

## 10种平伏形木材腐朽菌的培养特性

池玉杰<sup>1</sup> 王志娟<sup>2</sup>

(1 东北林业大学林学院 2 黑龙江大学生命科学学院)

**摘要:**为了掌握10种平伏形木材腐朽菌菌落的详细宏观特征和菌丝体的微观特征,用常规方法研究了它们的培养特性。这10种木腐菌是二色胶孔菌、胶射脉菌、污泥展齿革菌、蓝特朗伏革菌、异形骨架菌、沟状劳氏革菌、串珠盘革菌、厚白盘革菌、轮纹韧革菌和血痕韧革菌,分别隶属于多孔菌目的皱孔菌科、展齿革菌科、多孔菌科和红菇目的木齿菌科、韧革菌科。它们的培养物在培养基上分别产生与子实体颜色相似的菌落;5种白腐菌产生漆酶;7种产生节状分隔的薄壁菌丝,3种产生简单分隔的薄壁菌丝,7种分化出厚壁、无隔的纤维菌丝,串珠盘革菌和厚白盘革菌产生念珠状菌丝。不同的种类在培养中菌丝分化形成的其他微结构还有囊状体、表皮细胞、厚垣孢子、分生孢子和晶体等。

**关键词:**平伏形;木材腐朽菌;培养特性

**中图分类号:**S718.81 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-1522(2008)01-0085-07

CHI Yu-jie<sup>1</sup>; WANG Zhi-juan<sup>2</sup>. Cultural characters of ten species of procumbent wood-rotting fungi. *Journal of Beijing Forestry University* (2008) 30(1) 85-91 [Ch, 25 ref.]

1 College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, 150040, P. R. China;

2 College of Life Sciences, Heilongjiang University, Harbin, 150080, P. R. China.

Conventional cultural method was used to study the cultural characters of ten species of procumbent wood-rotting fungi, ie *Gloeoporus dichrous*, *Phlebia tremellosa*, *Phanerochaete sordida*, *Terana caerulea*, *Skeletocutis amorpha*, *Laurilia sulcata*, *Aleurodiscus amorphus*, *A. disciformis*, *Stereum ostrea* and *S. sanguinolentum*, aiming at getting detailed macroscopic characters of their colonies and microscopic characters of mycelia. These species belong to Meruliaceae, Phanerochaetaceae, Polyporaceae of polyporales and Echinodontiaceae, Stereaceae of Russulales, respectively. Their cultures on the Petri dishes produce the colonies similar to respective fructification's colour, five species of wood white-rot fungi generate laccase; thin-walled hyphae of seven species are nodose-septate and three species are simple-septate, seven species produce fiber hyphae with thickened wall and without septa, *A. amorphus* and *A. disciformis* produce moniliform hyphae. Other microstructures differentiated by hyphae of different species, including cystidium, cuticular cell, chlamydospore, conidium and crystal.

**Key words** procumbent; wood-rotting fungi; cultural characters

自1753年Linnaeus (Linnaeus在他的 *Species Plantarum* 一书中描述了8种多孔菌)开始,对担子菌纲木材腐朽菌的系统分类研究已有250年的历史。早期的人为分类系统时期(1753—1900年)和近代自然分类系统时期(1900—1932年)主要采用经典的分类鉴定方式,即依据担子果和子实层体的总的外部宏观形态特征和内部微观结构特征进行分类,特别是根据高度特化的子实层和子实层体的结构进

行分类。但自从Corner<sup>[1-2]</sup>于1932年应用子实体菌丝体系统作为分类的依据后,对担子菌纲多孔菌的分类起了推动性的作用,奠定了现代多孔菌分类的基础,使多孔菌的分类进入了菌丝体系统分类方式的现代分类系统时期(1932年—),是在根据子实体总的外部形态特征和内部结构进行分类的基础上,再根据形成子实体内部结构的主要菌丝类型和菌丝在担子果内的排列方式进行属与种的分类<sup>[3]</sup>。然而

收稿日期:2006-05-08

http://www.bjfujournal.cn, http://journal.bjfu.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金项目(30671700)。

第一作者:池玉杰,教授。主要研究方向:林木病理学、真菌生物学。电话:0451-82190232 Email: chiyujienfu@126.com 地址:150040 哈尔滨市东北林业大学林学院。

