

不同腐朽程度的云南松心材用不同培养基与菌种进行的耐腐性试验研究

富岩 周光化

(中国林科院木材工业研究所)

摘 要

本文报道了麦芽糖琼脂、沙子和土壤培养基和木腐菌——彩绒革盖菌和密粘褶菌——用于测定不同腐朽程度的云南松心材的耐腐性,以及在扫描电镜下观察腐朽材细胞结构变化的结果。试验结果表明,腐朽材的耐腐性随腐朽程度的增大而降低。扫描电镜揭示,菌丝穿透细胞壁的孔洞越多、细胞壁破坏越严重,木材的腐朽程度就越高。

一、前 言

在我国过熟林中都有一定数量的心腐材,例如云南林区每年木材产量约有二百万立方米⁽¹⁾,是我国西南高原的重要针叶树种之一,其构造、主要物理力学性质、耐腐性等与马尾松相似⁽²⁾。云南松的心腐材为数不少。据云南有关单位调查结果,云南松的立木腐朽在Ⅲ龄级以上林木,随树龄增加受感染率也增大,特别在过熟林内感染较为严重,并认为该树种立木腐朽主要是受红腐层孔菌(*Fomes pini* (thore) Karst)侵害⁽¹⁾。

多年来,国内外对健康材的耐腐性做了大量的研究^(3-6,8-10),但对心腐材耐腐性的研究少有报道。红腐层孔菌是针叶树立木中常见的心腐菌之一,它从枯枝侵入,在心材部分向上下蔓延,向上的速度快,形成筛孔状腐朽(东北俗称蚂蚁蛸)。从魏亚等对红松蚂蚁蛸材的几种物理力学性质的试验结

果来看⁽⁷⁾,初期时密度、吸水性与健康材无大差别,纵压强度也无显著降低,静曲强度为健康材平均强度的95%,到中、后期分别降低至75%和50%,冲击强度在初期也无降低,中期为健康材平均强度的89%。至于云南松心腐材的材性如何,将在我们同期试验的总报告中阐述。该菌侵入的初期多在早材部分,为分散型的红斑块状,中期渐渐形成点状或轮状连成一片,以后才出现空洞,似蚂蚁空穴。初期木材心材受真菌的刺激促进松木的树脂积聚,硬度反比健康材的大,其他强度也不低。由于我国对木材的使用及保管条例等还未完整地制定,使一些还可利用的心腐材未能得到充分和合理利用,造成了浪费。本试验的主要目的是对云南松不同程度的心腐材进行耐腐性测定及在电镜下观察微观结构的变化,结合其材性测定,可为合

※本室吕惠梅同志参加部分工作,本院电镜室协助电镜观察,特此致谢。

※※本文共有19张电镜照片,因无铜版纸未能刊登,请读者见谅。

理利用木材提供参考。

二、材料与方法

1. 菌种与试材

本试验采用两种我国常见的、对木材危害较大的木腐菌：彩绒革盖菌 *Coriolus Versicolor* (L.ex Fr.) Quelet 和密褶褶菌 *Lenzites trabea* (Pers.ex Fr.) 试材是云南松 *Pinus Yunnanensis* Franch 不同腐朽程度的心腐材，采自昆明、甸尾、楚雄、格里坪、期纳、茛莪等木材厂、贮木场和林场。

试材的准备：将年轮、密度较为一致的云南松心腐材（ $2 \times 2 \times 1$ cm），按腐朽程度在肉眼下区分为三级。初腐：试材仅颜色变化为淡紫红色或表面有局部微腐朽迹象，用指甲掐之，硬度与健康材几乎无差别。有时可以因初腐，使树脂积聚，材质变硬，颜色较为深暗；中腐：介于初腐和重腐之间，木材变得很粗糙，或在弦面上出现浅红色斑点或横断面上呈新月状或轮状斑迹，用指甲掐之，硬度有所下降，但纤维难剥落或捻碎；重腐：试材局部或全部都已腐朽，变得松软或疏松，呈筛孔状或粉末状，易剥落或捻碎；对照材：材质完好的云南松心材。对这些试材分组编号，烘干称重，在小容器内（相对湿度95%以上），定湿14天左右，使其含水率达30%以上，消毒备用。

