

# 毛竹基腐病菌 (*Arthrinium phaeospermum*) 的研究\*

夏黎明 张素轩

黄建河

(南京林业大学 南京 210037)

(福建省林业厅)

**摘要** 报道毛竹基腐病菌(暗孢节菱孢 *Arthrinium phaeospermum*)的形态特征、孢子萌发方式和主要生态特性。电镜观察结果表明:该菌的基本形态与 M. B. Ellis 所描述的一致外,还发现了一些未被描述过的孢子类型:(1)长椭圆形—棍棒状的分生孢子;(2)向顶性陆续形成的分生孢子链;(3)间生和顶生的厚垣孢子。孢子萌发试验结果表明:该菌的分生孢子有两种萌发方式:一种是产生芽管,另一种是产生孢囊,囊中含有多个无色球状或椭圆形的孢子。适合孢子萌发的温度为 24℃~32℃,而以 28℃ 为最佳;合适的酸度为 pH 5~7,而以 pH 6 为最好;在孢子悬浮液内加 4.5% 葡萄糖可显著提高孢子萌发率。菌丝生长的最适温度为 24℃~28℃;最适酸度为 pH 6。

**关键词** 毛竹;基腐病菌;暗孢节菱孢;孢子萌发方式;生态特性;形态特征

**中图分类号** S763.15

毛竹基腐病是由暗孢节菱孢(*Arthrinium phaeospermum*)侵染引起的<sup>[1]</sup>。该菌属于半知菌亚门,丝孢菌纲。节菱孢属(*Arthrinium*)的主要特征是分生孢子由基部增长型的(basauxic)分生孢子梗产生,单细胞,暗色。现已知有 21 种<sup>[3]</sup>。暗孢节菱孢最初由 A. K. J. Corda(1837)命名为 *Gymnosporium phaeosperma*, 后由 P. A. Saccardo(1881)改名为 *Coniosporium phaeospermum*, 并在此前后还有其它异名 8 个,其中以 *Papularia sphaerosperma*(Pers.) Höhnelt 为最著名。1965 年, M. B. Ellis 确认该菌为 *Arthrinium* 属成员,改名为 *A. phaeospermum*(Corda) M. B. Ellis, 并描述该菌的主要特征如下:分生孢子梗母细胞葫芦状, 5~10 μm × 3~5 μm;分生孢子梗无色,不分枝,具无色到淡褐色的隔膜, 5~65 μm 长, 1~1.5 μm 宽;分生孢子透镜状,暗黄褐色,上下凸面连接处无色,直径 8~12 (9.9) μm,厚 5~7 (5.9) μm;无不孕细胞。暗孢节菱孢是一种世界性分布的真菌,基物涉及竹,芦苇,苔草等 33 属的 37 种植物及其土壤<sup>[2]</sup>,主要营腐生生活。本研究旨在对寄生在毛竹上的暗孢节菱孢菌的形态,孢子萌发方式和主要生态条件等三方面进行观察和测试。

## 1 形态观察

### 1.1 材料与方法

收稿日期 1995-03-25 修改稿收到日期 1995-05-11

\* 国家“八五”攻关项目

第一作者简介:夏黎明,男,南京林业大学化学工程学院副教授。1982年毕业于南京林业大学森保专业,1993年获林产化学加工专业博士学位。参加过国家自然科学基金资助项目的研究,发表主要论文 8 篇。

供试暗孢节菱孢系从毛竹自然病株上分离的纯培养,经单孢分离后获得的3号单孢菌株。

用于孢子形成方式观察和电镜扫描的材料是在玻片上直接培养的。方法如下:在无菌的载玻片中放一片 $6\text{ mm}^2$ 的PDA培养基,并在其四周接种供试菌,然后复上无菌盖玻片,放在保湿的无菌培养皿内,于 $25\text{ C}$ 下培养。

