

# Isolation and Identification of *Fusarium equiseti* Causing Rubber Tree Stem Rot

Yunxia Qin<sup>1</sup>, Jilai Lu<sup>2</sup>, Huizhen Zhou<sup>2</sup>, Jiyan Qi<sup>1</sup>, Xiangyu Long<sup>1</sup>, Yongjun Fang<sup>1</sup>,  
Chaorong Tang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Biology and Genetic Resources of Rubber Tree, Ministry of Agriculture, Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou Hainan

<sup>2</sup>Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou Hainan  
Email: \*chaorongtang@126.com, yunxiaqin2004@163.com

Received: Nov. 12<sup>th</sup>, 2017; accepted: Nov. 26<sup>th</sup>, 2017; published: Dec. 6<sup>th</sup>, 2017

## Abstract

*Fusarium* spp. are diverse and exist widely, with a large range of hosts and capability of rapid propagation, making them as pathogens even lethal to most of plants. Recently, diseases caused by *Fusarium* spp. occur frequently in rubber tree plantation in China. In order to find the death reason of a young rubber tree in Hainan Guangba region, one pathogen was finally identified as *Fusarium equiseti* based on its pathogenicity, morphology and molecular identification, named as Fusarium-Hb in this study. Owing to its high pathogenicity and its easy adaption to light, temperature and a large range of pH 4 - 11 growth condition, this Fusarium-Hb could produce abundant microspores, macrospores and chlamydospores, which should be given enough attention in future. In addition, the most efficient fungicide agents and adoptions were screened by comparison with the inhibition effect of five fungicide single agents on Fusarium-Hb. These results showed that 40% Fuxing emulsifiable concentrates were the first choice for killing Fusarium-Hb and 70% thiophanate methyl powder was the second. In a word, Fusarium-Hb was firstly identified as pathogen of killing rubber tree and the most efficient fungicides were selected out for application to field management in this study.

## Keywords

Rubber Tree, Stem Collar Rot Disease, *Hevea brasiliensis*, Fungicide Screening

# 橡胶树基腐病致病菌——木贼镰刀菌的分离及鉴定

秦云霞<sup>1</sup>, 卢基来<sup>2</sup>, 周慧珍<sup>2</sup>, 戚继艳<sup>1</sup>, 龙翔宇<sup>1</sup>, 方永军<sup>1</sup>, 唐朝荣<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>中国热带农业科学院橡胶研究所, 农业部橡胶树生物学与遗传资源利用重点实验室, 海南 儋州

\*通讯作者。

文章引用: 秦云霞, 卢基来, 周慧珍, 戚继艳, 龙翔宇, 方永军, 唐朝荣. 橡胶树基腐病致病菌——木贼镰刀菌的分离及鉴定[J]. 农业科学, 2017, 7(9): 621-629. DOI: 10.12677/hjas.2017.79084

<sup>2</sup>海南大学热带农林学院和热带作物学院, 海南 海口  
Email: chaorongtang@126.com, yunxiaqin2004@163.com

收稿日期: 2017年11月12日; 录用日期: 2017年11月26日; 发布日期: 2017年12月6日

## 摘要

镰刀菌种类繁多, 地理分布复杂, 寄主范围广, 寄生繁殖能力强, 大部分对植物具有致病性和毁灭性。近来, 由镰刀菌引起的橡胶树病害在中国植胶区内发生并呈现逐渐增加趋势。为了查明海南广坝植胶区的一株橡胶幼树枯死的原因, 本文通过病原菌分离、形态学、分子生物学和致病性鉴定等方法, 最终确定该致病菌是一种木贼镰刀菌(*Fusarium equiseti*), 这里命名为Fusarium-Hb。由于该镰刀菌在条件合适的情况下致病性强, 又因为其对温度(16℃~35℃)和pH适应范围广(pH 4~11), 光照比黑暗条件下更易形成孢子, 能产生大量大、小分生孢子及厚垣孢子, 因而该病原菌是需要引起重视的病原菌。另外, 本研究通过5种单剂药效筛选试验表明, 40%福星乳油是防治该镰刀菌的首选药剂; 其次为70%甲基托布津可湿性粉剂。本文是木贼镰刀菌引起橡胶树枯死的致病菌的首次报道, 并为大田防治提供了有效的防治药剂。

