

苏北杨树新造林地溃疡病病原菌的鉴定

郑华英¹, 钱国良², 徐福元¹, 胡白石², 张亚川³, 解春霞¹, 许志刚²

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 南京农业大学植物保护学院,江苏 南京 210095;
3. 江苏省淮安市森林病虫害防治检疫站,江苏 淮安 223001)

摘要:2001年以来,苏北地区每年春季杨树新造林发生大面积死亡,在死亡或濒临死亡的杨树枝干上,几乎都有溃疡病症状的病斑发生。本试验通过对杨树新造林地(I-72 杨)溃疡病组织的分离、纯化培养获得 10 余株菌株,经接种、发病后再分离,获得 6 株拟茎点霉菌株;进一步克隆并分析供试菌株核糖体 DNA-ITS 区域的序列,结果是分离菌株与 GenBank 中 *Phomopsis eucommiicola* 的 ITS 序列有同源性,相似性达到 99%。因此将该拟茎点霉菌确定为 *Phomopsis eucommiicola* C. Q. Chang, Z. D. Jiang & P. K. Chi。该病原菌侵染杨树引起杨树新造林木溃疡病是首次报道。

关键词:杨树新造林;杜仲生拟茎点霉;核糖体 DNA-ITS

中图分类号:S792.11

文献标识码:A

Identification on the Canker Disease of the New Poplar Plantation in North of Jiangsu Province

ZHENG Hua-ying¹, QIAN Guo-liang², XU Fu-yuan¹, HU Bai-shi², ZHANG Ya-chuan³, XIE Chun-xia¹, XU Zhi-gang²

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, Jiangsu, China; 2. Department of Plant Protection,

Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China; 3. Forest Disease and Insect Control and Quarantine Station of Huai'an City, Jiangsu Province, Huai'an 223001, Jiangsu, China)

Abstract: Every spring since 2001, large areas of the new forested poplar died in north of Jiangsu Province. In poplar branches that had died or were nearly to die, there were spots similar to the symptoms of canker disease. By isolation, inoculation and re-isolating the Koch's principle was completed and finally based on the sequence of ribosomal DNA-ITS, the pathogen was identified as *Phomopsis eucommiicola* C. Q. Chang, Z. D. Jiang & P. K. Chi. This paper was the first report about *Phomopsis eucommiicola* causing canker disease on the new poplar for-estation.

Key word: new poplar plantation; *Phomopsis eucommiicola*; internal transcribed spacer (ITS) of ribosomal DNA

自上世纪 70 年代欧美杨 (*Populus × euramericana* (Dode) Guineir (*Populus × canadensis* Moench)) 无性系在江苏引种成功到 80 年代大面积推广,杨树 (*Populus* spp.) 现在已成为该省营造速生丰产林、农田林网及四旁绿化的主要树种,栽植范围

遍布苏南、苏中、苏北,尤以苏北为盛。据资料显示:目前江苏杨树人工林面积仅苏北地区就已达 94 万 hm^2 ,杨树蓄积量 5 500 万 m^3 ,年产杨木 400 多万 m^3 ;全省人造板产量达到 2 000 多万 m^3 ,杨树产业年产值 800 多亿元。经过几十年的努力,江苏杨树

已经形成资源培育、杨木加工和产品销售有机连接,杨树产业已经成为江苏林业最具特色的产业,更是苏北地区发展农村经济和农民脱贫致富的支柱产业,对于苏北和全省生态状况改善、促进经济和社会发展做出了重要贡献。然而,“杨树热”也造成了一定的负面影响。目前苏北地区的主栽杨树无性系品种为鲁克斯杨(I-69 杨)(*Populus deltoides* Bartr. cv. ‘Lux’(I-69/55))、圣马丁杨(I-72 杨)(*P. euramericana*(Dode) Guineir cv. ‘San Martino’(I-72/58))、南林 95 杨(*P. × euramericana* cv. ‘Nanlin95’)、南林 895 杨(*P. × euramericana* cv. ‘Nanlin895’)等,越来越严重的树种单一配置使得杨树病虫害问题日益突出,一些地方病虫害多次爆发成灾,严重危害杨树的生长。2002 年全省杨树病虫害发生面积约 4.6 万 hm^2 ;2003 年约 6 万 hm^2 ;2004 年约 4.5 万 hm^2 ,其中病害发生面积 7 860 hm^2 。以黑斑病(*Marssonina brunnea*(Ell. et Ev.) Sacc. 等)、叶锈病(*Melampsora magnusiana* G. Wagner 等)、红心病、溃疡病为主;溃疡病主要为水泡型溃疡病(*Dothiorella gregaria* Sacc.)和大斑溃疡病(*Dothichiza populea* Sacc. et Br.)^[1]。

