

我国湿地松抗松针褐斑病研究进展

叶建仁 李传道

摘要 湿地松松针褐斑病是我国南方松树上的重要病害。本文综合概述了我国自 80 年代初开始的湿地松抗松针褐斑病的研究,重点介绍了湿地松松针褐斑病的抗病选择和抗病机制的研究进展,并对这些研究作了分析评述。122 株抗病单株已被收集,4 hm² 抗病湿地松种子园已在福建省建立,松针褐斑病的抗病机制也作了初步分析。

关键词 湿地松、松针褐斑病、抗性选育、抗病机制

松针褐斑病(*Lecanosticta acicola* (Thum.) Sydow)原是美国南方松上的一种重要病害,可危害长叶松(*Pinus palustris* Mill.)、湿地松(*P. elliottii* Engelm.)和火炬松(*P. taeda* L.)等 20 多种松树^[1]。我国自 1978 年以来,在一些省区的湿地松幼林中陆续发生了松针褐斑病,感病植株轻者生长受影响,重者整株枯死,在严重地区还常造成 8 年生以下幼林成片毁灭。病害在福建、江西、安徽、广东、广西和浙江等省(区)普遍发生,尤其在发病较重的福建北部以及广东、江西和安徽的某些地区,已成为湿地松发展的一个严重障碍^[2]。松针褐斑病在我国流行以后,有关部门组织进行了 10 多年的系统研究,找到了一些在一般病区中控制病害发生和发展的方法,但在病害严重发生的地区,要经济有效地防治这一病害还很困难^[2]。因此,像世界上许多危害大、防治难的重要林木病害一样,我国于 80 年代初开展了湿地松对松针褐斑病的抗性选择和抗病机制研究。本文拟就这些研究工作的进展作一综述和分析。

1 湿地松抗松针褐斑病选择研究

树木抗病育种的主要途径归纳起来不外是选择树种、种源和单株以及通过杂交引入抗病基因。近二三十年来,种源选择和单株选择已经成为林木抗病育种首先采用的方法,而种间杂交培育抗病杂种由于时间长、难度大,较少采用。

1.1 湿地松、火炬松种源抗褐斑病选择

在种源抗病选择中,1985 年对国内的 8 个湿地松种源和 4 个火炬松种源进行自然感染测定表明,湿地松的种源中,感病最重的是福建南屿林场初引群体和第一代群体,它们的感病指数达 90 以上,浙江安吉三山林场、安徽马头林场和江西吉安地区林科所、广西柳州和安徽马鞍山等 5 个种源感病也较重,广东台山红岭种子园的种源感病指数最低,但也达到了 78.7。8 个湿地松种源中没有 1 个种源是抗病的。火炬松 4 个种源之间的感病性也没有差别,虽然它们比湿地松的各个种源都明显感病要轻,但感病指数也在 60 左右,至少达到了中度感病的水平^[3]。

同时,用自然感染法测定美国 7 个湿地松种源和 10 个火炬松种源的感病性,结果 7 个湿

地松种源也都高度感病,火炬松虽略轻于湿地松,但感病程度也较高,且种源之间没有明显差别^[3]。据报道,美国在松梭形锈病的抗病性改良中也没有发现湿地松存在着抗病种源。因此,湿地松和火炬松在对松针褐斑病抗病性方面的地理变异可能较小,在它们之中不存在着可利用的种源抗病性。

1.2 湿地松抗病优树选择

在自然情况下,湿地松个体之间的抗病性往往表现有较大差异,在一些感病很重的湿地松幼林中常有极少数植株感病很轻,甚至几乎不感染。因此,将这些具良好抗病表型的单株加以选择培育,应该是湿地松抗松针褐斑病遗传改良的可能途径。

1982年在福建沙县官庄林场和顺昌县洋口林场重病林中选择的4株抗病优树,平均感病指数仅1.7,而周围树的平均感病指数达84.0,选择差82.3,选择强度 $2.58^{[3]}$ 。1984年又在福建华安县和沙县重病林中选择了38株优树,其平均感病指数仅4.6,周围树平均感病指数93.6,选择差89,选择强度 $4.9^{[4]}$ 。1987年在江西吉安地区选择的37株优树平均感病指数也仅1.5,而周围树平均感病指数42.3,选择差40.8,选择强度 $1.36^{[4]}$ 。这些优树的树高和胸径不仅优于周围树,而且还明显大于正常健康林分中的树。

