

4 种国外危害严重的林木根部病害综述

张明浩, 杨晓文 (福建省三明市森林病虫害防治检疫站, 福建三明 365000)

摘要 对4种全球关注、危害严重的危险性林木病害——雪松根部疫霉腐烂病、针叶树黑根病、松干基褐腐病、针叶树干基白腐病进行介绍, 通过对其致病机理、传播途径及生物学特性的分析指出, 这4种病害通过进境原木传入我国的风险极大。

关键词 根部病害; 检疫; 林木

中图分类号 S763 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)07-0140-03

Summary of 4 Kinds of Serious Root Diseases in Foreign Countries

ZHANG Ming-hao, YANG Xiao-wen (Sanming Forest Pest Management and Quarantine Station, Sanming, Fujian 365000)

Abstract 4 kinds of serious root diseases of *Phytophthora lateralis*, *Ophiostoma wageneri*, *Phellinus weirii* (Murrill) R. L. Gilbertson and *Heterobasium Dionannosum* sensu lato were introduced, through analyzing the diseases pathogenesis, route of transmission and biological characteristics, the results showed that the risk of root diseases imported into China would be very high.

Key words Root diseases; Quarantine; Forest tree

林木根部病害由于症状隐蔽、寄主广泛、扩展迅速、危害严重, 对林业生产构成极大威胁。近几年, 伴随着木质包装的广泛使用和原木调运的逐渐频繁, 为这类病害的洲际传播创造了有利条件, 因此较好地了解国外危险性根部病害, 对于进境原木以及木质包装检疫具有重要的指导意义。笔者对4种国外危害严重的林木根部病害进行综述, 以期对病害防治及防止其大面积扩散提供借鉴。

1 雪松根部疫霉腐烂病 (*Phytophthora lateralis*)

1923年在华盛顿西雅图的苗圃里首次发现, 此后美国西部的俄勒冈、加利福尼亚、萨克拉门托等州相继报道, 并在当地迅速蔓延, 部分地区雪松死亡率达100%^[1]。目前, 该病为美国最具破坏性的5种根部病害之一, 从20世纪90年代到20世纪初短短十几年间, 与美国相距甚远的法国、荷兰、新西兰相继报道, 这引起了许多国家和植物保护组织的高度重视, 欧洲地中海植物保护组织(EPPO)对其发展态势非常关注, 认为该病一旦传入将会对其境内的相关植物构成严重威胁, 20世纪末将其列入预警名单^[1]。英国卫生局(EU)也十分重视, 在英国国家中央实验室(CSL)最近完成的《雪松根部疫霉腐烂病菌传入英国的风险分析》中指出, 该病通过原木、繁殖材料、土壤等传入和定植风险极大。雪松根部疫霉腐烂病寄主广泛, 包括许多针叶树和部分阔叶树, 其中高度感病的有雪松属(*Pinus griffithii*)、红豆杉属(*Taxus* sp.)、侧柏属(*Platycladus* sp.)、扁柏属(*Chamaecyparis* sp.)、杜鹃花属(*Rhododendron* sp.)、猕猴桃(*Actinidia chinensis*)、紫杜松(*Juniperus horizontalis*)、红叶石楠(*Photinia x fraseri*)等。此外, 人工接种可侵染黄杉属(*Pseudotsuga*)的花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)等^[2]。病原菌致病力强, 造成发病地区苗木和幼树猝死频繁, 大树感染后2~4年枯死, 病原菌主要从根尖幼嫩部位侵入, 在根部的木质部中以菌丝的形式不断蔓延, 并向干基部发展, 根部多为水渍状, 后失去光泽, 逐渐变为黑色并开始分解, 当病斑环绕主干1周后, 导致整株枯死^[2]。

发病后树势减弱, 往往招致大量柱干害虫的侵袭, 这样大大加速了寄主的死亡。该病目前没有理想防治措施^[3]。

抗逆性较强的厚垣孢子和卵孢子是该病远距离传播的主要接种体, 能随苗木和原木调运、道路维修、各种设施建设中的土壤进行有效传播^[3]。游动孢子可随地表径流近距离扩散。发病地区沿河流两侧大量寄主枯死就说明了这一点。人和各种动物也能有效传播, 此外该病也可通过根接传播。

