

浅谈松材线虫病防治技术

李伟

辽阳县林业草原事务服务中心, 辽宁 辽阳 111200

[摘要] 松科树种作为森林资源的重要组成部分, 在全球范围内广泛分布, 松树不仅具有可观的经济价值, 而且还发挥着重要的生态作用。然而, 由于遭受松材线虫病的侵害, 对松林健康和经济产出造成了严重威胁, 已成为一个非常严重的问题。文中探讨了松树松材线虫病的防治技术, 包括检疫检验、化学防治、生物防治和物理防治等多种手段, 旨在为相关领域的研究和防治实践提供参考。

[关键词] 松材线虫病; 防治技术; 检疫检验; 化学防治; 物理防治

DOI: 10.33142/nsr.v1i3.14937

中图分类号: S7631

文献标识码: A

Brief Discussion on the Prevention and Control Techniques of Pine Wood Nematode Disease

LI Wei

Liaoyang County Forestry and Grassland Affairs Service Center, Liaoyang, Liaoning, 111200, China

Abstract: Pine trees, as an important component of forest resources, are widely distributed worldwide. Pine trees not only have considerable economic value, but also play an important ecological role. However, due to the invasion of pine wilt disease, it poses a serious threat to the health and economic output of pine forests, and has become a very serious problem. The article explores the prevention and control techniques of pine wood nematode disease, including quarantine inspection, chemical control, biological control, and physical control, aiming to provide reference for research and control practices in related fields.

Keywords: pine wood nematode disease; prevention and control technology; quarantine inspection; chemical control; physical prevention and control

引言

松树松材线虫病, 由松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 引起, 是一种严重威胁全球松树资源的重要病害。该病害以其迅速扩散、高度致病性和难以防治而闻名, 给松林生态系统和经济发展带来了巨大影响^[1]。在全球范围内, 包括欧洲、亚洲和北美在内的许多地区都曾经经历过松材线虫病的严重爆发, 导致大片松林的大规模损失和生态系统的严重破坏。

松树作为重要的经济林种, 不仅为木材、纸浆和生物能源提供重要资源, 还在生态系统中扮演着关键角色, 例如保护土壤、维持水源和生物多样性。然而, 松材线虫病的流行和扩散给这些功能带来了极大的威胁, 加剧了全球松树资源的减少和生态系统的不稳定性。在此背景下, 研究松树松材线虫病的防治技术具有重要的理论和实际意义, 深入理解松材线虫的生物特性、传播途径及其与宿主树的互动机制, 对于制定有效的防治策略至关重要, 可揭示松材线虫病的发病规律和流行趋势, 为预测和防范疫情提供科学依据。

1 松材线虫病概述

1.1 松材线虫生物特性

松材线虫是一种寄生性线虫, 是导致松树发生松材线虫病的致病因子。该病害严重威胁松树资源的健康和生长, 尤其在全球范围内, 已经造成了大面积的松林损失和生态

系统的破坏^[2]。松材线虫是一种微小的线虫, 其体长约为 0.6~1.3mm, 身体呈细长的圆筒形, 透明或淡黄色, 体表具有纵纹。成虫体内有生殖器官、消化系统和生命活动所需的其他器官。在松树体内, 松材线虫主要寄生在木质部, 特别是在松树的导管中, 这些导管负责运输水分和养分, 因此会直接影响松树的生长和健康。

松材线虫的生命周期包括几个主要阶段: 卵、四个幼虫期和成虫期。成虫的性别是雌雄异体, 其生殖方式为内受精, 雌虫可以在松树的导管中产下大量的卵。卵在松树体内孵化成为幼虫, 随着松树的树液流动, 幼虫在树液中移动并在松树的树干和枝干内寄生和繁殖。幼虫在寄主树木内引起的损害主要是通过其寄生引起的机械性损伤和松材壁霉菌的引发。

1.2 松材线虫病的危害及发病规律

松材线虫病是由松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*) 引起的严重林业病害, 对松树资源的健康和生态系统的稳定性造成了严重威胁。