(C)1994-2025 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在生产实践上,立木腐朽或木材腐朽往往不产生子实体;大多数木材腐朽菌在人工培养基上也很少产生子实体。如在林地调查时,经常遇到隐蔽性干部腐朽,病腐木外观上与健康木无明显区别,树干上没有子实体或其他病症出现,通常只有流脂或不流脂的伤洞,但是伐倒后经常可以观察到心材已经发生腐朽。这种原因可能是病菌没有形成子实体的条件;或未到此发育阶段;或是子实体因各种原因而脱落。因而要想鉴定这样的木材腐朽菌,只能从腐朽木材中分离菌丝进行纯化培养,观察菌丝体的培养特性进行分类鉴定。特别是在木材进出口检疫时,在没有子实体的情况下,也无法用经典的子实体结构的分类鉴定方式,也需要应用培养特性鉴定木材腐朽菌。那么,在这些情况下对木材腐朽菌培养特性的研究就成为对经典和现代分类的一个必要的补充方法。并且对木材腐朽菌进行培养特性的研究,可以提供很多详细的很有价值的菌丝体宏观和微观特征,如菌落的生长速度;菌落的形状、质地和颜色;菌丝体是否产生细胞外酚氧化酶;菌丝的类型;薄壁菌丝的分隔情况;菌丝是否产生不同类型的无性孢子;菌丝是否产生表皮细胞、囊状体、刚毛、晶体等微观结构。这些特征对于进一步研究木材腐朽菌的生理、生化、细胞遗传学特性等都有着重要的理论和生产实践意义<sup>[4-5]</sup>。

在西方国家,对木材腐朽菌培养特性的研究很早就进行了,并取得了很大的进展,Brefeld<sup>[6]</sup>首先对异担孔菌(*Heterobasidion annosus*)的分生孢子形状做了详细的描述,以后很多的研究者都发表了一系列木材腐朽菌培养特性的文章<sup>[7-19]</sup>,中国的真菌研究者在近年来也对部分木材腐朽菌的培养特性进行了研究<sup>[20-25]</sup>,但是对于平伏形木材腐朽菌的培养特性还未见报道。本文详细描述了10种平伏形木腐菌的培养特性,它们分别隶属于多孔菌目的皱孔菌科、展齿革菌科、多孔菌科和红菇目的木齿菌科、韧革菌科,这些木腐菌的担子果都是平伏状或平伏而反卷,菌肉均为白色系,菌肉组织都较薄,胶质、膜质、软革质、韧革质到木质,在原始天然林中个体数量较多,通常生长在林内针阔叶树的腐木或树皮上,分别引起木材白色腐朽或木材褐色腐朽。

## 1 材料与方法

### 1.1 菌种的分离

采集新鲜的子实体或子实体附近没有其他杂菌污染的木材腐朽木块进行组织分离,在无菌操作条件下,用镊子挑取子实体或纯净有生命力的腐朽木块接种到PDA斜面培养基上,放在25℃恒温培养箱

中培养,直至斜面长满菌丝,获得纯菌种。将获得的纯菌种放入0~4℃的冰箱内保存待用。

### 1.2 培养特性的研究方法

在无菌操作条件下,用直径5 mm的打孔器,切取同质等量的在PDA培养基上培养好的菌种,接种于含有MEA培养基的培养皿一侧,每个菌种做6个重复,然后置于22℃下培养6周,每周观察一次培养特性。培养特性的观察内容包括宏观特征和微观特征。宏观特征有生长速度,菌落生长新区的特征,菌落的颜色、结构和质地及其变化,培养基的颜色变化,培养物的气味,酚氧化酶的检测结果。微观特征有生长新区的菌丝体、气生菌丝体和基内生菌丝体的类型和分隔情况,担子的形成和发生情况,无性孢子——厚垣孢子、分生孢子和分生节孢子的产生及特征,特殊结构如囊状体和刚毛的有无及其特征,晶体的有无及形状等。

酚氧化酶(漆酶)检测:用0.1 mol/L愈创木酚的乙醇溶液(0.5 g愈创木酚溶于30 mL 95%的乙醇中)滴定菌落边缘,当有酚氧化酶存在时,滴定区域变成浅红色。这步操作要记录菌落的变色时间。

## 2 10种平伏形木材腐朽菌的培养特性

### 2.1 二色胶孔菌

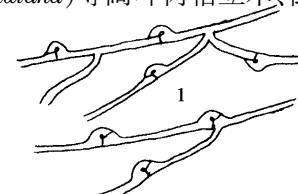
二色胶孔菌(紫半胶孔菌)*Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres.