2. 培养基

采用了三种培养基。麦芽糖琼脂培养基^[4]：麦芽糖（市售饴糖）用蒸馏水稀释至比重1.05（波美氏比重计），分装在装有3%琼脂的三角瓶中，每瓶150ml，在0.14MPa蒸汽压力下灭菌25分钟；沙子培养基^[5]：锯屑15克，玉米粉8.5克，河沙（洗净、烘干）150克，比重1.05的麦芽糖液100ml，红糖1克。先依次将锯屑、玉米粉、河沙倒入三角瓶内，搅匀、摊平后放入3块马尾松边材垫木（ $2 \times 2 \times 0.5$ cm），再慢慢倒入麦芽糖和红糖混合液，最后在0.14MPa蒸汽压

力下灭菌50分钟；土壤培养基参照美、英国国家标准^[8-10]，把采自本院白皮松林和香山公园树林下表层黑土（pH6.6），经2mm和5mm筛子过筛混合，在30—40℃烘箱中低温烘3—5天，测其含水率。然后分装在培养瓶中，每瓶240克，摊平后放入3块马尾松边材垫木（ $2 \times 2 \times 0.5$ cm），再根据已测土壤含水率加入143ml比重为1.05的麦芽糖液（预计使其含水率达40%），在0.14MPa蒸汽压力下灭菌50分钟。

3. 接种与培养

将培养好的菌丝平板，用接种针切下约0.5cm²菌丝体分别接入备好的培养瓶中，置于培菌室在温度25℃、湿度65—90%条件下培养。待培养基及垫木表面长满菌丝时，将试材依次（初、中、重、对照）放入菌瓶，每瓶3块。定期观察记录菌丝生长的速度、菌丝层厚度、颜色及感染面积等。

4. 试材耐腐力的测定

试材受菌感染4个月从瓶中取出，观察记录菌丝生长的最终情况，然后刮去表面菌丝，记录试材的干湿、软硬、变形及被菌破坏的程度，最后将试材在 100 ± 5 ℃烘箱中烘至恒重，求出重量损失率，以此判定试材耐腐力的强弱。

$$\text{重量损失率} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100(\%)$$

式中：T₁——试材试验前的绝干重；

T₂——试材试验后的绝干重。

5. 电镜样品的准备和观察

取腐朽程度不同的云南松心材和经耐腐性试验后的同种试材，经软化、切片、（横、径、弦三个面）洗涤、脱水、自然干燥、真空喷镀（碳、金双层）处理后，用PHILIPS SEM-505-扫描电镜观察细胞壁的变化。

三、结果与讨论

1. 两种木腐菌在麦芽糖琼脂平板上的生长状态，如表1；

表1 二种木腐菌在麦芽糖琼脂平板上的生长状态

菌种 \ 生长天数	3	5	7	8	10
彩绒革盖菌 (Cv)	菌丝白色、短绒、菌丝层很薄、边缘很圆滑、直径2.5cm	菌丝白色、短绒、薄层、直径5.36cm	菌丝白色、短绒、薄层、直径8.5cm (长满)		
密粘褶菌 (Lt)	菌丝乳白色、长绒、菌丝层厚、似小馒头、边缘不圆滑、直径2.72cm	菌丝乳白、长绒、厚(边缘薄)、直径4.22cm	菌丝乳白、长绒、厚、直径5.72cm	菌丝浅淡黄色、长绒、厚、直径5.99cm	菌丝淡黄色、长绒、厚、直径8.5cm(长满)

2.两种木腐菌在三种培养基上的生长状态

从表2中不难看出，无论是Cv还是Lt，在沙子培养基中生长占优势，其次是在麦芽

表2 二种菌在三种培养基上的生长状态

培养基		麦 芽 糖 琼 脂	沙 子	土 壤
试材数 (块)		36	36	36
菌 感 染 时 间 (天)				
Cv	7	白色、短绒、长满、稍厚、茂盛	白色、短绒、满、薄一稍厚、茂	白色、短绒、满、极薄一较厚、茂
	30	白色、短绒、长满、较厚、茂盛	白色、短绒、满、厚、茂	白色、短绒、满、稀薄一厚、茂
	60	白色、绒、长满、厚、茂盛	白色、短绒、满、厚、茂	白色、短绒、满、稍薄一厚、茂
	120	培养基和试块上菌丝厚1cm	培养基和试块上菌丝厚1.5cm	培养基和试块上菌丝厚0.5cm
Lt	7	乳白、长绒、厚、茂、有3块未长满	乳白、长绒、满、很厚、茂	乳白、长绒、厚、茂、有2块未长满
	30	淡黄、长绒、满、厚至三块菌丝团连成一个平面	淡黄、长绒、满、厚至三大块菌丝团连成一平面	淡黄、长绒、满、形成三块菌丝团
	60	蛋黄色菌丝，其他同上	蛋黄色菌丝，其他同上	蛋黄色菌丝，其他同上
	120	菌丝层厚达3—6cm	菌丝层厚达5.5—8cm	菌丝层厚达2.5—5cm