自 2001 年起,苏北一些地区连续几年春季杨树新造林发生大面积死亡,如 2002 年淮安和新沂两地杨树造林面积分别为 6 066.7 hm^2 和 3 116.7 hm^2 ,新造林存活率分别为 65% 和 71.6%;2003—2004 年度两地分别为 8 400 hm^2 和 1 059.9 hm^2 ,存活率分别只有 50% 和 55.6%,给当地杨树产业造成了巨大的经济损失^[2]。在死亡或濒临死亡的杨树枝干上,几乎都有溃疡病症状的病斑发生;在造林杨苗的来源地——杨树苗圃里,有些苗木也发生病斑,与新造林地的发病症状十分相似,并较严重。春季杨树新造林大面积死亡的现象是多年来江苏杨树生产中出现的新问题;造林杨苗枝干上发现的病害现象与以往报道的存在明显差异。查明死亡原因、使杨树新造林死亡现象得到有效控制已成为杨树产业发展急待解决的问题,因此,本研究自 2002 年至 2005 年,对春季杨树新造林及杨苗苗圃进行跟踪调查,对枝干部病组织进行病原菌分离和鉴定,基本掌握了病害发生特点,确定了病害的病原菌。这为提供相关的预防、防治策略和方法具有积极的指导意义,也为广大农民栽植杨树提供技术保障、减少经济损失具有重要的理论和现实意义。

1 材料与方 法

1.1 杨树新造林地概况、溃疡病的发生状况调查及症状观察

2002 年至 2005 年每年 4 月中、下旬,对苏北、苏中地区杨树春季新造林及造林杨苗苗圃进行普查;在淮安(淮阴区码头旧县村)、新沂(唐店苗圃)病害发生区设置固定标准地(面积不少于 0.2 hm^2),在标准地内根据对角线法设立相应的标准株(不少于 100 株)并编号,自 2 月至 6 月,每 20 天调查一次病害发生情况及症状观察,并做好记录。杨树苗品种主要为 I-69 杨、I-72 杨、南林 95 杨、南林 895 杨等。标准地土壤类型均为沙壤土,气候条件属湿润性季风气候;造林地林间套种大豆(*Glycine max*(Linn.)Merr.)、花生(*Arachis hypogaea* Linn.)等,杨树树龄 2 年生,平均树高 5 m,平均胸径 6 cm,造林密度 2 m × 3 m;苗圃地杨苗 1 年生,平均树高 2.5 m,平均胸径 2 cm,育苗密度 50 m × 60 cm。

1.2 杨树新造林地溃疡病病原菌的确定

1.2.1 病斑的组织分离及优势分离菌离体培养性状观察 在淮安、宿迁和阜宁等地采集发病严重的杨树苗木的枝干。在采集到的新鲜病株上选取典型的病组织,在无菌操作下进行分离培养,3~4 天后观察结果^[3]。分离菌经 3 次纯化后再移至 PDA 斜面培养基上,得到纯培养菌种,4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

将保存的菌种接种到 PDA 平板培养基,于 25 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱内培养 3 天,用灭菌打孔器切取菌落边缘部分,直径为 6 mm 的菌丝薄片,移至 PDA 平板培养基上,于 25 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱内培养 6 天左右,记录分离菌培养的形态、颜色,色素产生等性状。

