

森林病虫害综合防治技术应用研究

范长联

陕西省太白林业局 陕西 宝鸡 721660

摘要: 本文综述了森林病虫害综合治理 (Integrated Pest Management, IPM) 的基本原理、技术和方法, IPM 已经从“灭虫”转变为“治虫”, 注重从整个生态系统出发考虑问题并设定一个经济上的限度。同时分析了营林、生物、物理机械及化学防治的方法及其优缺点, 也指出了当前存在的标准缺位、生态补偿制度不健全以及缺乏跨学科人才的问题, 并提出建立区域性的生态安全屏障、健全法律法规、促进产、学、研结合的对策措施。研究表明, IPM 是一项涉及生态、社会和经济的综合性工作, 而未来的发展趋势则是数字化、生态化和社会化相结合。只有坚持预防为主, 综合治理, 把病虫害管理贯穿到森林经营管理全过程, 才能保证森林生态系统长久地处于良性循环状态。

关键词: 森林病虫害; 综合防治 (IPM); 生态控制; 生物防治; 可持续

引言

森林是陆地生态系统主体, 具有保持水土、固碳释氧作用。但是由于自然和人为因素影响, 森林病虫害被称之为“无声森林火灾”, 给全世界带来数万亿美元损失。我国人工林面积逐年增加, 但是由于树种单一、结构不合理等原因使森林生态系统变得十分脆弱, 病虫害成为制约我国林业可持续发展重要因素。防治过程从过去单纯使用化学药剂消灭转变为现在科学管理过程。以 DDT 为代表有机氯农药导致环境污染问题出现, 在 1967 年联合国粮农组织倡导“有害生物综合治理” (IPM), 即采用多种方法配合起来将害虫控制在经济危害水平之下, 尽量减小其对环境以及人体影响。21 世纪以来随着分子生物学、遥感技术和人工智能等新技术出现使得 IPM 向更加精确、智能方向发展。本文就森林病虫害综合防治技术从总体上进行总结归纳并重新构建。

1 森林病虫害综合防治的理论基础与范式转型

1.1 从对抗思维到共生思维的哲学转向

传统的病虫害防治深受机械还原论的影响, 把害虫看成非此即彼的“敌人”, 而忽略了昆虫和微生物对森林生态系统的作用。实际上, 大多数生物本来就是生态的一部分, 在一定情况下才成为“害”, 因此综合防治的基础是对这些关系的理解以及应用, 即不是要消灭它们, 而是控制它们。这就需要一种思维方式的变化: 把病虫害当成是生态失调的表现而不是一种威胁。防治的目的也不是杀死, 而是通过一定的措施让生态系统有自我调节的能力, 这也就是 IPM 的基本思想, 尽量使用模仿自然界的方法来维持生态平衡而不是破坏生态平衡。

1.2 经济阈值与生态阈值的二元耦合

经济阈值 (ET) 是 IPM 决策的重要参数, 是指达到

该水平后进行控制以防止经济损失发生。但是在森林生态系统中, 产品的价值不仅仅是有形的产品如木材等, 还有无法用金钱衡量的生态系统服务功能。如果仅仅根据木材损失来确定是否需要防治, 则可能会导致生态系统遭到破坏而不能恢复的情况发生。所以现在的森林 IPM 提出了“生态-经济复合阈值”的概念, 在制定防治措施之前要考虑到生物多样性的减少、水土流失加剧以及景观美感下降等因素。即使害虫造成的损失不大但是已经威胁到生态安全也要进行治理。这需要一个两方面的结合体, 即要有一套全方位的监控系统, 把生态健康的指标也考虑进去, 找到最优解。

1.3 生态系统管理与全周期经营理念

森林病虫害防治不是单独存在的, 它是森林经营管理的一个重要方面。这就要求防治工作要渗透到整个森林经营过程中: 包括苗木检疫、造林设计、抚育管理和采伐更新等各个环节都有可能诱发或者预防病虫害的发生。全程理念是指根据不同林分生长发育时期采取相应对策—幼龄林主要防止食叶害虫以及立枯病, 适当密植及混交提高其抵抗力; 中龄林主要防治枝梢害虫及次期性病害, 通过抚育间伐改善通风透光条件增强树木抗性; 近熟林和成熟林要警惕蛀干害虫和心腐病, 进行卫生伐清除感病树木^[1]。这样把 IPM 融入到森林经营时间空间之中就可以做到由被动救灾到主动预防, 从而减少病虫害发生频率及其严重程度。