糖琼脂培养基上，再次是在土壤培养基上。其原因是沙子培养基的湿度持久，至试验后期仍在45%以上，而土壤培养基湿度在30%以下，麦芽糖琼脂培养基部分干裂。因为大多数真菌，包括木腐菌在内，都是在比较高的湿度下发育好，当试材含水率达40—60%时木腐菌生长旺盛、腐朽能力最强。此外，沙子培养基内营养丰富，有利于木腐菌生长。

3.不同腐朽程度的云南松心腐材耐腐性比较

我们用目测法将密度较为一致(每公分内年轮数6—9)、程度不同的筛孔状腐朽试材分成初、中、重三级，各选9块，每瓶3块，共3瓶与同样数量的健康云南松心材、边材在相同条件下进行对比试验，如表3：

从表3可以看出，三种培养基和二种菌

表3 二种菌在不同培养基上对程度不同的云南松筛孔状心腐材的重量损失率比较

菌种 \ 培养基	试 材	初 腐	中 腐	重 腐	心材对照	边材对照
Cv	麦芽糖琼脂	16.6	21.1	25.7	15.7	26.7
	沙 子	31.2	39.1	52.0	21.7	41.5
	土 壤	5.5	13.2	24.1	4.0	24.4
Lt	麦芽糖琼脂	30.8	39.9	45.4	29.2	44.1
	沙 子	34.8	60.0	69.2	—	49.0
	土 壤	26.3	29.9	34.8	28.9	38.9

种有一种共同的趋势：试材重量损失率随着试材腐朽程度的增大而增大，即试材腐朽越严重，其耐腐蚀性越小。如在沙子培养基上Cv菌使试材的重量损失率分别为：初腐31.2%、中腐39.1%、重腐52%；Lt菌使试材的重量损失率分别为：初腐34.8%、中腐60%、重腐69.2%。在麦芽糖琼脂和土壤培养基上也是同样的规律。从这一比较还可看出，不同菌种导致试材腐朽程度有差异，同种培养基下Lt比Cv致腐力大，这与Lt属褐腐菌对针叶树材腐朽力大、Cv属白腐菌对阔叶树材腐朽力大的特性有关系⁽³⁾。同时也可知，心腐材的重量损失率普遍比健康心材的重量损失率要大，有的大一倍以上，并且已有筛孔状腐朽的心材更易受木腐菌败坏。

4. 不同培养基对云南松心腐材重量损失率的影响

沙子培养基成分多样，营养丰富，来源广泛，经济，能保持较高的湿度，因此在沙子培养基上的试材重量损失率最大。在菌种、试材及培养条件相同的情况下，培养基对试材重量损失率增加的顺序为：沙子培养基>麦芽糖琼脂培养基>土壤培养基。

麦芽糖培养基的优点是其组份单一、配制简单、使用方便。但由于湿度保持力较差，培养基水份蒸发较快，到试验终期（3—4个月）时培养基发干。

土壤培养基较沙子和麦芽糖琼脂培养基更接近于自然状态，不少国家如美国、新西兰等将其作为土壤木块法试验的标准培养基。本试验结果则不够理想，试材的重量损失率不高。究其原因，可能是土壤本身的条件不适及配制方法不当。如试验前没测定土壤保水力，配制时湿度不足，以致试验终期培养基湿度低于30%，影响试材的含水率，因此木腐菌在试块和培养基上生长不好，试材重量损失率较低。