1.2.2 病原菌的鉴定 按 Koch 法则,将复壮后的优势分离菌株接种到健康的 1 年生 I-72 杨新造林木(淮安市青浦区二河堤)上,接入纯 PDA 培养基作为对照。定期调查发病情况,做好记录。当接种部位出现症状后,进行采样再分离培养。病情分级标准(表 1)及感病指数计算方法如下:

$$\text{感病指数} = \frac{\sum(\text{各级病树株数} \times \text{代表值})}{\text{总株数} \times \text{发病最高级代表值}} \times 100$$

表 1 杨树接种发病分级标准

代表值	分级标准
0	接种伤口愈合;
1	接种伤口处无子实体,枝干上有黑斑或水泡;
2	接种伤口处有子实体,枝干上有或无黑斑和水泡;
3	接种伤口处有子实体且病斑扩展,枝干上有或无黑斑和水泡;
4	整株死亡。

1.3 ITS的PCR扩增与测序

1.3.1 菌种培养及DNA提取 本实验所用菌株为Y₇。在铺有灭菌玻璃纸的PDA培养基上多点接种Y₇菌株,25℃培养5天后,从玻璃纸上刮取菌丝,经冷冻真空干燥机冻干后研磨成菌丝粉。取0.2g菌丝粉置于1.5mL的Eppendorf管中,加900μL 2% CTAB提取液,90μL 10%的SDS溶液,振荡混匀,55℃水浴1h,中间每10min上下颠倒几次;12 000 r·min⁻¹离心10min,取上清液,加入等体积的酚/氯仿/异戊醇(25:24:1),轻轻颠倒混匀;12 000 r·min⁻¹离心10min,加等体积氯仿,轻轻颠倒混匀;12 000 r·min⁻¹离心10min,取上清液加入2倍体积的无水乙醇和1/10体积的3 mol·L⁻¹ NaAc(pH值5.2),20℃沉淀(>1h);12 000 r·min⁻¹离心10min,弃上清液,沉淀用70%的乙醇洗涤2次,干燥后溶于35μL TE(含20 μg·mL⁻¹ RNase)中,37℃处理1h后,利用紫外分光光度计测量OD₂₆₀值,-20℃保存备用^[4]。

1.3.2 ITS的PCR扩增、测序及序列分析 本实验用真菌生物核糖体DNA通用引物ITS₁和ITS₄进行PCR扩增,其序列如下:

ITS₁:5'-TCCGTAGCTGAACCTGCGG-3',

ITS₄:5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'。

PCR反应体系总体积25μL包括:相应浓度的模板DNA,0.5 μmol·L⁻¹引物,4种dNTP各50 μmol·L⁻¹,2.5 μL 10×PCR反应缓冲液,2 mmol·L⁻¹ Mg²⁺,1.25单位Taq酶(Promega),离心后加1滴矿物油,在PE2400PCR仪上进行扩增反应。

反应程序为:94℃预变性5min;然后进入循环,94℃变性1min,55℃退火30s,72℃延伸1min,共35个循环;最后72℃延伸7min。反应结束后取7μL扩增产物于1.5%琼脂糖凝胶中电泳40min(100V),在凝胶成像系统上检测并拍照。

用UNI-Q-10柱式试剂盒(编号DV805A, TaKaRa)从胶中回收PCR产物,16℃下连接在pMD18-T载体(编号D101A, TaKaRa)上,连接体系为:3μL dd H₂O、0.5 μL pMD18-T、2.5 μL DNA。

用下列试剂:10 μL ddH₂O、2 μL 3 mol·L⁻¹ NaAc(pH值5.2)、50 μL无水乙醇和70%的乙醇对连接产物进行纯化,纯化后的连接产物用*E. coli* JM109电感受态细胞进行电转化并在SOC液体培养基中复苏,复苏后的转化产物加在SOC涂板上过夜培养(37℃),次日查看转化结果。

在有Amp/IPTG/X-gal的LB平板上筛选阳性白斑,提取质粒并用EcoR I和Hind III双酶切(1 μL of EcoR I;1 μL of Hind III;2 μL of 10×mol·L⁻¹ Buffer;2 μL of DNA;16 μL of ddH₂O)筛选出阳性克隆,委托TaKaRa公司进行DNA的测序。