2 森林病虫害综合防治核心技术体系解析

2.1 营林防治: 构筑生态免疫屏障的基石

主要是通过对森林进行合理规划和管理, 使森林具有较强的自身抵抗能力和生态系统防控能力。第一, 在树种选择上要尽量做到多样化。混交造林是切断病虫害

传播途径的有效方法。因为不同的树种释放出不同的挥发性化学物质,有着不同的物候期以及抗虫基因,所以可以起到相互阻隔和稀释的作用。针阔混交、乔灌木复层结构不仅可以为天敌提供良好的栖息环境,还可以调节林间小气候,抑制喜温暖干燥或者喜潮湿阴凉的病原菌繁殖。第二,科学抚育是保证森林健康的重要环节。合理的密度控制可以防止由于过度竞争造成林木生长不良,从而增强树木自身产生防御类次生代谢产物的能力。及时清除风倒木、雪折木和病腐木,可以消除二次性害虫滋生场所^[2]。第三,土壤管理和灌溉施肥也是必不可少的工作,科学施肥可以避免过多施用氮肥而导致组织变得柔软以及抵抗力降低,而适度干旱有时还可以促使树木产生系统获得抗性(SAR)。营林防治虽然见效慢但是却能逐渐形成对病虫害的天然屏障。

2.2 生物防治:利用自然力量的精准调控

包括天敌昆虫的应用、微生物制剂利用以及信息素干扰三个方面。在天敌昆虫上,除了传统的赤眼蜂、瓢虫、捕食螨等释放技术外,目前的研究重点是在本地优势天敌保护、增殖和天敌工厂化繁殖及野外定殖上取得进展。通过种植蜜源植物、安装人工巢箱等方式为天敌提供食物来源和栖息地,有利于天敌自身发展。微生物防治方面,苏云金芽孢杆菌(Bt)、白僵菌、绿僵菌和核多角体病毒(NPV)已被大量使用,而新的内生真菌和拮抗细菌出现可用于解决土壤传播疾病和根部疾病问题。另外,RNA干扰(RNAi)作为一种新型生物农药由于其高效物种选择性和无蛋白质残留特征正在引领生物防治进入新时代。性信息素和聚集信息素不仅用来杀死害虫而且可用于监测、干扰交配以及改进诱捕器的设计等都显示了对害虫行为生态学理解程度加深。

2.3 物理与机械防治:绿色防控的辅助手段

虽然目前在大规模现代化林业生产中,物理机械防治效果欠佳,但是它仍然可以在某些方面起到一定辅助作用,特别是在自然保护区、城市公园、对化学药品敏感地区。灯光诱杀技术已经由最初的黑光灯发展到根据不同害虫对不同颜色光照喜好而专门设计的LED精准诱虫灯,选择合适的害虫光谱敏感区域能极大提高目标虫捕捉数量同时降低对中性昆虫伤害。色板诱杀是利用蚜虫、粉虱等喜欢黄色特性,在苗木培育以及温室种植中得到广泛使用^[3]。高温、微波辐射、气调等方式在种子检疫以及木材害虫治理中也发挥重要作用,可以杀死潜藏在繁殖材料中的危险性有害生物,防止人为传播。另外,阻隔手段例如树干上涂抹粘胶带或者缠绕塑料膜对于防止松毛虫、春尺蠖等上下树迁移害虫见效很快。物理防治优点是没

有化学污染,不会产生抗药性,今后发展方向应该是设备更加小型化、智能化并且与其他控制方法相结合。

2.4 化学防治:减量增效与精准施用

在IPM框架下,化学防治并非被摒弃,而是被赋予新的角色——应急性和补救性措施。其使用的原则也发生变化:由全面到针对性,由高效、高毒、高残留到低效、低毒、低残留,由定时到按需。新型生态友好型农药的研发是基础,如昆虫生长调节剂、神经毒素受体拮抗剂以及植物源农药等,都具有良好的生物可降解性和对非目标生物的安全性。而新的施药方法是减少用量的关键。无人机低容量喷雾可以解决山区陡峭林区难以施药的问题并且通过静电喷雾以及辅料提高雾滴沉积率以及附着率;树干注药可以直接把药液输送到木质部从而防止地面径流造成的污染以及空气中的飘移,对于古树名木保护以及高大树木蛀干害虫防治非常适用;缓释颗粒或者微胶囊可以使药效更持久从而降低用药次数。更重要的是,在化学防治上也要遵守阈值的概念,在监测显示害虫数量接近或达到经济生态复合阈值之前不得进行化学防治,并且要交替使用不同类型农药以防抗性的产生。