5. 扫描电镜下腐朽材的结构观察

应用扫描电镜技术研究木腐菌对木材腐朽过程及木材细胞壁结构的变化，是先进的

手段^(6,11)，我们是初次尝试。试材取自云南松筛孔状心腐材及其经耐腐蚀性试验后的试材，从横切面、径切面、弦切面进行观察，清楚地看出试材的细胞有明显的变化。（1）试材的腐朽程度、重量损失率与菌丝量、菌丝侵蚀细胞壁所形成的孔洞及细胞壁破坏程度是密切相关的⁽⁶⁾。横切面电镜照片上，对照材（取自树干心材）：细胞排列整齐，细胞壁厚度均匀，无菌丝；初腐材：细胞排列不太整齐，细胞壁薄厚不均，有少量菌丝穿透，中腐材：细胞结构不成形，被破坏较严重；重腐材：细胞壁结构完全破坏，形成腐朽洞，菌丝较多。这说明了腐朽菌丝越多、孔洞越多、细胞壁破坏越严重，木材腐朽的程度就越高。（2）已发生腐朽的木材仍能为木腐菌提供生存的养料，使腐朽程度加重。

根据肉眼和电镜观察结果，我们认为：

（1）腐朽初期的木材在没有特殊要求情况下是可以利用的，因其细胞壁结构变化不大，硬度和强度基本不变。腐朽中期的木材，因其细胞壁结构破坏较严重，硬度和强度已开始下降。腐朽后期的木材，特别是其严重者，细胞壁破坏严重，形成了大大小小的孔洞，完全失去了木材应具有硬度和强度。（2）对于初腐材的利用，需先进行防腐处理，否则，木材中的菌丝会继续发展，使之使用年限缩短，造成损失。对中腐材，除需进行防腐处理外在利用时要加以限制，对重腐材不能盲目使用。（3）在研究腐朽材、木腐菌致病过程中进行腐朽分等分级时，扫描电镜是很重要的工具之一。

四、结 论

1. 不同程度云南松筛孔状心腐材受两种试验菌的侵染，它随腐朽程度的增加而增大。如对Cv菌来说，在沙子培养基上，对照、初、中、重腐材的重量损失率分别为21.7、31.2、39.1、52.0%。对Lt菌来说，在麦芽糖琼脂培养基上，重腐材的重量损失

率比中腐材的大5.5%；中腐材的比初腐材的大9.1%；初腐材的比对照材的大1.6%。

2. *Li*菌种对云南松心腐材的致腐力大于 *Cv*菌种。

3. 对腐朽材的利用，应进行防腐处理，限制利用，决不能盲目使用。

4. 菌丝穿透细胞壁的孔洞越多，细胞壁破坏越严重，木材的腐朽程度、重量损失率就越大。

参 考 文 献

- (1) 云南林业局, 1979, 云南木材生产情况调查。
- (2) 成俊卿, 1980, 《中国热带及亚热带木材识别、材性和利用》, 科学出版社。
- (3) 汤宜庄、纪成操、周明, 1973, 我国重要树种的木材耐腐性试验, 江西林业科技, No.4.
- (4) 周光化, 1963, 以氟、砷化合作为基础几种水溶性防腐剂混合后毒性的研究, 森工(63)6.
- (5) 周明、纪成操, 1979, 六种水溶性复合防腐剂

对木材真菌与白蚁的毒性和流失性的研究, 林业科学, 第1期。

- (6) 周明、腰希申, 1978, 应用扫描电子显微镜对杨木及其塑合材抗腐性的研究, 林业科学, 第3期。
- (7) 魏亚等, 1957, 木材性质的研究(一), 中国科学院土、木建筑研究所, 研究报告。
- (8) American revised standard: 1971, Revised standard method of testing Wood Preservatives by laboratory soil-black custures, A.W.P.A.
- (9) Annual book of ASTM standards part 22:1980, Wood Adhesives, 1122.
- (10) British standard, 1961, Methods of test for to toxicity of Wood Preservatives to fungi No.838.
- (11) Findlay, G.W.D. and Levy, J.F., 1969, Scanning electron microscope as aid to the study of wood anatomy and decay, Journal of the Institute of Wood Science, No.23, 4(5): 57—63.

The Effects of Several Mediums and Fungi on the Decay Resistance of *Pinus Yunnanensis* Heartwood Rotted in Different Levels

Fu Yan Zhou Guanghua

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract

The results on testing the decay resistance of *Pinus Yunnanensis* heartwood rotted in different levels with mediums of malt-ager, sand, soil and wood decay fungi (*Coriolus Versicolor* and *Lenzites trabea*) as well as the cells structural change of wood punky were reported. The results showed that the decay resistance of rotten timbers increased with the decrease of decay degrees. The observation of scanning electron microscopy indicated that the more hyphae penetrate holes in the cell walls, the higher decay levels of timber.