

生物防治是速生丰产林绿色防控体系的核心组成部分，强调通过生态调节与种群平衡实现害虫的长期稳定控制。在北方杨树、南方桉树等典型林区，利用捕食性和寄生性天敌如赤眼蜂(*Trichogramma japonicum*)、草蛉(*Chrysopa sinica*)、姬蜂等进行定点释放，可有效抑制舟蛾、天牛、卷蛾类害虫种群扩散。实践证明，在林区内每公顷释放赤眼蜂3万头次，可使舟蛾虫口密度下降50%以上。微生物防治药剂的推广进一步强化了系统防控能力，其中白僵菌、绿僵菌及苏云金杆菌(Bt)在害虫不同生育阶段均表现出显著的致死效应。试验结果显示，白僵菌防治杨扇舟蛾幼虫死亡率达80%以上，防效持续30天以上。针对林木根腐病、溃疡病等土传病害，施用枯草芽孢杆菌与哈茨木霉拮抗菌剂可有效抑制病原真菌繁殖，改善根际微生态结构，显著降低病害发生率。

4.2 物理与机械防控的创新应用

物理防控技术作为绿色防治的重要支撑，依托机械化与智能化装备实现精准诱捕与无害化控制。性诱剂、食诱剂及光诱装置在防治天牛、舟蛾及鳞翅目害虫方面应用广泛。

通过配置特异性诱芯与自动诱捕装置,可在成虫发生初期实现早期监测与高效控制,减少药剂喷施次数。树干涂白、树皮刮除与高压水冲洗等机械措施在防治越冬害虫、蛀干害虫方面效果突出。部分林区引入太阳能智能诱虫系统,利用光控与时序控制技术自动启停设备,并实时上传虫情数据,实现无人化、可视化监测。^[4]系统运行后人工监测成本降低40%,虫口动态数据准确率提升至95%以上。物理与机械防控的结合应用,显著提高了防治精准度与现场可操作性,促进了防控体系的现代化与可持续化。

4.3 植物源农药与生物刺激剂的开发利用

植物源农药以其天然、安全、低残留的特性,正逐步替代传统化学药剂成为防控体系的重要组成部分。常用药剂包括苦参碱、除虫菊素及印楝素等,这些成分在杀虫同时对环境与非靶标生物影响较小。研究表明,印楝素对天牛幼虫的防治率可达70%以上,并可显著抑制取食与繁殖行为。除虫菊素在防治舟蛾、卷蛾类害虫时具有速效性与高选择性特征,适合防控高发期害虫。与此同时,生物刺激剂的应用拓展了“以树治病”的防控理念。壳聚糖、多肽类诱抗剂等物质能激活林木防御系统,促进酚类物质与抗性蛋白的积累,增强林木免疫反应与抗逆性。经试验验证,施用壳聚糖可使林木病害发生率降低30%以上。植物源农药与生物刺激剂的联合应用,不仅实现了低风险、高效能的防控目标,也为构建生态友好型防护林体系提供了技术与理论支撑。

5 典型应用案例与效果评估

5.1 北方杨树速生林综合防控案例

在华北地区某大型杨树速生林基地,针对舟蛾、天牛等主要害虫的高发态势,构建了以“生态调控+天敌释放+智能监测”为核心的绿色防控体系。通过在林内配置多样化伴生植物群落,改善微气候结构,促进天敌昆虫种群稳定;同时定期释放赤眼蜂、草蛉等天敌,实现害虫种群的生物控制。配套安装虫情测报灯与物联网监测系统,实现害虫密度动态感知与预警调度。项目实施两年后,主要害虫密度下降52%,化学农药使用量减少65%,林木平均胸径增长8%,木材密度及质量稳定性明显提升,形成了兼顾生态与经济效益的综合防控示范模式。

5.2 南方桉树丰产林绿色防控成效

在广西桉树主产区,针对桉小卷蛾和桉白蚁危害频发的问题,构建了“性诱剂+微生物农药+生态修复”相结合的综合防控体系。性诱剂用于种群监测与诱捕,精准掌握害虫发生动态;同时施用以白僵菌、苏云金杆菌(Bt)为主的生物农药,兼顾高效与环境安全;通过林下植被恢复与土

壤改良,增强生态自我调节能力。经连续两年应用,害虫发生率下降40%,化学药剂投入减少60%,林地土壤有机质含量提高12%,根际微生物活性显著增强。桉树材质密度提高5%,木材干重与热值提升明显,综合经济效益提高23%。该案例表明,绿色防控技术能在南方热带速生林体系中实现防治高效与生态可持续的协同优化,具有良好的推广潜力。

5.3 技术集成推广的生态与经济效益评估

综合典型示范区数据分析表明,绿色防控体系在速生丰产林中兼具高效防治与生态恢复双重效益。与传统化学防控模式相比,每公顷林地年均减少农药使用量达6—8公斤,节约成本约400元;通过生态系统修复与生物多样性提升,生态服务功能整体提高20%以上。林分健康度和植被覆盖率显著改善,林区碳汇能力增强,CO₂固碳量平均提高15%,生态价值提升显著。^[5]绿色防控技术的推广促进了林业生产从“高投入、高污染、低效益”向“低投入、低风险、高收益”转型,为实现速生丰产林的高质量、低碳化与可持续发展提供了科学路径与政策参考,对中国林业生态工程的现代化管理具有重要示范意义。

6 结语

速生丰产林病虫害绿色防控体系的构建,是推动林业高质量、可持续发展的关键举措。该体系通过生态调控、生物防治、物理防控与信息化监测的融合,显著降低病虫害危害与化学污染,促进生态系统稳定与林木健康。实践证明,绿色防控可兼顾生态效益与经济效益,推动林业向环境友好型转型。未来应完善技术标准体系,提升防控的智能化与精准化水平;强化数据共享与区域协同,建立长期监测与评估机制;同时加强政策支持与技术培训,促进防控模式的推广应用。通过科学管理与创新驱动,速生丰产林将实现从“高产造林”向“绿色高效”的转变,为生态文明建设与林业现代化提供坚实保障。

参考文献

- [1] 黄文雄.广西桉树速生丰产林造林技术及常见病虫害防控技术探讨[J].农家参谋,2020,(07):58+92.
- [2] 牟光.杨树速生丰产林主要病虫害防治技术[J].江西农业,2019,(04):83.
- [3] 于厚乾.杨树速生丰产林培育与病虫害防治[J].林业与生态,2017,(03):32-33.
- [4] 胡宝柱,吴亚西,王英俊.杨树速生丰产林主要病虫害防治技术[J].防护林科技,2013,(01):98-99.
- [5] 姜玥.速生丰产林病虫害防治专家系统的研究与实现[D].东北林业大学,2008.