分类地位:多孔菌目、皱孔菌科、胶孔菌属。

菌落生长特性:生长快到中度较快,平板在2~3周内覆盖。生长新区均匀,透明和紧贴生,难以看见生长区的边缘。菌落透明到白色,完全的基内生或紧贴生,一些区域在2~3周后变成特征性的淡绿黄色。反面无变化。有强烈的不愉快气味。愈创木酚反应不变色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明,节状分隔,直径2.0~4.0  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝和基内生菌丝像生长新区的菌丝,直径通常1.5~3.0  $\mu\text{m}$ 。

腐朽类型:生于蒙古栎(*Quercus mongolica*)、白桦(*Betula platyphylla*)、毛赤杨(*Alnus hirsuta*)、山杨(*Populus davidiana*)等阔叶树枯立木、倒木和伐根上,



1. 薄壁菌丝

图1 二色胶孔菌

FIGURE 1 *Gloeoporus dichrous*

偶尔也生在针叶树上,引起木材海绵状白色腐朽。

## 2.2 胶射脉菌

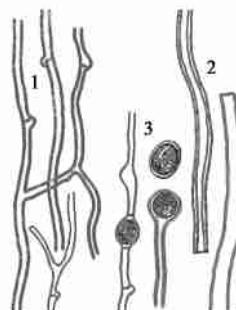
胶射脉菌 *Phlebia tremellosa* (Schrad. : Fr. ) Nakas. et Burds. [同物异名: 胶皱孔菌 *Merulius tremellosus* Schrad. ]

分类地位:多孔菌目、皱孔菌科、射脉菌属。

菌落生长特性:生长速度快,平板在1周内覆盖。生长新区锯齿状,紧贴生的稀疏气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落白色,渐变成浅肉色、粉肉色至肉色。菌落稀薄,由亚毡状渐变为绒毛状至棉絮状,中央区比边缘更稀薄,几乎可见基质。反面稍变黄或不变色。无气味。愈创木酚反应25 min后滴定区域变成浅红色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明,分枝少,节状分隔很多,直径2.0~3.5  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝;纤维菌丝较少,粗壮,直径4.0~6.5  $\mu\text{m}$ ;厚垣孢子厚壁,椭圆形、卵圆形或圆形,6.5~17.0  $\mu\text{m}$   $\times$  9.0~17.0  $\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝,稍弯曲,分枝多,节状分隔很多,更纤细柔软一些,直径通常1.0~2.5  $\mu\text{m}$ ;产生大量的与气生菌丝体中相同的厚垣孢子;有长柱形、长方形的晶体。

腐朽类型:生于阔叶树的腐木上,引起木材白色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 纤维菌丝; 3. 厚垣孢子

图2 胶射脉菌

FIGURE 2 *Phlebia tremellosa*

## 2.3 污泥展齿革菌

污泥展齿革菌 *Phanerochaete sordida* (P. Karst.) J. Erikss. & Ryvarden [同物异名: 碎纹伏革菌 *Corticium scutellare* Berk. & M. A. Curtis]

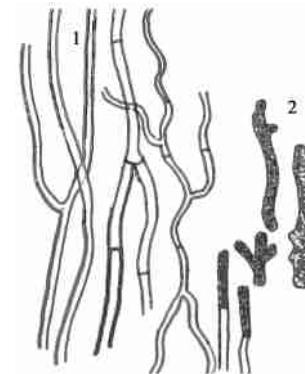
分类地位:多孔菌目、展齿革菌科、展齿革菌属。

菌落生长特性:生长速度快,平板在2周内覆盖。生长新区锯齿状,稀疏的气生菌丝体紧贴生。菌落初为白色,渐变为不均匀的烟褐色至锈褐色。菌落紧贴生,从中央到边缘逐渐稀薄至无,由粗细不等的菌丝束呈鱼网状交织和放射状排列,呈紧实的菌膜状至壳状,中央区稍厚呈薄毡状。反面黑色和棕褐色相间。无气味。愈创木酚反应60 min后滴定区域变成浅红色。

定区域变成浅红色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明,长,直,分枝少,简单分隔,直径1.5~2.5  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝;纤维菌丝为短的菌丝段,粗壮,褐色,分枝或不分枝,直径2.5~5.0  $\mu\text{m}$ ,存在于褐色壳状区域。基内生菌丝像生长新区的菌丝,粗细不均,直径1.0~5.0  $\mu\text{m}$ ,多分枝,稍弯曲,简单分隔明显;产生很多各种形状的晶体。