## 关键词

橡胶树, 茎腐病, 镰刀菌, 药剂筛选

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

天然橡胶主要来源于巴西橡胶树(*Hevea brasiliensis*), 这种高大乔木生长寿命约 60 年, 经济寿命为 25~40 年。我国橡胶树种植区主要分布于海南、云南、广东等非传统植胶区。这类植胶区病害多, 尤其是随着橡胶树种植年限的延续和生态、生产条件的转变, 一些新的病虫害逐渐显现出来, 如 2006 年西双版纳发现了镰刀菌 *Fusarium* sp., 其侵染引起茎干爆皮流胶和茎干溃疡[1], 2013 年和 2014 年在西双版纳橡胶林发现了由腹状镰刀菌(*Fusarium venfricosum* Appel & Wollen weber)和多隔镰刀菌(*Fusarium decemcellulare* Brick.)引起的橡胶树新病害——橡胶树基腐病(Collar rot)和树干褐斑病(Stem brown spot) [2] [3]。

据报道, 镰刀菌是专一引起植物维管束病害的病原, 一旦进入维管束系统后能马上堵塞导管, 产生有毒物质, 不断扩散和向上延展, 导致病株茎干部腐烂直至死亡, 造成的损失还是很大的。镰刀菌生态适应性极强, 分布很广, 寄主种类繁多[4], 比如热带的作物[5]辣木[6], 北方的苜蓿[7], 温带的淡竹[8]等。镰刀菌的繁殖能力强, 大部分对植物具有致病性和毁灭性[7]。它们以菌丝体或厚垣孢子在土壤、栽培基质中越冬, 可营腐生生活。分生孢子借气流、雨水、进行传播; 通过幼根和茎基部的伤口侵入为害。最近, 我们得知海南东方广坝农场有部分橡胶幼树早枯的消息, 其症状看似与已报道的镰刀菌危害症状相似: 在根基部最先出现淡褐色病斑, 而后变黑, 树梢发黄, 叶片脱落, 最终枯萎死亡。为了查明海南广坝植胶区的这些橡胶幼树枯死的原因, 我们通过病原菌分离、形态学、分子生物学和致病性鉴定方法, 最终确定该致病菌是一种木贼镰刀菌(*Fusarium equiseti*)。目前, 除了一些其它镰刀菌对橡胶树的危害及鉴定外[2] [3], 有关木贼镰刀菌的分子鉴定和生物学特性, 国内外还未见有报道, 因此本文首先鉴定其致

病性,接着测定了碳、氮源、pH 值、温度、光照等因素对病原菌菌丝生长的影响;并通过药剂抑制实验,筛选高效低毒农药制剂以备用于田间橡胶树镰刀菌茎腐病病害防治。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 供试材料

样品采集:2017年6月采集于海南省东方广坝农场的已经栽种4年的橡胶树枯死病株。

供试橡胶树幼苗材料:选用品种热研7-33-97自根无性系试管苗和袋装苗,本研究所种苗课题组提供。马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)。70%甲基托布津(hiophanate-Methyl) [9]可湿性粉剂(西安喷得绿农化有限公司生产)、50%扑海因(RovraL)可湿性粉剂(安万特作物科学公司生产)、50%多菌灵(Carbendazim)可湿性粉剂(山东华阳科技股份有限公司生产)、40%福星乳油(Fuxing EC) (上海农乐生物制品有限公司生产)、恶霉灵(Hymnopsis) (吉林省延边西爱斯开化学农药厂生产)。

### 2.2. 病原菌的分离及保藏

病原物分离采用组织分离法[10],剪取病害样本的根部和茎基部病健交界处材料,用75%的乙醇处理2分钟,再用20%的次氯酸钠溶液消毒10分钟,然后再用无菌水漂洗5次,将其转移到PDA平板上,在28℃的温箱中,倒置培养。观察平板上有真菌和细菌的生长,挑取单一的菌落进行纯化培养,观察并测定其菌落生长速度、菌株色泽、小或大分生孢子着生情况、形态特征、隔膜数等性状,用PDA试管斜面置于4℃冰箱中保存。

#### 2.2.1. 镰刀菌形态学鉴定方法

通过镰刀菌载玻片培养、棉兰染色及显微镜观察方法进行其形态学鉴定。观察并记录分生孢子大小、形状,小型分生孢子、大型分生孢子数量、形状,产孢细胞、厚垣孢子的有无。根据Booth分类系统对镰刀菌进行分类鉴定[11]。