上述结果说明湿地松个体之间对松针褐斑病的感病性差异较大,优树选择是可行的。

1.3 采穗圃的建立和优树无性系的抗病性测定

目前国内外建立种子园最常用的方法是在抗病优树选择的同时,从各优树上采集穗条,集中嫁接繁殖成优树无性系,建立采穗圃,以此作为建立抗病种子园的穗条基地。

我国现已建立湿地松抗病采穗圃 3.1 hm^2 ,成活保存了优树无性系117个^[4]。对采穗圃中的优树无性系进行抗病性测定表明,117个优树无性系中有62个无性系表现具很高的遗传抗病性,抗病无性系占了优树无性系的 $1/2$,而且其它优树无性系也表现有一定程度的遗传抗病性,说明优树选择效果是比较高的^[4]。Fujimoto(1981)选择的抗松材线虫病的日本赤松(*P. densiflora* Sieb. et Zucc.)和日本黑松(*P. thunbergii* Parl.)优树,仅5%具高度抗病性^[6]。此外,我国各地区松针褐斑病菌的致病性基本一致^[7]。因此,筛选出的湿地松抗病无性系所具有的遗传抗性将可能抵御我国各湿地松栽培地区松针褐斑菌的侵染。目前采穗圃已经为营建种子园提供了相当数量的抗病无性系穗条^[4]。

1.4 湿地松抗病无性系种子园的建立

1988年用筛选出的抗病无性系,在松针褐斑病发病严重地区的福建省沙县官庄林场建成我国第一个林木抗病种子园——湿地松抗病无性系种子园 4 hm^2 ,园内配置有39个抗病无性系的819株抗病的湿地松,平均每 666.6 m^2 约14株^[4]。园内最高植株1994年已达8m以上,大多为6~7m,而且仍表现极高的抗病性。种子园中各无性系的抗性主要表现为数量抗性,受微效多基因控制,因此这种抗性在后代传递中一般能或多或少地保留亲本特性。美国在湿地松、火炬松抗梭形锈病育种中,用抗病表现型建立起来的种子园生产的种子育成林分,其感染率较对照低10%~28%,增益提高35%^[8,9]。美国在长叶松抗松针褐斑病优树选择的研究中,抗病长叶松母树控制授粉或自由授粉子代均显示较高抗病性,针叶受侵率最高为34%,而对照为74%^[10]。又据研究540个长叶松亲本自由授粉子代对褐斑病抗性的遗传率为 $0.57^{[11]}$ 。我国建的种子园是表型选择后又经无性系抗性测定筛选的抗病无性系,其抗病性的遗传力应该会更高些。此外在抗病选择的同时还注意了对树高和胸径的选择,因此,子代在抗病和生长两

方面的指标都可能会优于普通湿地松种子长出的植株。

2 湿地松抗松针褐斑病机制研究

2.1 湿地松针叶的组织结构与抗病性

组织病理学观察研究表明,在典型褐色圆形病斑的叶肉组织中很容易见到菌丝,而且无论是易感针叶还是抗病针叶,菌丝都只分布于叶肉组织中,不进入内皮层。感病针叶的病组织中菌丝较多,不仅近子实体处有,远离子实体处也有,菌丝附近叶肉细胞大多崩溃。在病组织以外的健康组织中未见有菌丝。抗病针叶的病组织中菌丝较少,仅分布于近子实体处。在仅有初期症状褪色小斑点的针叶中菌丝很少且不易分辨^[12]。由此说明病菌侵入寄主后主要活动部位是在叶肉组织中。过去的研究证实松针褐斑病菌是通过气孔侵入针叶的,因此气孔和叶肉组织应该是结构抗性研究的主要对象。

然而解剖分析显示,湿地松的抗病针叶与易感针叶在气孔的密度、开口大小、上下室宽以及保卫细胞结构、排列和开度等方面没有明显差别。而且在抗病针叶表面病菌孢子也能良好萌发并伸达气孔^[13,14]。但抗病针叶的叶肉层明显比易感针叶叶肉层厚 $40 \sim 50 \mu\text{m}$ ^[12],这与田间抗病株针叶往往比易感株针叶显得粗壮的情况相吻合。此外,抗病针叶与易感针叶之间叶肉组织中的树脂道数量存在着明显差别,抗病针叶的树脂道数量一般为 5 个以上,易感针叶大多为 3~4 个,明显比抗病针叶少^[12]。