腐朽类型:生于阔叶树的腐木上,引起木材白色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 纤维菌丝

图3 污泥展齿革菌

FIGURE 3 *Phanerochaete sordida*

## 2.4 蓝特朗伏革菌

蓝特朗伏革菌 *Terana caerulea* (Lam.) Kuntze [同物异名: 蓝伏革菌 *Corticium caeruleum* (Schrad.) Fr. ]

分类地位:多孔菌目、展齿革菌科、特朗伏革菌属。

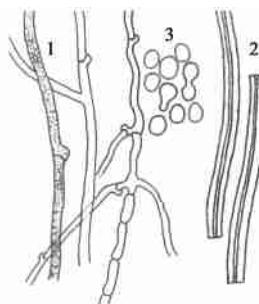
菌落生长特性:生长速度快,平板在1周内覆盖。生长新区均匀,升起的稀疏绒毛状气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色,渐变为奶油色,局部景泰蓝色。最初为绒毛状至絮状,渐变成水渍状,在乳白色的膜质表面分布着景泰蓝色的硬菌丝团(直径5~7 mm)。反面无变化。无气味。愈创木酚反应不变色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明或深蓝色,直,分枝,节状分隔很多,直径2.0~3.0  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝;纤维菌丝壁厚,粗壮,无隔,不分枝,直径5.0~6.0  $\mu\text{m}$ ;产生大量的表皮细胞,圆形或不规则圆形,3.5~4.5  $\mu\text{m}$   $\times$  3.5~5.0  $\mu\text{m}$ ,具有黄色液滴。基内生菌丝像生长新区的菌丝,弯曲,多分枝,具有小分枝,节状分隔很多,直径1.5~5.5  $\mu\text{m}$ ;具少量菱形晶体。

腐朽类型:夏秋生于阔叶树的枯枝、落枝上,引起木材褐色腐朽。

## 2.5 异形骨架菌

异形骨架菌 *Skeletocutis amorphia* (Fr.) Kotlaba &



1. 薄壁菌丝; 2. 纤维菌丝; 3. 表皮细胞

图 4 蓝特朗伏革菌

FIGURE 4 *Terana caerulea*

Pouzar [同物异名: 异形胶孔菌(红半胶孔菌)

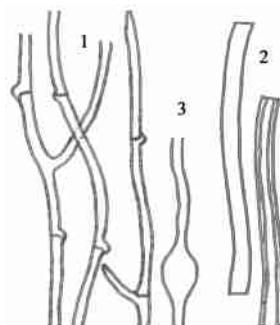
*Gloeoporus anorphus* (Fr.) Clem. et Shear]

分类地位: 多孔菌目、多孔菌科、骨架菌属。

菌落生长特性: 生长速度很慢, 6周后菌落直径65~75 mm。生长新区均匀, 紧贴生或轻微升起的稀疏丝绒状气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落白色, 紧贴生到轻微升起, 丝绒状至紧实的毡状, 有时表面有几分粉状, 形成不规则的孔状。反面无变化。强烈的酸味。愈创木酚反应不变色。

菌丝特征: 生长新区的菌丝透明, 外观上舒展、规则, 每个分隔都为节状分隔, 直径1.5~3.0  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝; 纤维菌丝很多, 壁加厚, 管腔窄至中实, 不分枝, 无隔, 直径3.0~4.5  $\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝, 时常膨大, 直径可达10.0  $\mu\text{m}$ ; 有各种形状的晶体。

腐朽类型: 生于桦(*Betula* spp.)枯木或伐根上, 也生于针叶树倒木和枯立木上, 引起木材丝绵状白色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 纤维菌丝; 3. 膨大的基内生菌丝

图 5 异形骨架菌

FIGURE 5 *Skeletocutis amorpha*

## 2.6 沟状劳氏革菌

沟状劳氏革菌 *Laurilia sulcata* (Burt.) Pouzar [同物异名: 槽算革菌 *Lloydella sulcata* (Burt.) Lloyd.]