将菌株Y₇的核糖体DNA-ITS序列与互联网GenBank中核酸数据库(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)利用Nucleotide-nucleotide BLAST (blastn)进行同源性比较。

2 结果与分析

2.1 杨树新造林地溃疡病的发生状况和危害症状

该病害从1999年开始至2002年,仅在苏北局部地区发生;2003年发生面积有所扩大,分布地遍及淮安、洪泽、涟水、徐州、新沂、宿迁、泰州、姜堰、丹阳等市县。2004年发生情况更为严重,几乎整个苏北、苏中地区苗圃、新造林均有发生。有的苗圃几乎全部发病,个别已造的新造林地发病株率达100%。

发病初期在树干可见黑褐色浸润病斑,随后上下扩展,产生稍微凹陷的梭形或不规则变色斑。发病后期树干受害部位的树皮组织逐渐呈淡黄色,同时在受害部密生隆起的黑色小颗粒,即病菌分生孢子器。发病严重时,病斑围绕树干而致植株枯死(图1)。另外,大多发病株上兼有大量小水泡和少量黑色坏死斑(图1)。

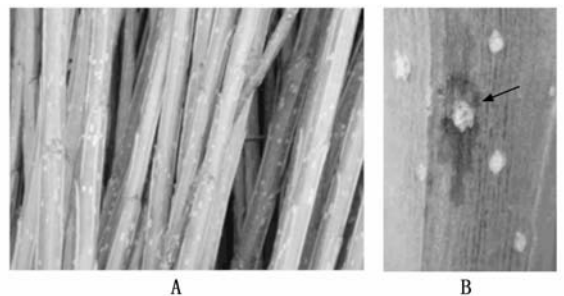


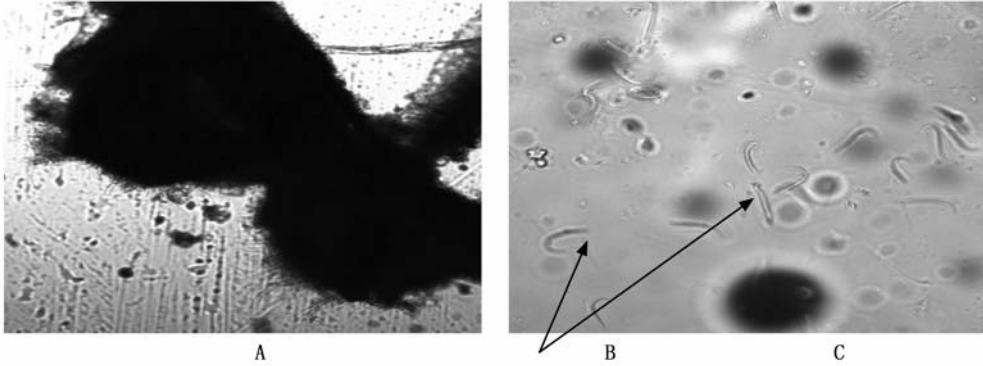
图1 杨苗发病症状(A)和局部放大图(B)箭头所指方向为典型病斑

2.2 杨树新造林地溃疡病病原菌的鉴定

2.2.1 杨树溃疡病组织的优势分离菌 对杨树新造林地(I-72杨)溃疡病病症观察发现,病菌载孢子体真子座质,生于皮层下,散生,初埋生,成熟后外露。取新鲜病组织徒手切片、镜检观察,可见分生孢子器和分生孢子。分生孢子器三角形,少扁球形或近圆锥形,单腔。分生孢子梗无色,分隔,分枝,细

长。甲型分生孢子无色,单孢,纺锤形;乙型分生孢子无色,单孢,线形,稍弯或一端成弯钩状,少直肠形

(图2)。



A、C:分生孢子器; B:分生孢子

图2 杨树溃疡病新鲜病组织徒手切片

对病样标本(取自 I-72 杨)进行病原菌分离培养,获得优势真菌菌株 12 株、优势细菌菌株 1 株,根据其在培养基上的菌落形态、颜色、生长速度等方面的特征进行编号,并纯化保存。结果见表 2。