2 针叶树黑根病

有性阶段为*Ophiostoma wageneri*, 无性阶段为*Leptographium wageneri*, 1938年在美国西北部首次报道, 由于其扩展迅速, 在短短数十年间遍布美国西部各州^[4], 后又传入加拿大西南部。该病致病力极强, 幼树及苗木感病后数月内死亡, 大树感病后树势迅速减弱, 数年后枯死。由于该病寄主广泛、破坏严重、传播途径多样等特点, 已成为北美地区重要的根部病害之一, 20世纪末, 欧洲地中海植物保护组织将其列为A1类检疫对象^[5]。澳大利亚农林渔业部对其的发展态势非常重视, 认为其极易通过苗木、原木、木制包装等进行洲际传播。该病寄主范围广泛, 可侵染多数松科树木, 其中高度感病的有花旗松、黑松(*Pinus thunbergii*)、杰佛来松(*Pinus jeffreyi*)、矮松(*Pinus virginiana*)、单叶松(*Pinus monophylla*)、加洲铁杉(*Pinus ponderosa*)、美国西部铁杉(*Tsuga mertensiana* Sarg)、糖松(*Pinus lambertiana*)、白松(*Pinus armandii* Franchand)等^[5], 病原菌有3个变种, 每个变种在寄主范围上有一定差异^[3]。

该病能通过昆虫、根以及近距离土壤传播, 并以发病中心向西周辐射延伸。寄主发病初期新叶生长缓慢, 老叶逐渐枯黄, 伴随着病害的发展, 老叶不断脱落, 新叶开始发黄, 侧枝生长明显受到抑制。后期针叶全部黄化萎缩, 呈簇状生长, 球果产量与质量严重下降, 直到整株枯死。苗木和树势较弱, 寄主感病后, 针叶在短期内快速变为褐色并脱落, 而不表现上述症状。病死植株干基部边材部分出现大量黑色条带(病原菌的黑色菌丝体侵入寄主的管胞后大量繁殖所致)。危害寄主的小蠹类和象甲类是该病的主要病媒昆虫, 如森林象(*Steremnius carinatus*)、中欧山松大小蠹(*Dendroctonus pon-*

作者简介 张明浩(1980—), 男, 福建三明人, 高级工程师, 从事森林保护学研究。

收稿日期 2017-01-11

derosae)、十二齿小蠹 (*Ips typographus*)、黄杉齿小蠹 (*I. cembrae*) 等^[5]。其中,小蠹类害虫带病率高达 37%^[2]。松树黑根病一般不受气候条件和环境因素限制,从美国炎热、干旱的西南部到雨量充沛的西部沿海地区均有分布。

3 松干基褐腐病 [*Phellinus weirii* (Murrill) R. L. Gilbertson]

1914 年该病在美国爱达荷州雪松上首次发现,1940 年在加拿大不列颠哥伦比亚省相继报道,此后该病在北美地区不断蔓延,截至目前,该病成为北美地区最严重的根部病害之一。该病不仅引起较高的死亡率,而且导致寄主生长量严重下降,如不列颠哥伦比亚省每年木材损失量为 140 万 m³,北美地区木材损失总量达 440 万 m³。由于其寄主广泛、扩展迅速、危害严重等特点,引起了许多国家和植物保护组织的高度重视,从 20 世纪 40 年代起美国农业部 (USDA) 和加拿大国家林业部就开始了对该病的研究。1979 年欧洲及地中海植物保护组织 (EPPO) 将其列为 A1 类检疫对象。目前主要分布在美国、加拿大西部及日本 (本州和北海道中部地区)。该病寄主广泛,包括松、杉、柏科的大部分树种,其中高度感病寄主有花旗松 (*Pseudotsuga menziesii*)、太平洋冷杉 (*Abies amabilis*)、北美冷杉 (*A. grandis*)、美国黄松 (*A. lasiocarpa*)、西部落叶松 (*Larix occidentalis*)、西加云杉 (*Picea sitchensis*)、扭叶松 (*P. contorta*)、加州山松 (*P. monticola*)、西黄松 (*P. ponderosa*)、西部铁杉 (*Tsuga heterophylla*)、大果铁杉 (*T. mertensiana*)、北美乔柏 (*Thuja plicata*)、扁柏属 (*Chamaecyparis* sp.)^[6] 等。