## 1.2 观察结果

(1)菌落 菌丝生长迅速,在PDA培养基上于 $24\text{ C}$ 恒温条件下,3 d后的菌落直径可达 $6.7\text{ cm}$ 。气生菌丝白色、絮状,后因大量暗色孢子的产生而呈灰白色。菌落底部起初无色,逐渐在中央部位变为淡黄色到深褐色。菌丝多分枝,粗细变化大, $2\sim 6\text{ }\mu\text{m}$ 宽。后期局部菌丝产生很多隔膜,细胞变大,颜色变为黄褐色到黑色,最后形成球形或桶状的厚垣孢子,它们间生或顶生,单生或串生(图 1-6)。

(2)分生孢子梗母细胞 典型的为葫芦状, $5\sim 8\text{ }\mu\text{m}\times 4\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ (图 1-1),常见的还有桶状、圆锥形等,少数可呈圆筒形或丝状。

(3)分生孢子梗 纤细, $1\sim 1.6\text{ }\mu\text{m}$ 宽,少数可达 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上;很短,通常 $3\sim 6\text{ }\mu\text{m}$ 长,有的更短,少数可达 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上;无色,不分枝,隔膜不明显。

(4)分生孢子形成方式 分生孢子梗从母细胞伸出后顶生一个孢子,然后孢子梗从基部增长,在顶生孢子的下方侧生第二个孢子,并沿着不断伸长的孢子梗侧面形成一系列向基性成熟的分生芽孢子(meristem blastospores)。此外还发现有向顶性陆续形成的分生孢子链和孢子堆(图 1-4,1-5),在孢子之间偶可看到很细很短的连接丝(图 1-4)。

(5)分生孢子 单细胞,扁球形,由两个盔状凸面体构成呈透镜状(图 1-2),黑褐色,直径 $7.3\sim 11.7(8.8)\text{ }\mu\text{m}$ ,厚 $4.6\sim 6.5(5.5)\text{ }\mu\text{m}$ ,在两凸面体连接处为一无色的发芽缝。此外还观察到一种椭圆形到棍棒状的分生孢子,这种长形孢子通常着生在孢子梗的顶端(图 1-3), $13.8\sim 26.0(16.7)\text{ }\mu\text{m}\times 3.9\sim 6.0(5.1)\text{ }\mu\text{m}$ 。