表 2 杨树溃疡病病组织优势分离菌

获得菌株时间	样本采集地	菌株编号	菌株类型	主要培养特征
2004-04	江苏淮安	Y ₁	细菌	菌落灰白色;
		Y ₂	真菌	菌丝短,初期雪白色,后期黄色,生长慢;
		Y ₃	真菌	菌丝初期白色,后深灰色,生长快;
		Y ₄	真菌	菌丝白色,背后菌落呈轮状黑色;
		Y ₅	真菌	菌丝白色,疏松绒毛状,背后菌落呈黑色;
		Y ₆	真菌	菌丝初白色,绒毛状,背后菌落呈轮状黑色;
		Y ₇	真菌	菌丝白色,疏松绒毛状;
		Y ₈	真菌	菌丝初期白色,后略淡肉粉色,绒毛状;
		Y ₉	真菌	菌落呈墨绿色,生长慢;
江苏盱眙	X ₁	真菌	菌丝灰白色,绒毛状,菌落平铺;	
		真菌	菌丝白色,绒毛状,背后菌落呈轮状黑色;	
2005-02	江苏阜宁	F ₁	真菌	菌丝白色,略带灰,菌落平铺;
		F ₂	真菌	菌丝初期白色,后带淡墨绿,生长慢。

2.2.2 优势分离菌野外人工接种杨树的发病状况
为确定病害的病原,将分离得到的 12 株优势真菌菌株在健康的 1 年生 I-72 杨新造林木(淮安市清浦区二河堤)上进行田间接种试验。于 2005 年 3 月 26 日接种,接种方法为刀伤接种,每一处理接种 20 株,

接种量为直径 6 mm 的菌丝薄片。20 天后进行接种发病情况调查,在接种伤口处均未发现有扩展的病斑或有子实体;而大部分植株上有大量水泡或少量黑斑。

第二次接种发病情况调查是在接种后 50 天,调查结果与第 1 次调查结果基本相同。伤口处未发现有扩展的病斑或有子实体;植株上仍然有大量小水泡或少量黑斑。

第三次接种发病情况调查是在接种后 80 天。结果表明:Y₄、Y₇、Y₈、Y₉、F₁、F₂ 等 6 个菌株具有一定的致病能力;其余菌株在接种伤口处均未发现有扩展的病斑或有子实体。Y₇、Y₈、F₂、F₁ 的平均感病指数较高,在 44~52 之间,Y₉、Y₄ 相对略低(表 3)。对照株上也有大量小水泡或是少量的黑斑,但在接种培养基的部位没有发现病斑和子实体。运用 Duncan 法多重比较(表 4):在 5% 水平下,Y₇ 与 Y₈、F₂、F₁、Y₉、Y₄、CK 差异显著。表明 Y₇ 致病力最为明显,并且从伤口处病斑扩展后的症状看,Y₇ 的扩展病斑症状与自然症状完全相同。

表 3 I-72 杨造林苗接种不同分离菌株的感病指数

菌株	感病指数			
	区组 I	区组 II	区组 III	区组 IV
Y ₄	35.00	37.50	41.67	33.33
Y ₇	55.00	54.17	45.83	50.00
Y ₈	46.43	41.67	41.67	50.00
Y ₉	35.71	37.50	33.33	37.50
F ₁	45.83	46.43	42.86	42.86
F ₂	50.00	54.17	46.43	50.00
CK ₀	25.00	16.67	16.67	25.00

表 4 Duncan 法多重比较

菌株	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
Y ₄	51.25	a	A
Y ₇	50.15	ab	A
Y ₈	44.95	bc	A
Y ₉	44.495	c	A
F ₁	36.875	d	B
F ₂	36.01	d	B
CK ₀	20.835	e	C