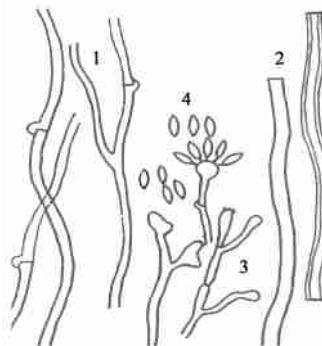
分类地位: 红菇目、木齿菌科、劳氏革菌属。

菌落生长特性: 生长中度较快, 平板在3~4周内覆盖。生长新区锯齿状, 稀疏平伏的丝毛状气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色, 渐变

为粉肉色至肉红色。初为绒毛状, 很快变成粉末状, 从中央到边缘逐渐稀薄。反面变白。愈创木酚反应5 min后滴定区域变成浅红色。

菌丝特征: 生长新区的菌丝柔软, 大分枝, 节状分隔(锁状联合), 直径1.5~3.0  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝; 纤维菌丝厚壁, 粗壮, 不分枝, 直径4.0~5.0  $\mu\text{m}$ ; 3周后产生大量的分生孢子梗和分生孢子, 分生孢子着生在膨大成头状的分生孢子梗顶部, 棱形, 大小为2.5~3.5  $\mu\text{m}$   $\times$  5.0~9.0  $\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝; 产生成堆的菱形晶体。

腐朽类型: 生于松(*Pinus* spp.)、云杉(*Picea* spp.)和落叶松(*Larix* spp.)等针叶树腐木和树皮上, 引起木材白色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 纤维菌丝; 3. 分生孢子梗; 4. 分生孢子

图 6 沟状劳氏革菌

FIGURE 6 *Laurilia sulcata*

## 2.7 串珠盘革菌

串珠盘革菌 *Aleurodiscus anorphus* Rabenh.

分类地位: 红菇目、韧革菌科、盘革菌属。

菌落生长特性: 生长速度快, 平板在1周内覆盖。生长新区锯齿状, 稀疏升起的气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色, 渐变为粉肉色至暗红色至黑红色。在最新的生长区为丝状或絮状, 渐变为颗粒状至膜状或水渍状, 接种点周围突出一些黑色圆形颗粒。反面变为黄褐色至黑色。无气味。愈创木酚反应40 min后滴定区域变成浅红色。

菌丝特征: 生长新区的菌丝透明, 细, 柔软, 分枝较多, 具明显的简单分隔, 直径1.5~2.5  $\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝; 纤维菌丝厚壁, 粗壮, 分枝, 直径4.0~5.5  $\mu\text{m}$ ; 串珠状菌丝, 平行排列, 构成颗粒状菌丝团。基内生菌丝像生长新区的菌丝; 具少量晶体。

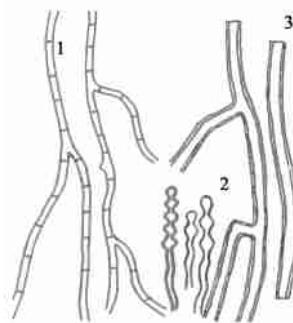
腐朽类型: 生于冷杉(*Abies* spp.)、云杉等针叶树的树皮上, 引起木材白色腐朽。

## 2.8 厚白盘革菌

厚白盘革菌 *Aleurodiscus disciformis* (DC.) Pat.

分类地位: 红菇目、韧革菌科、盘革菌属。

菌落生长特性: 生长较快, 平板在3周内覆盖。



1. 薄壁菌丝; 2. 串珠状菌丝; 3. 纤维菌丝

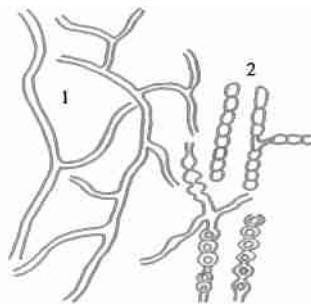
图 7 串珠盘革菌

FIGURE 7 *Aleurodiscus amorphus*

生长新区均匀,紧贴生的稀疏气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色,渐变为污白色至灰白色。紧贴基质生长,绒毛状至薄绒毡状至壳状,后期在壳状表面出现绒毛状菌丝,具环带。反面变成黑色。有野菜香味。愈创木酚反应不变色。

菌丝特征:生长新区的菌丝细,柔软,分枝多,简单分隔,直径 $1.5\sim2.5\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝;产生大量的念珠状菌丝,少分枝,直径 $3.5\sim6.5\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝,时常分枝,粗细不均,直径 $1.5\sim4.0\mu\text{m}$ ;具有大量的像气生菌丝体中的念珠状菌丝。

腐朽类型:生于水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)等阔叶树的树皮上,引起木材褐色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 念珠状菌丝

图 8 厚白盘革菌

FIGURE 8 *Aleurodiscus disciformis*

## 2.9 轮纹韧革菌

轮纹韧革菌 *Stereum ostrea* (Blume & T. Nees) Fr.