病原菌主要通过根接传播,多在林间形成发病中心,辐射蔓延。其次其担孢子所释放的大量担孢子也是重要接种体,能借助气流扩散并从各种机械伤口侵入。在发病初期,由于寄主部分根系受病原菌破坏,水分运输受到一定影响,从而导致大量针叶发黄、脱落,伴随着病害的不断发展,侧枝生长受到明显抑制。在发病后期,寄主产生大量畸形球果^[6]。腐朽症状先从主根开始,再向根颈部位和侧根转移,同时可沿主干向上延伸。由于寄主的根系大量腐朽,发病区风倒现象频繁。寄主木质部初期症状为浅棕褐色或棕褐色,在干基和主根木质部纵切面上变色区域呈条状分布,横切面呈环状、新月状或不规则形状,之后变色部位出现蜂窝状小孔,并不断扩大。伴随着腐朽程度的进一步发展,木质部在纵切面上沿年轮分离呈层状,其间夹杂大量薄纸状菌膜。担孢子多年生,棕褐色,菌盖木质,坚硬,平伏而反卷,位置隐蔽,不易观察^[7]。

4 针叶树干基白腐病

广义的多年异担子菌 (*Heterobasidion annosum sensu lato*) 是北半球最具有毁灭性的森林病害之一,欧洲每年因该病造成的损失多达数亿欧元^[8]。在北美地区危害更加严重,是当地破坏性最大的根部病害,有“森林杀手”之称^[9]。近年的研究表明,多年异担子菌并不是单一的物种,目前在欧洲已分出 3 个独立的种,即原始多年异担子菌 (*Heterobasidion annosum sensu stricto*)、小孔异担子菌 (*Heterobasidion parviporum*)

和冷杉异担子菌 (*Heterobasidion abietinum*)^[9],它们的生物学特点、形态结构、生态学、寄主范围和发生区域均有差异^[10]。中国科学院沈阳应用生态研究所在生物多样性研究关于森林生态系统木腐菌研究中发现,我国过去报道的多年异担子菌并不是真正的多年异担子菌,而是小孔异担子菌 (*Heterobasidion parviporum*) (目前主要分布于我国的东北和西南两大林区),并提出加强对世界最危险性森林病害异担子菌腐朽病进行检疫封锁和预防的建议^[11]。该病寄主有 150 种之多,其中 27 种高度感病,包括大多数针叶树和部分阔叶树。在欧洲受害最严重的有松属 (*Pinus* sp.)、冷杉属 (*Abies* sp.) 和云杉属 (*Picea* sp.) 树种。北美地区除上述 3 属外,还包括铁杉属 (*Tsuga* sp.)、落叶松属 (*Larix* sp.)、黄杉 (*Pseudotsuga* sp.)、铁杉属 (*Tsuga* sp.)、北美红杉属 (*Sequoia* sp.)、巨杉属 (*Sequoiadendron* sp.)、翠柏 (*Calocedrus* sp.)、圆柏属 (*Juniperus* sp.) 等。阔叶树主要有美国赤杨 (*Alnus rubra*)、海岸栎 (*Quercus agrifolia*)、蒿属 (*Artemisia* sp.) 等^[9-10]。

病原菌担子果产生大量担孢子可借助气流传播,并从新鲜伐桩和伤口侵入。萌发后以菌丝的形式通过根接传播,在林间多以发病中心辐射蔓延。菌丝能在病死植株中存活 10 余年。寄主感病后,针叶呈现黄绿色或淡黄色,叶形短小、早落,寄主高生长和侧枝生长明显受到限制,树势降低,极易遭受其他病害、虫害和出现风折现象。担子果一般产生在寄主断枝或分叉部位,发病后期数量最多。寄主不同,担子果也有差异,在多数针叶树上,担子果早期较小,脓胞状散生在发病或病死植株根部。成熟时贝壳状或覆瓦状相互重叠,菌盖表面棕褐色具同心环纹。菌肉初为白色,后变黄色,菌管白色到淡黄色,层次不明显,管孔较小。不同寄主木质部症状也有差异,在松属寄主上,腐朽初期寄主木质部在纵切面上沿年轮分离呈层状,且在每个层面上有一定数量的蜂窝状小孔,伴随着腐朽程度的加深,木质部呈现海绵状且出现黑色斑点。由于木质素被迅速分解,因此出现白色窝状空洞^[10]。