2.2.3 优势分离菌接种杨树后感病组织再分离与病原菌鉴定 对杨树新鲜病组织分离培养、分离所得优势菌株接种和接种后感病组织再分离,结果表明, Y₄、Y₇、Y₈、Y₉、F₁、F₂ 等 6 个菌株在 PDA 培养基上生长良好,菌丝白色,有的菌落会产生墨绿色素;但均未见产孢。杨树上接种这 6 个菌株后,均能表现出发病症状,其中接 Y₇ 菌株的杨树伤口处扩展的病斑症状与自然病斑症状完全相同,在接种植株上均能再分离到原菌株。根据魏景超《真菌鉴定手册》^[5],结合徒手切片镜检观察结果、菌株培养性状及在杨树上的发病症状(常见杨树树干溃疡病的症状比较见表 5),确定该

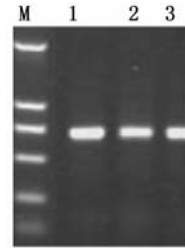
表 5 常见杨树树干溃疡病害的症状及病原比较^[6-10]

病原	症状比较	
	病状	病症
杨球二孢溃疡病 <i>Botryodiplodia populea</i> Z.	产生典型梭型凹陷溃疡病斑,后期受害部位的树皮组织呈淡黄色。	子实体密生,颗粒状突起,子座圆锥形,表面光滑,分生孢子角短柱状,柱头呈球形。
杨棒盘孢溃疡病 <i>Coryneum populinum</i> Bres.	病斑在树干部纵裂扩大,产生愈伤组织形成肿茎。	子实体为黑绿色小点。
杨疡壳孢溃疡病 <i>Dothichiza populea</i> Sacc. et Br.	典型为梭型病斑,初期呈水渍状,病皮颜色较暗,感病点周围稍向下陷,后期呈不规则圆形或椭圆形大斑。 典型产生水泡,破裂流出水液,水液干后产生梭型溃疡斑,后期病斑下陷,呈深褐色,皮层腐烂,最后中央开裂。	子实体较大且密生,子座表面光滑,呈馒头状,分生孢子乳白色段杆状,干后呈褐色。
杨小穴壳孢溃疡病 <i>Dothiorella gregaria</i> Sacc.	表现干腐和枝枯两种类型,在苗木上多为枝枯型。病斑有明显黑褐色边缘,皮层腐烂,失水下陷,有时龟裂,纤维分离如麻状,易与木质部剥离。	子实体稀疏,子座呈筒形或锥形,分生孢子角白色,丝状。
金黄壳孢溃疡病(杨树烂皮病) <i>Cytospora chrysosperma</i> (Pers.) Fr.	初期为变色浸润病斑,呈梭型或不规则型,后期稍微凹陷,树皮组织呈淡黄色。	子实体针头状密生,分生孢子角卷须状,黄色、橙黄色或橙红色。
杨树拟茎点溃疡病 <i>Phomopsis</i> sp.		子实体密生,颗粒状隆起,淡黄色,分生孢子角土黄色、细丝状。

6 个菌株都是属于拟茎点霉菌。

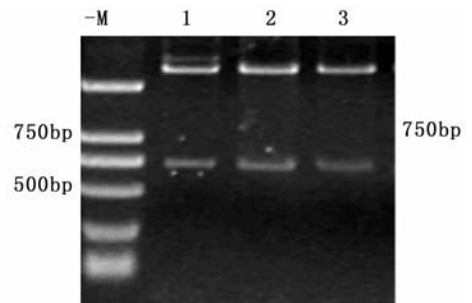
2.3 核糖体 DNA-ITS 的序列分析

由于拟茎点霉属(*Phomopsis* (Sacc.) Bubak) 种类多^[11],分布广,种间的形态具有较大的相似性,按照传统的病原菌分类鉴定十分困难,因此本研究从以上 6 个菌株中选取接种伤口扩展病斑症状与自然病斑症状完全相同的 Y₇ 菌株,进一步克隆并分析了该菌株核糖体 DNA-ITS 的序列。结果表明,用通用引物 ITS₁/ITS₄ 扩增,该菌株可以扩增出大约 700 bp 片段(图 3、图 4),ITS 序列长度为 549 bp;将该序列到 GenBank 中利用 Nucleotide-nucleotide BLAST (blastn) 进行序列比对,结果显示,该菌株的 ITS 序列同 AY578071(杜仲生拟茎点霉 *Phomopsis eucommiicola*) 的 ITS 序列有同源性,相似性为 99%(表 6)。因此将从杨树新造林发病组织所分离的致病菌确定为 *Phomopsis eucommiicola* C. Q. Chang, Z. D. Jiang & P. K. Chi。