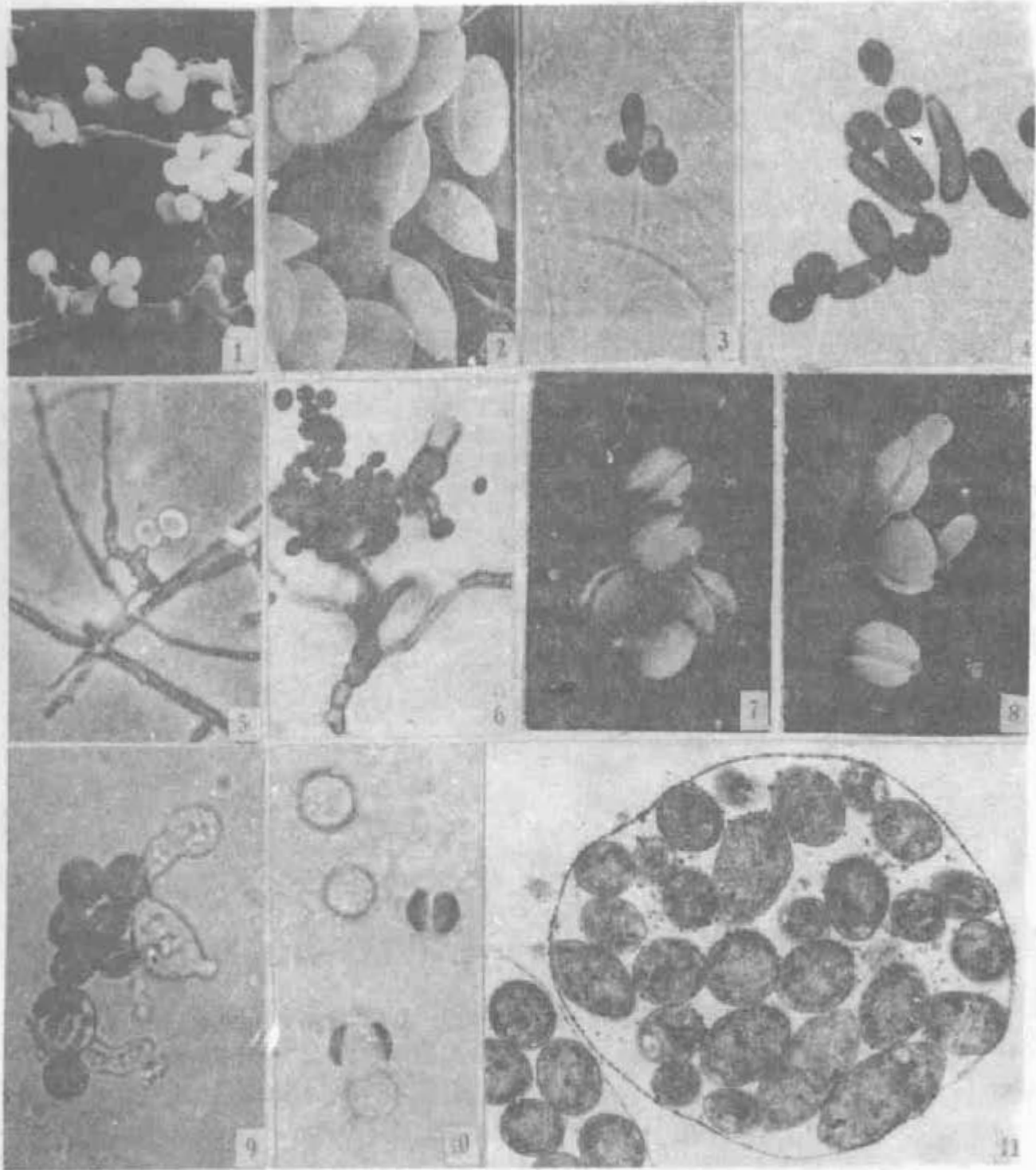
## 2 孢子萌发方式的观察

### 2.1 材料与方法

将供试的3号单孢菌株用含 $4.5\%$ 葡萄糖的无菌水配制孢子悬浮液,孢子浓度为 $3.4\times 10^4$ 个/mL。取 $10\text{ mL}$ 孢子悬浮液注入直径为 $9\text{ cm}$ 的无菌培养皿内,并在皿底平放4块无菌盖玻片,在 $20\text{ C}$ 的条件下4 d后取皿底玻片,在光镜和电镜下观察孢子萌发方式。

### 2.2 结果

经多次的重复试验和观察,结果显示该菌的分生孢子有两种萌发方式:(1)产生芽管:孢子吸水后从发芽缝处开裂,然后从裂缝的一端或两端伸出无色的芽管(图 1-7,1-8);(2)产生泡囊:孢子吸水开裂后,由于内含物进一步膨胀,外壳脱落,露出一个球形无色的泡囊(图 1-10);泡囊也可从开裂的芽缝处产生,偶尔也可在芽管上形成(图 1-9)。在泡囊内含有许多球形到长椭圆形的无色孢子(图 1-11),泡囊破裂后,孢子散开,并能在适宜条件下繁殖,形成白色粘液状的菌落,无气生菌丝。



1. 葫芦状分生孢子母细胞(400×);2. 透镜状分生孢子(1800×);3. 顶生的长形孢子和侧生的透镜状孢子着生在同一横孢子梗上(500×);4. 由长形和透镜状孢子组成的分生孢子堆(700×),箭头指向孢子间的连接丝;5. 串生分生孢子(500×);6. 厚垣孢子(280×);7,8. 分生孢子萌发产生芽管(1100×);9,10. 分生孢子萌发产生孢囊(800×);11. 孢囊内的无色小孢子(10000×)。