5 结语

这 4 种根部病害都能随原木和木质包装的调运进行洲际传播。如针叶树黑根病与维管束病害极其相似,不仅病死植株的管胞内有大量菌丝,而且虫道中的病媒昆虫也携带较多孢子;雪松根部疫霉腐烂病的卵孢子和厚垣孢子抗逆性极强,极易通过原木携带的土壤传播^[12];松干基褐腐病和针叶树干基白腐病为典型的立木腐朽病,病原菌能在病死植株中能长期存活。由于我国有丰富的寄主资源、复杂的气候条件、便利的交通运输、大量的传播昆虫等条件,这类病害一旦随原木传入,极易定植和大面积扩散,因此必须关注其发展动态,加强进口原木检疫。

参考文献

- [1] HESSBURG P F, GOHEEN D J, BEGA R V. Black stain root disease of conifers[J/OL]. <http://www.docin.com/p-143419673.html>.
- [2] SCHWEIGKOFER W, OTROSINA W J, SMITH S L, et al. Detection and quantification of *Leptographium wageneri*, the cause of black-stain root disease, from bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Northern California using regular and real-time PCR[J]. Canadian journal of forest research, 2005, 35 (8): 1798 - 1808.

- [3] HADFIELD J S, GOHEEN D J, FILIP G M, et al. Root diseases in Oregon and Washington Conifers R6-FPM-250-86[M]. Portland, Oregon: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Region, Forest Pest Management, 1986.
- [4] HANSEN E M. Alien forest pathogens: Phytophthora species are changing world forests[J]. Boreal environment research, 2008, 13: 33-41.
- [5] WEBBER J F, HANSEN E M. Susceptibility of European and north-west American conifers to the North American vascular pathogen *Leptoglyphium wageneri*[J]. European journal of forest pathology, 1990, 20(6/7): 347-354.
- [6] GOHEEN D J, COBB F W Jr. Occurrence of *Verticicladiella wageneri* and its perfect state, *Ceratocystis wageneri* sp. nov., in insect galleries[J]. Phytopathology, 1978, 68(8): 1192-1195.
- [7] WALLIS G W, LEE Y J. Detection of root disease in coastal Douglas-fir stands using large scale 70-mm aerial photography[J]. Canadian journal of forest research, 1984, 14(4): 523-527.
- [8] FILIP G M, MORRISON D J. North America [C]//WOODWARD S, STENLID J, KARJALAINEN R, et al. *Heterobasidion annosum*; Biology Ecology, Impact and Control. Oxon: CAB International, 1998: 405-428.
- [9] WOODWARD S, STENLID J, KARJALAINEN R, et al. *Heterobasidion annosum*. Biology, Ecology, Impact and Control[J]. Plant pathology, 1999, 48(4): 564-565.
- [10] FILIP G M, MORRISON D J. Impact and management of *Heterobasidion annosum* root and butt rot; North America [C]//WOODWARD S, STENLID J, KARJALAINEN R, et al. *Heterobasidion annosum*; Biology Ecology, Impact and Control. Oxon: CAB International, 1998: 405-428.
- [11] 戴玉成. 异担子菌及其病害防治的研究现状[J]. 林业科学研究, 2005, 18(5): 615-620.
- [12] 廖太林, 叶建仁, 李百胜, 等. 浅谈加强林木病媒昆虫检疫的重要性[C]//2003'华东植病学术研讨会暨江苏省植物病理学会第十次会员代表大会. 苏州: 中国植物病理学会, 2003.

(上接第 43 页)

表 2 不同时期小麦倒二叶叶绿素含量与产量性状的相关系数

Table 2 The correlation coefficients of chlorophyll content and yield traits of second top leaves in different periods