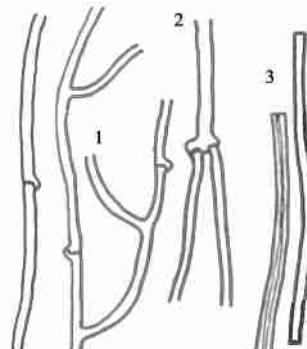
分类地位:红菇目、韧革菌科、韧革菌属。

菌落生长特性:生长速度快至较快,平板在2~3周内覆盖。生长新区均匀,轻微升起的稀疏绒毛状气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色,以后渐变为淡黄色、赭黄色至黄褐色,整个菌落从接种点至边缘呈现出不同的颜色和质地。初为绒毛状,渐变成絮状到棉毛状,有时表面似覆盖着粉粒,最后菌丝致密呈毡状或絮毡状。有时在接种点周围产生棕褐色油滴。反面无变化或变成黄褐色。无气味。愈创木酚反应20 min后滴定区域变成浅

红色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明,分枝较多,锁状联合很多,还具有多重复杂的锁状联合,直径 $2.0\sim6.5\mu\text{m}$ 。气生菌丝像生长新区的菌丝,常产生黄褐色的油滴;纤维菌丝厚壁,较细,直径 $1.5\sim2.0\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝;晶体很多,菱形。

腐朽类型:春至秋季生于栎(*Quercus* spp.)、桦(*Betula* spp.)及其他阔叶树的腐木上,引起木材白色腐朽。



1. 薄壁菌丝; 2. 具多重锁状联合的菌丝; 3. 纤维菌丝

图 9 轮纹韧革菌

FIGURE 9 *Stereum ostrea*

## 2.10 血痕韧革菌

血痕韧革菌 *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schw.) Fr.

分类地位:红菇目、韧革菌科、韧革菌属。

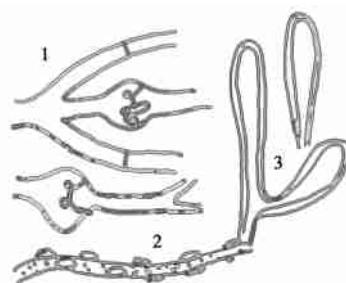
菌落生长特性:生长中度较快到慢,平板在3~5周内覆盖。生长新区均匀或锯齿状,轻微升起的稀疏棉花状气生菌丝体延伸到生长区的边缘。菌落初为白色,以后渐变为奶油色、羊皮黄色。较新的生长区绒毛状到棉花絮状,轻微升起,半透明,较老的部分毡状,不透明。反面无变化或近蜜黄色。气味甜。愈创木酚反应不变色。

菌丝特征:生长新区的菌丝透明,通常简单分隔,偶尔在较宽的分枝上形成大的锁状联合(在一个隔上单一发生或成对发生,即复杂的锁状联合),直径 $2.0\sim6.0\mu\text{m}$ 。气生菌丝透明,简单分隔,时常分枝,直径 $1.5\sim6.0\mu\text{m}$ ;壁上有突起物的菌丝;囊状体在一些个体中很多,在另一些个体中不产生,是菌丝扩大的末端细胞,厚壁,具内含物,直径 $4.5\sim7.5\mu\text{m}$ 。基内生菌丝像生长新区的菌丝;晶体很多,八面体形。

腐朽类型:生于云杉、冷杉等针叶树的腐木和树皮上,引起心材褐色腐朽。

## 3 结论与讨论

对以上10种平伏形木材腐朽菌培养特性的研



1. 复杂的锁状联合；2. 壁上有突起物的菌丝；3. 囊状体

图 10 血痕韧革菌

FIGURE 10 *Stereum sanguinolentum*

究结果表明,培养菌落的颜色与担子果的颜色具有相似性。这10种平伏形木腐菌的菌落最初都为白色,以后保持白色与担子果的菌肉颜色相似,如二色胶孔菌、异形骨架菌、厚白盘革菌;或分别变成与担子果颜色相似的肉色、黄色、黄褐色、褐色、景泰蓝色等,如胶射脉菌、沟状劳氏革菌变为粉肉色至肉红色,串珠盘革菌变为粉肉色至黑红色,血痕韧革菌、轮纹韧革菌变为黄色至黄褐色,污泥展齿革菌变为烟褐色至锈褐色,蓝特朗伏革菌变为鲜艳的景泰蓝色。