3 综合防治实施的制约因素与体制机制创新

3.1 技术标准化与区域适应性难题

虽然IPM技术日趋成熟,但是在推广中仍然存在标准不高以及地域性较差的问题。森林类型复杂,气候、植被、土壤和社会经济发展水平差异较大,一种方法在A地有效,在B地不一定适用甚至起到反效果。目前很多IPM技术还处于科研成果或者地方经验阶段,缺少国家层面或者行业层面的技术标准和操作规程,给一线工作人员带来困扰。而且现有的大多数技术都是为某一病虫害或者某一种林分设计,缺少针对整个区域景观尺度上多种病虫害联合防治的标准^[4]。要解决这个问题,就需要有层次、分类的标准制度,既要有一套通用的原则和评估的标准,又要允许各地方根据多年的定点观测和试验研究制定符合当地实际情况的标准和技术指导书。另外还要加强技术匹配性平台建设,在新方法应用之前做好生态影响评价以及本地化调整工作,防止“水土不服”。

3.2 生态效益外部性与激励机制缺失

森林病虫害综合防治具有明显的公共物品特性以及正外部效应。企业投资开展环境友好型IPM活动所得到的回报主要是区域生态环境质量提升、生物多样性保护等社会利益,而经济效益则可能低于传统化学防治甚至出现亏损。这会导致成本与效益之间失衡从而不利于企业采取IPM策略。当前我国林业补贴主要集中在造林面积和木材产量方面,而对于病虫害生态防治的专项补贴较少

且额度较低。生态补偿未真正落实到病虫害防治上,受益区与保护区之间缺乏有效的横向转移支付途径。要解决这个问题就需要建立一套完整的森林生态系统服务价值评估方法,把IPM带来的碳减排量、水土保持能力以及物种保存效果折算成金钱。同时可以尝试开发森林健康保险或者绿色金融产品,把IPM执行情况作为降低保险费率或者提供贷款的一个条件。另外还可以让政府购买生态产品,对于使用生物防治、营林方法等绿色手段的企业予以差别化奖励,使生态守护者得到应有的报酬。

3.3 跨学科协同与社会参与不足

森林病虫害综合治理是个多学科交叉难题,需要林学、植保学、生态学、信息科学、经济学和社会学等多方面知识。但是目前科研体制以及人才培养体系中还存在着严重的学科间壁垒,做生物学的人不知道建模,做信息技术的人不了解森林,做政策的人不了解技术,造成研究结果分散割裂,不能解决实际问题。而在一线推广过程中,由于林业技术人员年龄偏大、知识老化等原因,他们无法使用先进的数字化、智能化的新一代IPM方法。另外,普通民众和社会组织在IPM管理中参与度较低,缺乏社区共管、志愿者观察等社会动员方式。因此要建设跨学科研究中心和联合实验室,设置跨学科的重大科研课题,培养具有交叉背景的人才。提升基层林业工作站能力水平,定期进行技术培训和实地操作演练。创建公众参与平台,开发公民科学应用程序,邀请附近居民、自然爱好者参与到病虫害监测和上报工作中来,实现政府主导、科技支撑、社会参与的良好局面。

4 结语

森林病虫害综合治理是人类对于生态危机的认识与反思的进步。由化学防治到生态控制,我们意识到:森林健康是动态平衡,防治是一项长期持续进行的工作。而真正的综合治理,就是技术和自然之间的和谐共处、人与森林之间相互依存的关系。未来,防治将有三个方向:一是融合化——生物、信息化以及生态工程技术界限逐渐消失,比如数字孪生等使得预测更加准确;二是扩大化——从林分到区域甚至全世界范围内应用,基于自然的方法论越来越重要;三是价值化——防治效果转变为整个生态系统的生产总值的提升。但是技术创新并不等于一切。我们也应尊重最基本的生态法则,重视一线工作人员的经验和本土知识。防治的效果如何,取决于技术是否先进、政策是否开放以及整个社会对于自然的价值观。只有把科学放在整个生态文明的大框架下,在整体思想指导下处理好发展与安全的关系,才能建立起我国的生态安全防线,使绿水青山常在。

参考文献

- [1]边梅,赵东芳,张享冰,等.森林病虫害综合防治技术及应用效果[J].花木盆景,2026,(4):31-32.
- [2]李贵宾.生态优先视角下森林病虫害防治的综合防治技术路径[J].农民致富之友,2025,(36):135-137.
- [3]尤培昊,姬常猛.森林病虫害综合防治技术体系构建策略[J].河南农业,2025,(14):52-54.
- [4]张隆春.森林常见病虫害综合防治对策研究[J].农业灾害研究,2022,12(11):161-163.