因此,可以认为抗病湿地松的抗性机制主要是建立在叶肉组织中,而作为病菌侵入门户的气孔在湿地松对松针褐斑病的抗病性中可能不具有重要作用。

2.2 湿地松针叶中的松脂含量与抗病性

在对抗病和感病树针叶中的松脂含量进行的比较分析中发现易感湿地松针叶的平均松脂含量为 5.46% (占恒干重百分含量),抗病无性系针叶的平均松脂含量为 7.16%,抗病针叶比易感针叶的松脂含量明显高^[12]。将湿地松针叶的树脂道数量与松脂含量进行相关分析,结果两者呈显著的正相关,相关系数达 0.60。美国在研究长叶松对松针褐斑病的抗病性中也发现抗病树的针叶松脂含量比较高^[15]。因此,高松脂含量可能是松针抗病的重要因素之一。

2.3 湿地松针叶中单萜、倍半萜的化学组成与抗病性

过去对松树树干松脂的化学组成研究较多^[16,17]。松脂的化学组成主要是树脂酸和中性油,它们与抗病性的关系,一般认为树脂酸对于病菌的不利影响主要是本身的机械障碍作用,而中性油中的主要组份单萜和倍半萜则具有杀菌作用^[18]。因此近年来在抗病机制研究中,萜类物质与抗病性的关系已开始为人们所注意,尤其在松属(*Pinus*) 树木对一些枝干病害的抗病机制研究中,但研究结果报道不一^[18-22]。总的说来,萜类物质在松树抗病性中的作用和地位的研究基本上还处于初级阶段。

我国 1988 年开始对湿地松针叶中单萜和倍半萜的化学组成及各组份的相对含量与抗松针褐斑病的关系进行了研究^[23],取得了阶段性结果:

(1) 湿地松针叶松脂萜烯的化学组成与树干松脂中萜烯化学组成相差很大。树干松脂几乎不含倍半萜,而针叶松脂不仅含 10 多种倍半萜,而且倍半萜含量近于甚至高于针叶中单萜的含量。针叶松脂的单萜中有香草醇、薰衣草醇、芳樟醇、正癸醇、乙酸松油酯等,而在树干松脂中却没有这些组分^[17]。

(2) 抗病树针叶与易感树针叶的松脂在萜烯组成上的差异主要表现在少数几种低含单萜上, 其中特别明显的是易感树针叶中有异龙脑和香草醇, 而抗病树针叶中却没有。其它单萜和倍半萜组份在抗病树针叶和易感树针叶中都有, 而且各组份的相对含量与抗病性强弱间看不出有明显相关。

(3) 湿地松不同无性系和单株针叶中各萜烯含量相关分析表明, 绝大多数萜烯之间含量上的变化没有明显的相关性, 说明各萜烯组份基本上是由不同基因控制独立遗传的。

以上结果表明, 抗病树针叶中高含量的松脂对病菌的影响如果主要是由于萜烯类物质的抑菌作用, 则起作用的可能不会仅仅是少数 1~2 种单萜和倍半萜, 多种单萜和倍半萜可能都有作用。在研究中还发现异龙脑和香草醇这两种低含单萜只存在于易感针叶中, 抗病针叶中都没有。显然这两种单萜与针叶的感病性存在着某种联系。而且导致这种关联的可能是控制这两种单萜的基因与控制感病的基因连锁或紧密相关。因此, 关于萜类物质与湿地松抗病性的关系尚有许多问题需进一步研究。

2.4 湿地松松针水抽提液及其酸度与抗病性

利用某种溶剂抽提抗病植物材料中的某些成份, 进行抑菌和抗菌效果测定, 以研究植物抗病的原因和抗病物质的种类是植物抗病性研究中经常采用的方法^[24]。作者曾以水作为抽提溶剂, 分析探讨了抗病湿地松针叶的水抽提物对于抗松针褐斑病的可能作用。方法一, 用湿地松抗病无性系和易感株针叶的水抽提液做松针褐斑病菌分生孢子萌发试验, 结果分生孢子在抗病松针水抽提液中的萌发率明显低。方法二, 将抗病和易感松针水抽提液经过滤灭菌后, 定量移入三角瓶内, 再接入定量的分生孢子悬浮液, 振荡培养 30 d。结果抗病和易感湿地松松针水抽提液中病菌生长情况明显不同, 抗病针叶中仅 1/4 的三角瓶内产生子实体, 而易感针叶中不仅有 3/4 的三角瓶内产生子实体, 且每瓶内子实体形成的数量也明显较多。在自然情况下, 我国的马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 对松针褐斑病是高度抗病的树种, 而黑松则是高度感病的树种^[3]。用这两个树种的针叶水抽提液做病菌生长试验, 也得到相似的结果。说明抗病的松针抽提液中存在对松针褐斑病菌生长不利的因素, 这种因素可能是松针抗病的诸多因素之一。目前还不清楚这种抗病因素是由于抗病针叶中存在抑制物质还是由于缺乏某种病菌生长必需物质, 但其作为抗病因素之一, 对病菌的抑制作用是很明显的。