这10种平伏形木腐菌有7种为木材白腐菌,其中5种具有漆酶反应,用愈创木酚的乙醇溶液滴定菌落后,胶射脉菌、污泥展齿革菌、沟状劳氏革菌、串珠盘革菌和轮纹韧革菌的菌落变为浅红色或粉红色。菌落变色时间的长短可以表现出酚氧化酶的活性,变色时间短表明酚氧化酶的活性较高;变色时间长表明酚氧化酶的活性较低。另外2种二色胶孔菌和异形骨架菌不具有漆酶反应,它们引起介于木材白腐和木材褐腐之间的中间腐朽。还有3种蓝特朗伏革菌、厚白盘革菌和血痕韧革菌不具有漆酶反应,为木材褐腐菌。酶的检测结果与野外调查的腐朽类型的结果基本上一致。

生长新区的菌丝与基内生菌丝都是薄壁、节状分隔或简单分隔、内部原生质稠密的菌丝,似担子果中的生殖菌丝。其中7种具有节状分隔,它们是二色胶孔菌、胶射脉菌、蓝特朗伏革菌、异形骨架菌、沟状劳氏革菌、轮纹韧革菌和血痕韧革菌,其中韧革菌属的2种轮纹韧革菌和血痕韧革菌具有复杂的锁状联合。另外3种污泥展齿革菌、串珠盘革菌和厚白盘革菌的薄壁菌丝简单分隔。

一部分菌种担子果肉菌丝为单系菌丝系统,其培养物薄壁菌丝一直都保持没有分化,气生菌丝体与生长新区和基内生菌丝体相同,同担子果中的生殖菌丝,如二色胶孔菌和厚白盘革菌。大部分菌种为二系菌丝系统,非或罕见三系菌丝系统,气生菌丝体与生长新区和基内生的菌丝体存在差异,分化成厚壁、无隔、不分枝或分枝的纤维菌丝,这些纤维

菌丝同担子果中的骨架菌丝是同源的。如胶射脉菌、污泥展齿革菌、蓝特朗伏革菌、异形骨架菌、沟状劳氏革菌、串珠盘革菌和轮纹韧革菌。而串珠盘革菌和厚白盘革菌产生串珠状或念珠状菌丝。

在培养中菌丝分化形成的其他微结构还有囊状体、表皮细胞、厚垣孢子、分生孢子和晶体等,这些结构在反映不同种类的特征以及在种以上分类单元的鉴定上具有一定意义。例如血痕韧革菌产生厚壁而膨大的囊状体,蓝特朗伏革菌产生大量的表皮细胞,胶射脉菌产生厚垣孢子,沟状劳氏革菌产生大量的分生孢子梗和分生孢子。

总的来说,对于不同分类单元的木材腐朽菌进行培养特性的研究,不仅可以提供很多有助于分类的非常详细的菌落宏观特征和菌丝体微观结构,还非常有助于了解不同菌种的详细生物学特征。但是对于平伏形木材腐朽菌培养特性的研究还不系统,还需进一步积累研究资料。

## 参考文献

- [1] CORNER E J H. The fruit body of *Polystictus xanthopus* Fr. [J]. *Annual of Botany*, 1932, 46: 71-111.
- [2] CORNER E J H. A Fomes with two systems of hyphae [J]. *Transaction of British Mycological Society*, 1932, 17: 51-81.
- [3] DONK M A. A conspectus of the families of Aphyllorales [J]. *Persoonia*, 1964, 3: 199-324.
- [4] 池玉杰. 木材腐朽与木材腐朽菌 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 131-146.
- [5] CHI Y J. *Wood rot and wood-rotting fungi* [M]. Beijing: Science Press, 2003: 131-146.
- [6] BREFELD O. *Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie*, 8. *Basidiomyceten* III: 107 [M]. Leipzig: Arthur Felix, 1889.
- [7] SNELL W H. *Studies of certain fungi of economic importance in the decay of building timbers* [R]. Washington: US Department of Agriculture, 1922.
- [8] FRITZ C W. Cultural criteria for the distinction of wood-destroying fungi [J]. *Transaction of Royal Society of Canada*, 1923, 17: 191-288.
- [9] CARTWRIGHT K St G. Notes on basidiomycetes grown in culture [J]. *Transaction of British Mycological Society*, 1929, 14: 300-305.
- [10] CARTWRIGHT K St G, FINDLAY W P K. *Decay of timber and its prevention* [M]. London: His Majesty's Stationery Office, 1946.
- [11] NOBLES M K. Studies in forest pathology (VI): Identification of cultures of wood-rotting fungi [J]. *Canadian Journal of Research (C)*, 1948, 26: 281-431.
- [12] PINTO-LOPES J. Polyporaceae, contribuicao para a sua biotaxonomia [J]. *Memoir Society Broteriana*, 1952, 8: 1-195.