松材线虫病对松树的危害主要表现在多个方面。这种病害通过松材线虫侵入松树的导管系统, 破坏了树木的正常水分和养分输送。一旦松材线虫在松树内寄生繁殖, 会导致松树木质部分的机械性损伤, 同时松材壁霉菌也会在虫体内生长并释放毒素, 加剧了松树组织的腐败和衰弱, 导致了松树的迅速枯萎和死亡。

松材线虫病的发病规律受多种因素的影响,包括气候条件、宿主树种、病原菌株系和森林生态系统的整体健康状况等。在气候方面,温暖潮湿的环境有利于松材线虫的繁殖和传播,因此病害在这些条件下往往更为严重和快速。宿主树种方面,不同松树种类对松材线虫的抗性不同,某些松树品种更容易受到侵害,例如油松(*Pinus tabulaeformis*)红松(*Pinus koraiensis*)樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)等,因而病害在这些树种中更为常见和猛烈。此外,病原菌株系的毒力和适应性也影响着病害的发展趋势,不同株系的松材线虫可能具有不同的病原性和传播能力。

1.3 松材线虫的传播途径

了解和控制其传播途径,对有效防治松材线虫病具有重要意义。首先,松材线虫的主要传播途径是通过昆虫媒介^[3]。其中,松墨天牛被认为是最重要的传播媒介昆虫之一。这类昆虫主要以松树为食,它们的生命周期中包含卵、幼虫期、蛹期和成虫期,成虫、幼虫和蛹阶段均可携带松材线虫。松材线虫通过进入昆虫的体内或附着在其体表,利用昆虫进入健康松树的树干和枝干内,完成传播和寄生过程。在昆虫体内,松材线虫通过昆虫的移动和生活活动,进一步加速了病害的扩散速度和范围。这种昆虫媒介传播方式使得松材线虫病在森林中迅速蔓延,对松树资源造成了严重的危害。其次,松材线虫的传播还可通过人为活动实现,如木材贸易和植物材料的国际流通。由于松材线虫的幼虫和成虫可以隐藏在受感染的松木内部或木材产品中,这些木材或植物材料被用作商业和建筑材料时,可能成为病害传播的载体。特别是在全球化和国际贸易日益频繁的背景下,跨国界传播成为松材线虫病迅速扩散的重要途径。因此,加强木材检疫和国际贸易监管,对从高风险地区进口的木材和植物材料进行严格检验,成为预防和控制松材线虫病传播的重要措施之一。除了昆虫和人为活动,松材线虫的空气传播也可能存在,尽管这种途径相对不常见。如,被强风吹散的昆虫或松木碎片可能携带松材线虫的幼虫,在适宜的环境条件下依然能够引发新的感染源,通过空气传播的方式,虽然不如昆虫媒介和人为活动那样高效,但在特定情况下仍可能对松树健康构成威胁。

2 松材线虫病的主要防治技术

2.1 检疫检验

检疫检验通过严格的检疫措施和程序,监测和管理进出口的木材、植物材料和相关产品,以防止松材线虫通过国际贸易和运输传播到新的地区和国家^[4]。检疫检验的目的是及时识别和拦截携带松材线虫的木材和植物材料,防止其进入未受感染的地区,通过建立严格的检疫标准和程序来实现的。检疫检验的重点是检测植物材料中是否携带有松材线虫,以及评估风险并采取适当的控制措施,以防止其扩散和传播。

检疫检验的实施通常包括以下关键步骤:

①检疫法规和标准制定:各国和地区制定适用于木材和植物材料进出口的检疫法规和标准,明确检疫的目标、范围、方法和要求。这些法规和标准通常基于国际植物保护公约(IPPC)和相关国际标准,确保在全球范围内实施协调一致的检疫措施。

②检疫检测技术的应用:检疫检验依赖于先进的检测技术和方法,用于快速、准确地检测松材线虫及其携带者。常用的检测技术包括显微镜观察、PCR(聚合酶链反应)、ELISA(酶联免疫吸附测定)等,这些技术能够在不破坏材料的情况下检测出潜在的病原体。