国外有研究报道欧洲赤松(*Pinus sylvestris* Linn.) 针叶水抽提液的酸度和缓冲容量与对松落针病(*Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev.) 的抗病性有密切关系^[25]。湿地松针叶水抽提液的酸度和缓冲容量与抗松针褐斑病关系的研究表明, 抗病湿地松和易感湿地松针叶水抽提液的酸度没有明显差别, 都在 pH 值 3.5~4.0 之间, 在病菌生长的最适范围内(pH 3~6)。马尾松和黑松松针水抽提液的 pH 值分别为 4.2 和 4.0 都比湿地松略高些。缓冲容量分析结果表明, 抗病湿地松与易感湿地松的缓冲容量几乎完全相同, 马尾松和黑松的缓冲容量又都明显比湿地松小。可见抗病针叶和易感针叶水抽提液的酸度和缓冲容量与对松针褐斑病的抗性程度没有明显的关系。

将抗性程度不同的松针水抽提液经过滤灭菌后, 接入松针褐斑病菌, 振荡培养 30 d, 测定培养液的酸度变化。结果, 抗病和易感湿地松针叶的水抽提液酸度基本上不变, 马尾松和黑松针叶水抽提液的 pH 值, 分别上升 1.1 和 0.79。显然, 松针褐斑病菌不象松落针病菌那样需改变基质的 pH 值以适应自身生长的要求。

2.5 针叶中黄酮类物质含量及叶绿素含量与抗病性

黄酮是一类在离体情况下对微生物有较强毒性的物质,广泛分布于松属和松科其它植物中^[26]。研究表明,湿地松针叶中普遍存在着黄酮类物质,而且不同无性系间或单株间含量相差很大,但抗病和易感树针叶之间在黄酮含量上无明显差异($F < 1$),前者含量为 2.94 mg/g 针叶鲜重,后者为 2.56 mg/g 鲜重^[27]。

自然情况下,湿地松抗病株的针叶往往显得比易感株针叶绿色更深。对抗病针叶中叶绿素含量的研究表明,湿地松个体间针叶中的叶绿素含量非常接近,大约在 0.35 ~ 0.45 mg/g 鲜重之间,抗病无性系平均含量 0.413 mg/g 鲜重,略高于易感株的平均水平 0.383 mg/g 鲜重,但两者差异未达显著水平^[27]。

2.6 过氧化物酶、多酚氧化酶、苯丙氨酸解氨酶和 6-磷酸葡萄糖脱氢酶活性与抗病性

酚类化合物是植物体中一类具重要抗菌作用的物质。作为酚类代谢过程中关键酶的苯丙氨酸解氨酶(PAL)以及参与酚类氧化或缩合的过氧化物酶(PO)和多酚氧化酶(PPO)与植物的抗病性有着重要关系,如苯丙酸类代谢途径可以形成包括木质素、酚类物质、类黄酮等重要的具抗性作用的次生代谢物,而过氧化物酶(PO)和多酚氧化酶(PPO)则可将酚类氧化为醌类以增大抗菌力或参与木质素前驱物质的聚合作用(polymerization),以起到细胞壁木质化的作用^[26, 28]。在植物有氧呼吸途径中,除糖酵解—三羧酸循环途径外,还存在着另一种很重要的磷酸戊糖途径,在这个途径中可以形成许多在生理活动中十分活跃的中间产物,如赤藓糖-4-磷酸可直接参与莽草酸和萜烯类化合物的合成等。因此,作为此途径的关键性酶 6-磷酸葡萄糖脱氢酶的活性水平与植物的抗病性有密切的联系。