图1 毛竹基腐病菌的形态和孢子萌发方式

Fig. 1 Morphology and conidia germination means of *Arthuriium phaeosporium*

### 3 分生孢子萌发条件的测试

本试验仍用培养皿萌发法,经 80~84 h 后,将皿盖打开,在显微镜下沿着培养皿直径从左向右计测 200 个孢子的萌发率,每种处理设两个重复。

#### 3.1 温度对孢子萌发的影响

在 0℃~40℃ 的 10 组不同温度下进行萌发试验,结果表明:分生孢子在 24℃~32℃ 范围内萌发较好,以 28℃ 为最佳(见表 1)。

表 1 不同温度下的孢子萌发率%

Table 1 Percentages of conidia germination at different temperature

萌发方式	不同温度(℃)下孢子萌发率%									
	0	4	12	16	20	24	28	32	36	40
产芽管	0.5	0.5	7.0	9.5	6.0	13.0	13.5	8.0	6.0	3.5
产孢囊	7.0	6.0	4.0	2.0	1.5	4.5	11.0	8.5	4.0	1.5
合计	7.5	6.5	11.0	11.5	7.5	17.5	24.5	16.5	10.0	5.0

#### 3.2 酸度对孢子萌发的影响

将低温处理(4℃, 60 d)过的孢子配制成不同酸度的悬浮液,在 28℃ 下萌发 80 d 后检查孢子萌发率,结果表明:在 pH 5~7 条件下孢子萌发较好,尤以 pH 6 为最佳,见表 2。

表 2 不同酸度下的孢子萌发率%

Table 2 Percentages of conidia germination at different acidity

萌发方式	pH 值										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
产芽管	0	0	31.5	41.5	37.0	4.0	0	0	0	0	0
产孢囊	0	3.5	2.5	5.5	3.5	5.0	5.5	7.5	6.5	6	0
合计	0	3.5	34.0	47.0	40.5	9.0	5.5	7.5	6.5	6	0

#### 3.3 糖和萘乙酸对孢子萌发的影响

分别用清水,糖水(含 4.5%葡萄糖),萘乙酸水(含 9 mg · L<sup>-1</sup>)和萘乙酸糖水(含 9 mg · L<sup>-1</sup>萘乙酸和 4.5%葡萄糖),经过滤灭菌后配制孢子悬浮液,在 24℃ 下萌发 84 h,结果表明:悬浮液内加少量糖能大幅度提高孢子萌发率;加入萘乙酸也能促进孢子的萌发,但远不如加糖效果明显,见表 3。

表 3 水中加糖或萘乙酸对孢子萌发的影响

Table 3 Effect of water adding sugar or NAA on conidia germination

萌发方式	不同养分情况下孢子萌发率%			
	清水	糖水	萘乙酸水	萘乙酸、糖水
产芽管	13.0	71.0	40.0	80.5
产孢囊	4.5	9.0	3.0	6.0
合计	17.5	80.0	43.0	86.5

## 4 菌丝体生长条件的测试

### 4.1 生长温度的测试

在盛有 10 mL PDA 培养基,直径为 9 cm 的培养皿中央移植一块 5 mm<sup>2</sup> 供试菌株的纯培养,置于不同温度下生长,3 d 后测量菌落直径,每种温度设 3 个重复。结果表明:该菌在 16℃~28℃ 条件下生长较好,其中尤以 24℃~28℃ 为生长最佳温度(见表 4)。

表 4 不同温度下的菌落生长势

Table 4 Growth rates of colonies at different temperature

重复序号	不同温度(℃)下 3 d 后菌落直径/mm											
	0	4	8	12	14	16	20	24	28	32	36	40
1	0	1	7	14	13	34	37	65	71	3	1	0
2	0	1	5	13	18	35	42	65	66	6	1	0
3	0	0.5	4	12	14	33	43	67	63	6	1	0
平均	0	0.8	5.3	13	15	34	40.7	65.7	66.7	5	1	0

### 4.2 生长酸度的测试

在不同 pH 的 PDA 培养基上按上述方法移植供试菌,置于 25℃ 条件下培养了 3 d 后测量菌落直径,每种酸度设 3 个重复。结果表明:在 pH 5.3~7.9 之间菌丝生长较好,尤以 pH 6 为最佳(见表 5)。