③检疫检验的实施程序:对进出口木材和植物材料进行检疫检验的程序通常包括申报、检验、审批和证书发放等环节。申报阶段由出口国或进口国的相关部门完成,需要提供详细的货物信息和检疫证书。检验阶段则由专业的检疫人员或实验室进行,通过样本检测和现场查验来确认材料是否符合检疫标准。审批和证书发放阶段则是确保通过检疫的材料可以安全进入目的地国家或地区。

④检疫检验的监管和执行:检疫检验的有效性和可靠性取决于监管和执行的严密程度。各国和地区的相关执行部门需要建立健全的监督管理体系,加强对进出口贸易和运输的实时监测和风险评估,及时应对潜在的检疫风险和问题。

检疫检验作为松材线虫病防治的重要措施,不仅可以有效地防止病害的传播,还有助于保护国内外的森林生态系统和木材资源。通过加强国际合作和信息共享,进一步完善检疫检验的技术和标准,可更有效地应对全球化背景下松材线虫病的挑战,确保森林资源的可持续利用和生态环境的健康。

2.2 化学防治

化学防治作为松材线虫病的重要防治技术,主要依赖于使用化学药剂来控制 and 消灭松材线虫,以减少其对松树造成的严重危害^[5]。这种方法通常被视为应对病害爆发时的紧急措施,能够在短时间内显著降低松材线虫的种群密度和传播速度,从而保护松树资源和森林生态系统的健康。

化学防治的核心在于选择合适的化学药剂,这些药剂通常具有杀虫和杀菌的双重作用。在应对松材线虫病时,常用的化学药剂包括卡布菌素(Carbendazim)、甲胺磷(Methamidophos)、氯氰菊酯(Chlorpyrifos)等。这些药剂能够通过不同的施用方式,如喷洒、注射或浸泡,直接作用于松树的树干和枝干,以达到杀灭或抑制松材线虫的目的。喷洒适用于药剂可以覆盖到的外部表面,而注射则将药剂直接输送到松树内部的木质部分,从而提高了药剂的有效浓度和作用效果。选择合适的施药方法和时机对于化学防治的成功至关重要,通常选择在春季和秋季,这些时期松树的代谢活动较弱,同时温度适宜,有利于药剂的吸收和有效发挥。

化学防治的效果和持久性受多种因素影响,包括药剂的选择和配方、施药的时机,以及目标松树的生长状态和

环境条件等。为了最大限度地提高防治效果,需要根据实际情况调整和优化防治方案,并且结合其他防治措施如生物防治和物理防治,形成综合防治策略。

2.3 生物防治

生物防治通过利用天然的生物控制因素来控制并减少松材线虫的种群密度和传播速度,从而降低其对松树健康的危害。相比于化学防治,生物防治不仅具有较高的环保性,而且能够在长期内有效维护森林生态系统的平衡。

生物防治的核心思想是利用天然的天敌生物,如天敌、寄生性真菌和微生物等,来限制松材线虫的繁殖和传播。其一,生物防治的关键是寻找并引入天敌和天然控制因子,这些生物通常具有针对性地攻击松材线虫或其幼虫阶段,从而有效地减少其种群数量。如,某些寄生性线虫如螺旋线虫(Steinernema)和拟线虫(Heterorhabditis)被广泛研究和利用,它们能够侵入松材线虫幼虫体内,释放毒素并最终导致其死亡。其二,生物防治的实施方法包括直接释放天敌和控制因子到受感染区域,以及通过增强自然环境中已有的天敌种群来实现。如在传媒天牛幼虫幼龄期,在林间释放松墨天牛的天敌肿腿蜂(Scleroderma),也可以通过肿腿蜂携带白僵菌(Beauveria)方法感染天牛幼虫,来降低林间天牛数量,达到控制和减少病死树数量的目的。在一些国家和地区,研究人员和农业部门通过实验室培育和大规模繁殖天敌,然后释放到受感染的森林区域或林木中。这种方法需要精确的时间安排和技术支持,以确保天敌的有效释放和定居,从而形成稳定的生物控制系统。