性状 Traits	开花期叶绿素含量 Chlorophyll content at flowering stage	灌浆 1 期叶绿素含量 Chlorophyll content at 1st filling stage	灌浆 2 期叶绿素含量 Chlorophyll content at 2nd filling stage	灌浆 3 期叶绿素含量 Chlorophyll content at 3rd filling stage	灌浆 4 期叶绿素含量 Chlorophyll content at 4th filling stage
穗长 Spike length	0.108	0.186	0.043	0.064	0.124
结实小穗 Fertile spikelet	0.560	0.533	0.228	0.020	-0.560
退化小穗 Degradation spikelet	0.551	0.506	0.556	0.495	-0.476
每穗粒数 Grain number per spike	0.307	0.248	-0.272	-0.396	0.009
单穗重 Grain weight per spike	0.796**	0.773**	0.767**	0.677*	0.057
有效穗 Effective spike	-0.491	-0.454	-0.049	0.105	0.070
千粒重 1 000-kernel weight	0.612*	0.634*	0.962**	0.957**	0.072
小区产量 Plot yield	0.117	0.063	0.544	0.628*	0.192

注: * 表示 0.05 水平显著, ** 表示 0.01 水平显著

Note: * indicated significant at 0.05 level, ** indicated significant at 0.01 level

与何丽香等研究一致^[9,11]。该试验还探讨了开花期及灌浆期叶绿素含量变化,结果表明小麦旗叶和倒二叶在开花期和灌浆期叶绿素含量的变化大致相同,都表现为先缓慢升高,灌浆初期或灌浆中期达到最高峰后慢慢下降,在灌浆后期下降较快,灌浆末期表现最低。同时,叶绿素含量的变化与小麦抗病性尤其是抗条锈病密切相关,主要原因是条锈菌孢子侵染小麦叶片使叶片失绿,降低叶绿素含量。

关于叶片叶绿素含量与产量性状的关系,前人已有过相关的研究报道。何丽香等^[9]研究表明,小麦灌浆期上三叶叶绿素含量与穗粒数、千粒重和穗粒重均呈正相关;杨国华等^[7]研究表明无论是高温胁迫还是在常温下,春小麦旗叶叶绿素含量与千粒重和穗粒重均呈正相关,但相关性不显著。该试验通过对 9 个小麦品系在开花期和灌浆期旗叶和倒二叶叶绿素含量与产量性状进行相关分析,结果表明旗叶在灌浆 2、3 期的叶绿素含量与单穗重分别呈极显著和显著正相关;灌浆 2、3、4 期分别与千粒重呈极显著正相关;倒二叶在开花期和灌浆 1、2、3 期叶绿素含量分别与单穗重和千粒重呈显著或极显著正相关;倒二叶在灌浆后期的叶绿素含量与小区产量呈显著正相关。由此说明在小麦开花期和灌浆期,旗叶和倒二叶对小麦千粒重和单穗重有重要影响,不同叶片

在不同时期存在差异。在今后的小麦育种和改良工作中,应注重选择旗叶和倒二叶叶绿素含量高的品种,重点筛选灌浆后期旗叶和倒二叶光合持续时间长的抗病品种,最终达到小麦高产或超高产的育种目的。

参考文献

- [1] 朱庆森,张祖建,杨建昌,等. 亚种间杂交稻产量源库特征[J]. 中国农业科学, 1997, 30(3): 52-59.
- [2] 周云龙. 植物生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [3] 王韶唐. 小麦产量形成的生理基础[J]. 麦类作物学报, 1984(1): 21-23.
- [4] 刘贞琦,刘振业,马达鹏,等. 水稻叶绿素含量及其与光合速率关系的研究[J]. 作物学报, 1984, 10(1): 57-61.
- [5] 左宝玉,李世仪,匡廷云,等. 玉米不同层次叶片叶绿体的超微结构和叶绿素含量变化[J]. 作物学报, 1987, 13(3): 213-217.
- [6] 薛香,吴玉娥. 小麦叶片叶绿素含量测定及其与 SPAD 值的关系[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(11): 2701-2702.
- [7] 杨国华,董建力. 灌浆期高温胁迫对小麦叶绿素和粒重的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(8): 3-5.
- [8] 姜东燕,于振文. 土壤水分对小麦产量和品质的影响[J]. 核农学报, 2007, 21(6): 641-645.
- [9] 何丽香,傅兆麟,官晶,等. 小麦灌浆期上三叶叶绿素含量与产量和品质的关系[J]. 中国农学通报, 2014, 30(15): 183-187.
- [10] 张志鹏,傅兆麟. 小麦叶片叶绿素含量与产量关系研究进展综述[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(10): 36-37, 81.
- [11] 杨四军,王来花. 不同条件下小麦叶绿素含量及其与光合产物积累之间的关系[J]. 江苏农业科学, 1989(1): 4-7.