表 5 不同酸度下菌落生长势

Table 5 Growth rates of colonies at different acidity

重复序号	不同 pH 值的培养基上 3 d 后菌落直径/mm												
	3.8	4.1	4.5	5.1	5.3	6.0	7.1	7.9	8.8	9.8	11.0	11.5	12.1
1	0	1	7	13	39	39	35	27	23	11	2	1	0
2	0	1	5	17	40	43	38	32	20	10	1	0	0
3	0	1.5	4	16	32	42	39	37	19	5	2	0.5	0
平均	0	1.2	5.3	15.3	37	41.3	37.3	32	20.7	8.7	1.7	0.5	0

## 5 结论与讨论

(1)毛竹基腐病菌的基本形态与 M. B. Ellis(1965)对 *Arthrinium phaeospermum* 的描述是一致的。此外还观察到一些至今未被描述过的特性:a. 一种长椭圆形到棍棒形的分生孢子,它与其它透镜状孢子着生在同一根分生孢子梗上;b. 在孢子形成方式上有一种向顶性陆续形成的分生孢子链或孢子堆,特别在老龄的菌落上很普遍,这类孢子从形式上看与串生的芽孢子(Blastospore)没有不同,但在孢子之间偶尔可看到很细短的连接丝,从这一点上来看,这种类型的孢子似可以理解为:顶生的孢子本身转化为分生孢子梗母细胞,伸出一根极短而细的分生孢子梗,顶生一个次生分生孢子,这个孢子再转化为母细胞,再产次生孢子,由于孢子梗在多数情况下一再缩短近乎消失,以致与串生芽孢子难以区别。如果这种解释合理,那么这种串生的分生孢子仍应属于分生芽孢子(meristem blastospore);c. 间生和顶生的,球形或桶状的暗色厚垣孢子。

(2)通过孢子萌发方式的观察结果表明:该菌孢子萌发后除了从发芽缝的一端或两端产生芽管外,还可以产生泡囊,囊内含有多个球形到长椭圆形的无色孢子。

(3)通过对孢子萌发条件的测试,结果表明:分生孢子在 24℃~32℃条件下萌发率较高,其中尤以 28℃为最佳;适合孢子萌发的酸度为 pH 5~7,尤以 pH 6 为最好;在孢子悬浮液内加入 4.5%的葡萄糖可以大幅度的提高孢子萌发率。

(4)菌落生长的最适温度为 24℃~28℃;最适酸度为 pH 6。

致谢 本研究在电镜方面得到黄金生先生的指导和帮助,特此致谢。

#### 参考文献

- 1 张素轩,章卫民等.毛竹基腐病病原的研究.南京林业大学学报,1995,(1):1~7
- 2 Ellis M B. Dematiaceous Hyphomycetes. ■ Mycol. papers, 1965,103:1~14
- 3 Ellis M B. Dematiaceous Hyphomycetes, comm. Mycol. Inst. Kew. England. 1971,608

## STUDIES ON ARTHRINIUM PHAEOSPERMUM CAUSING MOSO BAMBOO FOOT ROT

Xia Liming Zhang Suxuan

Huang Jianhe

(Nanjing Forestry University Nanjing 210037) (Forestry Department of Fujian province)

**Abstract** This paper reports the morphology, spore germination means and ecological habits of *Arthrini-um phaeospermum* causing Moso bamboo foot rot. Examination results showed that primary characters of conidiophore mother cells, conidiophores and conidia were identical with the descriptions given by M. B. Ellis, but some additional undescribed spores were observed as follows: (1) a kind of ellipitic-clavata conidia; (2) acropetal and catenulate conidia; (3) intercalary and terminal chlamydospores. Conidia germination tests indicated that there are two means for germination: one is to produce a germ tube, the other to form a vesicle containing a number of very small colorless spores. The results of ecological condition experiment have shown that the optimum temperature and acidity for conidia germination are 28℃ and pH 6; for mycelium growth are 24℃~28℃ and pH 6. The addition of sugar (4.5%) can raise the percentage of conidia germination.

**Key words** Moso bamboo; *Phyllostachys pubescens*; Foot rot; *Arthrini-um phaeospermum*; Ecological condition; Morphology

(责任编辑 朱 凯 葛丽都)