对湿地松抗病无性系和易感株和健康针叶中 4 种酶的活性测定表明,抗病针叶中的过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性、苯丙氨酸解氨酶活性和 6-磷酸葡萄糖脱氢酶活性都明显比易感株高^[29, 30]。用松针褐斑菌的毒素粗提液处理针叶后,测定抗感病针叶中上述 4 种酶的活性变化,结果显示毒素处理后针叶中的过氧化物酶和 6-磷酸葡萄糖脱氢酶活性和比活性均比处理前提高 1 倍,抗病和易感树针叶的变化幅度一样。苯丙氨酸解氨酶和多酚氧化酶活性在毒素处理后基本不变或略有下降,无论是抗病针叶还是易感树针叶都是如此^[29, 30]。说明抗病树针叶中这几种酶对病菌毒素并不表现有特殊的抗性反应。

由此看来,在抗病树针叶中可能有多种抗病物质的含量高于易感树针叶。因此,在湿地松对松针褐斑病的抗病性中先天性的抗病因素显然存在,而且从高抗植株在田间几乎完全不受感染,用病菌毒素处理,其针叶中的上述几种酶的活性又几乎不发生特殊变化的情况来看,这种先天性抗病因素很可能是抗病的主要基础。

3 问题与讨论

抗病无性系种子园目前尚未结实。虽然从多方面的分析来看,子代在抗病和生长两方面的指标应该会优于普通湿地松种子,但是子代的抗病性到底能保留多少,能否象亲本那样表现出高度的抗性或至少能达到在重病区中可应用的程度,还得经子代抗病性评价才能确定。目前当务之急是要研究如何促进种子园尽快进入结实期,以便进行子代的抗病性遗传变异研究,从而为重病区域发展湿地松提供可靠的抗病良种。

抗病湿地松是从相对较为混杂的湿地松种群中选择出来的,抗病性主要表现为数量抗性,

受微效多基因控制,其抗病机制可能是多因素的综合作用。此外,抗病单株和抗病无性系在自然感染和人工感染中都感病很轻,或几乎不受感染,表现有很强的抗病性。因此,从目前研究所揭示的高松脂含量和水溶性抑菌物质等与抗病性的关系来看,这些因子可能只是寄主抗病的部分基础。关于高松脂含量的抗病作用,水溶性抑菌物质的种类以及其它抑菌物质存在与否等都需继续加以研究,病菌侵入后寄主的主动抗病反应及其作用等也还要进行更加深入的分析 and 研究,因此要全面揭示湿地松的抗病机制还有许多工作要做。