M, 2 000 bp DNA marker; 1~3, Y₇ 菌株

图 3 拟茎点霉菌株 DNA 的 ITS-PCR 扩增



M, 2 000 bp DNA marker; 1. 转化子 1; 2. 转化子 2; 3. 转化子 3

图 4 ITS-PCR 与 T 载体转化子的双酶切验证

表 6 拟茎点霉菌株的 ITS 序列比对

基因序列号	真菌名称	序列覆盖度	随机匹配可能型	最大序列相似度
AY578071.1	<i>Phomopsis eucommiicola</i>	96%	0.0	99%
AY745087.1	<i>Phomopsis</i> sp.	95%	0.0	99%
AY546035.1	Fungal endophyte	91%	0.0	98%
AY546033.1	Fungal endophyte	91%	0.0	98%
DQ272495.1	<i>Phomopsis</i> sp.	99%	0.0	96%

因此将拟茎点霉鉴定为杜仲生拟茎点霉(*Phomopsis eucommiicola* C. Q. Chang, Z. D. Jiang & P. K. Chi)。关于 *Phomopsis eucommiicola* 的相关文献仅见于常长青等^[14]的报道,从杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliv.)上分离而得到,该病原菌在杨树上是首次报道。由于 *Phomopsis eucommiicola* 在江苏杨树上是首次发现,本研究仅是对其做了分子遗传学方面的鉴定工作,对其寄主范围、发病条件、侵染过程等生物学特性和致病机理方面还有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 戴雨生. 江苏杨树病害[C]. 江苏省植物病理学会第九届会员代表大会暨学术研讨会论文集,1999:77-81
- [2] 郑华英,张亚川,王光标,等. 苏北杨树新造林地溃疡病发生规律观察[J]. 江苏林业科技,2008,35(2):16-19
- [3] 方中达. 植病研究方法[M]. 第三版. 北京:中国农业出版社,1998
- [4] 王源超,张正光,郑小波. 核糖体基因 ITS 作为苎麻疫霉、恶疫霉分类辅助性状的研究[J]. 菌物系统,2000,19(4):485-491
- [5] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979
- [6] 李兰珍,田淑敏,聂雪冰,等. 杨树大斑溃疡病检验方法的研究[J]. 森林病虫通讯,1991(1):8-10
- [7] 宋双玉. 杨树六种溃疡病的比较研究[J]. 森林病虫通讯,1989(1):7-10
- [8] 钟兆康,赵敏,袁志文,等. 杨树拟茎点菌溃疡病的研究[J]. 应用生态学报,1993,4(1):22-26
- [9] 许文力,徐克勤,吴玉斌,等. 杨树溃疡病[J]. 江苏林业科技,1997,24(4):40-47
- [10] 徐梅卿,何平勋. 中国木本植物病原总汇[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2008
- [11] 戚佩坤,姜子德,向梅梅. 中国真菌志(第三十四卷)·拟茎点霉属[M]. 北京:科学出版社,2007
- [12] Zhang A W, Riccioni L, Pedersen W L, et al. Molecular identification and phylogenetic grouping of *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis longicolla* isolates from soybean[J]. Phytopathology, 1998, 88(12):1306-1314
- [13] 陈永青,姜子德,戚佩坤. RAPD 分析和 IST 序列分析在拟茎点霉分类鉴定上的应用[J]. 菌物系统,2002,21(1):39-46
- [14] 常长青,习平根,向梅梅,等. 湖南省木本植物上的拟茎点霉新种[J]. 菌物学报,2005,24(2):145-154