- [13] NOBLES M K. A rapid test for extracellular oxidase in cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes [J]. *Canadian Journal of Botany*, 1958, 36: 91-99.
- [14] CARTWRIGHT K St G, FINDLAY W P K. *Decay of timber and its prevention* [M]. 2nd ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1958: 1-332.
- [15] NOBLES M K. Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes [J]. *Canadian Journal of Botany*, 1965, 43: 1 097-1 139.
- [16] NOBLES M K. Cultural characters as a guide to the taxonomy of the polyporaceae [M]//PETERSEN R H. *Evolution in the higher Basidiomycetes*. Knoxville: University of Tennessee Press, 1971: 169-192.
- [17] STALPERS J A. Identification of wood-inhabiting fungi in pure culture [J]. *Studies in Mycology*, 1978, 16: 1-248.
- [18] LOMBARD F F. A cultural study of several species of *Antrodia* [J]. *Mycologia*, 1990, 82(2): 185-191.
- [19] LOMBARD F F, LARSEN J M, DORWORTH B E. Reassessment of the sexual incompatibility system and cultural characteristics of *Bjerkandera fumosa* [J]. *Mycologia*, 1992, 84(3): 406-410.
- [20] 潘学仁, 王亚珍, 池玉杰, 等. 中国主要多孔菌培养特性 [J]. 东北林业大学学报, 1998, 26(3): 60-64.  
PAN X R, WANG Y Z, CHI Y J, et al. The culture characters of Chinese main polypores [J]. *Journal of northeast Forestry University*, 1998, 26(3): 60-64.
- [21] 池玉杰. 中国长白山林区多孔菌种群及主要种培养特性研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 1998.
- CHI Y J. *The polypores and the cultural characters of main species of wood-rotting fungi in the Changbai Mountain Forest Reserves in northeastern China* [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 1998.
- [22] 池玉杰, 潘学仁. 中国东北林区阔叶树上常见的 10 种多孔菌培养特性的研究 [J]. 菌物系统, 2001, 20(2): 258-263.  
CHI Y J, PAN X R. Cultural characters of ten polypore species growing on broad-leaf trees in forest reserves of northeastern China [J]. *Mycosistema*, 2001, 20(2): 258-263.
- [23] 池玉杰, 潘学仁. 7 种木层孔菌属 (*Phellinus*) 真菌的培养特性 [J]. 菌物系统, 2001, 20(3): 378-380.  
CHI Y J, PAN X R. Cultural study of seven species of *Phellinus* [J]. *Mycosistema*, 2001, 20(3): 378-380.
- [24] 王志娟. 东北主要非褶菌和木生伞菌培养特性及分类研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2001.  
WANG Z J. *Cultural characters and classification of Aphyllophorales and Agaricales-lignicole in northeast of China* [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2001.
- [25] 池玉杰. 10 种针阔叶树上常见的木材腐朽菌的培养特性 [J]. 菌物系统, 2002, 21(1): 116-119.  
CHI Y J. A cultural study of ten wood-rotting fungi growing on coniferous and broad-leaf trees [J]. *Mycosistema*, 2002, 21(1): 116-119.

(责任编辑 董晓燕)

## 本刊 2008 年第 2 期要目预告

- 旷远文等:珠江三角洲马尾松年轮中 S 的环境指示意义  
樊后保等:杉木人工林凋落物分解对氮沉降增加的响应  
吴家兵等:长白山地区红松和紫椴倒木呼吸研究  
冯朝阳等:华北山地不同植被类型土壤呼吸特征研究  
武海涛等:三江平原湿地岛状林土壤动物群落结构特征及影响因素  
蒋细旺等:地被菊直接体细胞胚发生研究  
李国雷等:飞播油松林地土壤酶活性对间伐强度的季节响应  
张香凝等:土壤水分含量对 *Larrea tridentata* 苗木光合生理特性的影响  
马晓军等:木材苯酚液化物碳纤维原丝的力学性能  
林兰英等:短榫指接端压和嵌合度参数分析