参 考 文 献

- 1 Wolf F A, Barbour W J. Brown spot needle disease of pines. *Phytopathology*, 1941, 31(1): 61 ~ 74.
- 2 李传道,叶建仁,韩正敏,等. 松针褐斑病在湿地松幼林中的发展. *南京林业大学学报*, 1987, 11(2): 1 ~ 7.
- 3 叶建仁,韩正敏,李传道,等. 湿地松、火炬松种源抗褐斑病试验和抗病优树选择. *南京林学院学报*, 1986, 10(2): 27 ~ 36.
- 4 叶建仁,韩正敏,李传道,等. 湿地松抗褐斑病无性系种子园营建技术研究. *南京林业大学学报*, 1991, 15(2): 23 ~ 29.
- 5 Riker A J. Selecting white pine for resistance to blister rust (abstract). *Phytopathology*, 1949, 39(1): 20.
- 6 Fujimoto Y, Ohba K. The first year result of the breeding of Japanese pines for resistance to the wood nematode. 17 IUFRO World Congress, 1988, Division 2: 287 ~ 290.
- 7 韩正敏,李传道. 中国不同地区不同寄主松针褐斑病菌株比较. *南京林业大学学报*, 1991, 15(1): 1 ~ 8.
- 8 Schmidt R A, Powers H R, Jr., et al. Application of genetic disease resistance for the control of fusiform rust in intensively managed southern pine. *Phytopathology*, 1981, 71(9): 993 ~ 997.
- 9 Goddard R E, Schmidt R A, Linde F V. Effect of differential selection pressure of fusiform rust resistance in phenotypic selections of slash pine. *Phytopathology*, 1975, 65(3): 336 ~ 338.
- 10 Derr H J, Melder T W. Brown spot resistance in longleaf pine. *Forestry Science*, 1970, 16(2): 204 ~ 209.
- 11 Suyder E B, Derr H J. Breeding longleaf pines for resistance to brown-spot needle blight. *Phytopathology*, 1972, 62(3): 325 ~ 329.
- 12 叶建仁. 湿地松抗松针褐斑病机制研究——松针组织结构和松脂含量分析. *南京林业大学学报*, 1991, 15(3): 24 ~ 30.
- 13 叶建仁,周显明,李传道,等. 松针过氧化物酶及其对松针褐斑病抗性. *南京林业大学学报*, 1987, 11(1): 15 ~ 24.
- 14 Kais A G. Environmental factors affecting brown spot infection on longleaf pine. *Phytopathology*, 1975, 65(12): 1389 ~ 1392.
- 15 Verrall A F. The resistance of saplings and certain seedlings of *Pinus palustris* to *Spectoria acicola*. *Phytopathology*, 1934, 24(11): 1262 ~ 1264.
- 16 王正喜,程芝. 湿地松高产脂单株和类型选择及松脂成份的研究. *林产化学与工业*, 1983, 3(3): 1 ~ 9.
- 17 周正斌. 湿地松松脂、松香的化学组成特征和枞酸化学的研究. 1990, 南京林业大学博士学位论文.
- 18 Schuck H J. Monoterpenes and resistance of conifers to fungi. Resistance to diseases and pests in forest trees. Proceedings of the workshop, 3rd, Wageningen, PUDOC, illus, 1982, 169 ~ 175.
- 19 Michelozzi M, Squillace A E, White T L. Monoterpene composition and fusiform rust resistance in slash pine. *For. Sci.*, 1990, 36(2): 470 ~ 475.
- 20 Kerstin F. Effects of monoterpene of *Fomes annosus* and its phenol oxidase activity. *European J. Forestry Pathol.*, 1979, 9(1): 1 ~ 6.
- 21 Rockwood D L. Monoterpene-fusiform rust relationship in loblolly pine. *phytopathology*, 1973, 63(5): 551 ~ 553.
- 22 Rockwood D L. Cortical monoterpene and fusiform rust resistance relationships in slash pine. *Phytopathology*, 1974, 64(7): 976 ~ 979.
- 23 叶建仁,尚贤贤,李传道. 湿地松针叶中的松脂含量及单萜、倍半萜组成与抗褐斑病的关系. *植物病理学报*, 1995, 25(3): 265 ~ 269.

- 24 Mwangi L M, Lin D, Hubbes M. Chemical factors in *Pinus strobus* inhibitory to *Armillaria ostoyae*. *European J. For. Pathol.*, 1990, 20(1): 8 ~ 14.
- 25 Scholz F, Stephan B R. Buffering of pH in plant organs and resistance against fungi. Resistance to diseases and pests in forest trees. Proceedings of the workshop, 3rd, Wageningen, PUDOC, illus, 1982, 176 ~ 186.
- 26 铃木直治等(张际中等译). 近代植物病理化学. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 88 ~ 89, 121 ~ 134.
- 27 叶建仁, 薛建明, 姜晓装. 松针中黄酮类物质及叶绿素含量与褐斑病的关系. *森林病虫通讯*, 1993, (4): 8 ~ 10.
- 28 佛赖伊 W E. 植物病害管理原理. 北京: 科学出版社, 1988. 216 ~ 243.
- 29 叶建仁, 黄素红, 李传道, 等. 湿地松针叶中苯丙氨酸解氨酶和磷酸-6-葡萄糖脱氢酶与抗褐斑病的关系. *林业科学*, 1994, 30(5): 430 ~ 436.
- 30 叶建仁, 黄素红, 李传道, 等. 抗松针褐斑病湿地松体内氧化酶的变化. *南京林业大学学报*, 1995, 19(1): 8 ~ 14.

States and Advances of Resistant Studies on Slash Pine to Brown Spot Needle Blight in China

Ye Jianren Li Chuangdao

Abstract Brown Spot needle blight of pine is one of the most serious pine diseases in south China. Resistance studies on slash pine to brown spot needle blight in China have been made since 1980s. This paper would give a general statement about these researches. Especially, the research advances on selecting resistant slash pine and their resistance mechanisms were reviewed respectively. 122 resistant slash pine individuals had been got and 4 ha resistant slash pine seed orchard has been established in Fujian Province. Their resistant mechanisms have been analyzed in general.

Key words *Pinus elliottii*, *Lecanosticta acicola*, resistance selection, resistance mechanisms

Ye Jianren, Associate Professor, Li Chuangdao (Nanjing Forestry University Nanjing 210037).