生物防治的优势是其相对较低的对非目标生物和环境的负面影响。生物控制因子通常具有较高的特异性,能够更精确地攻击目标害虫,而对其他生物影响较小,使得生物防治成为保护生态系统和生物多样性的理想选择。

2.4 物理防治

物理防治作主要依赖于物理手段和工程措施来减少松材线虫的种群密度和传播速度,从而有效保护松树资源和森林生态系统的健康。与化学防治和生物防治相比,物理防治更注重通过机械和物理方法来切断松材线虫的传播途径和生存条件,从而达到控制和预防病害的目的。

首先,物理防治的核心在于改变或削弱松材线虫的生存环境和生活条件。常见的物理防治方法为清除和销毁感染松树,对已感染的松树进行及时的清除和销毁是物理防治的基础措施之一。这可以防止病害的进一步传播和扩散,尤其是在松材线虫病爆发初期,快速消除病源有助于减少其对周围健康松树的影响。清理疫木可分别采取皆伐和择伐两种方式。

①需要尽快根除的疫点,如孤立疫点、新发生疫点、区域位置重要的疫点。此外,在病死树率高并且松林无保存价值的地方或松树数量不占主要的混交林也可采用。在媒介天牛成虫羽化前由外向内皆伐所有松材线虫的寄主

植物,所有伐除的病死树、活树、直径超过1厘米枝条均须作除害处理,并应在媒介天牛成虫羽化前完成。

②自然保护区和重要风景区内其他特殊用途松林等必须保留松树的林分,大面积松林且连片发生无法短期内彻底根除疫情的地方。由外向内伐除包括病死松树、疑似感染木、衰弱木、受压木、风折木、旱死木、雪压木、当年枯死或已经萎蔫的侧枝以及各种人为乱砍滥伐的松树枝、干及伐桩等。

对于可能携带松材线虫的木材和植物材料,采取适当的处理和隔离措施也是物理防治的重要手段。例如,通过高温处理、干燥、冷冻等方法,有效地杀死或削弱松材线虫的存活能力,从而防止其进一步传播。

物理防治的实施需要根据具体的病害情况和森林生态系统的特点进行科学合理的规划和操作。如,在病害暴发区域,及时组织和实施大规模的砍伐和清除工作,可以有效地控制病情扩散,并减少松材线虫的种群数量。此外,合理利用机械设备和技术,能够提高物理防治的效率和精度,减少操作成本和人力投入。然而,物理防治也存在一些限制和挑战。一是通常需要大量的人力物力投入,尤其是在大面积病害区域的应对过程中,需要动员大量的人员和资源。二是物理防治的效果和持久性受到操作技术和环境条件的制约,可能在某些特定的气候或地理条件下表现不稳定。

3 结束语

综上所述,松材线虫病的防治涉及化学防治、生物防治和物理防治等多种技术手段的综合应用。化学防治能快速有效地降低病害传播,生物防治则通过引入天敌控制松材线虫种群,而物理防治则通过改变病害生存环境有效限制传播。这些方法各有优劣,但共同目标是保护森林生态系统的健康和可持续发展。在实际操作中,应根据病害程度、环境条件和经济可行性综合选择,同时注意环境安全和资源保护。

[参考文献]

- [1] 郝德军,邓文川.京山市松材线虫病防控问题与对策[J].湖北林业科技,2024,53(3):96-100.
- [2] 汤淑波,叶露峰.无人机在松材线虫病监测中的应用[J].现代园艺,2024,47(12):93-95.
- [3] 郭改改.午子山古树群松材线虫病综合防控效果初报[J].陕西林业科技,2024,52(3):79-82.
- [4] 孙焯.云阳县国营长江林场松材线虫病发生特点及防治技术[J].南方农业,2024,18(10):178-180.
- [5] 许恩义,张龙涛.莲花山地区松材线虫病防控策略研究[J].农村科学实验,2024(10):118-120.

作者简介:李伟(1970.7—)男,辽宁人,汉族,林业高级工程师,就职于辽阳县林业草原事务服务中心,从事林业有害生物防治相关工作。