#### 2.2.2. 致病性鉴定方法

本文采用伤根接种法鉴定所分离镰刀菌的致病性。接种镰刀菌和无菌水(对照)到长势一致的橡胶自根无性系热研7-33-97试管苗上,处理和对照分别是三株为一个重复,共设3次重复。每天观察接种苗、病原菌及处理苗子根部的生长变化情况,第12天统一测量处理每棵橡胶树幼苗的株高、叶片数及总鲜重,且从发病的植株上再次分离到该病原菌。

### 2.3. 镰刀菌的生物学特性分析

镰刀菌形态多样化,且极易受温度、pH 值、光照、营养条件、湿度等影响而变化。本试验具体试验操作参照文献[8]对分离得到的镰刀菌进行不同pH 4~11,光照或黑暗、不同碳源和氮源、不同温度梯度下培养,观察和记录其生长特性。

### 2.4. rDNA ITS 扩增与测序及数据处理

除了进行形态鉴定外,我们克隆其ITS序列,分析系统进化从而鉴定其类别。以CTAB法[5]提取病原菌的基因组DNA,以真菌通用引物ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3')和ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3')为引物进行PCR扩增[12],扩增条件是:95℃,预变性3分钟;95℃,变性30秒,58℃,退火30秒,72℃,1.5分钟延伸,扩增30个cycle,72℃,5分钟补平。经过PCR产物回收、连接、转化及菌落PCR鉴定后送公司测序。登录NCBI,将所得序列进行序列相似性比对,并下载相应基因序列,用ClustalX软件进行对位排列,构建分子系统树。

## 2.5. 防治镰刀菌药剂的筛选方法及分析

参照文献[9], 采用室内生长速率比较法测定了 5 种单剂杀菌剂对镰刀菌(*Fusarium-Hb*)的毒力, 这 5 种杀菌剂是 40%福星乳油、70%甲基托布津可湿性粉剂、50%扑海因可湿性粉剂、50%多菌灵可湿性粉剂、99%恶霉灵可溶性粉剂。具体做法是待培养基灭菌冷却至 65℃后, 分别用吸取不同浓度的药液到培养基中, 分别配置将 50%多菌灵可湿性粉剂稀释成 250、400、500 倍, 50%扑海因可湿性粉剂稀释成 1000、1200、1500 倍, 70%甲基托布津可湿性粉剂稀释成 2500、3000、4000 倍, 40%福星乳油稀释成 12,000、15,000、20,000 倍, 99%恶霉灵释成 3000、3500、4000 倍的培养基, 每个浓度 4 次重复, 同时以无菌水代替农药为对照。在无菌条件下, 每个培养皿接种 1 个菌饼到培养基中央, 于 28℃的恒温箱内培养。72 h 后, 用十字交叉法测量记录每个培养皿内菌落直径(mm), 计算供试药剂不同浓度对镰刀菌 *F. equiseti* 的抑制率, 应用 Excel 软件求出各单剂毒力回归方程、 $EC_{50}$ 。

计算公式如下: 抑制率 (%) = [(对照菌落直径 - 处理菌落直径)/对照菌落直径] × 100

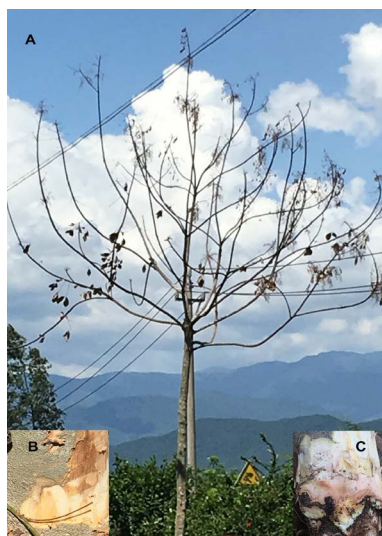
以农药浓度取以 10 为底的对数为横坐标, 通过查生物统计机率值换算表, 以各个浓度时抑制率对应的几率值作为纵坐标, 求出每个试验浓度的回归方程和相关系数 R 和  $EC_{50}$  值。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 致病菌的危害与形态鉴定

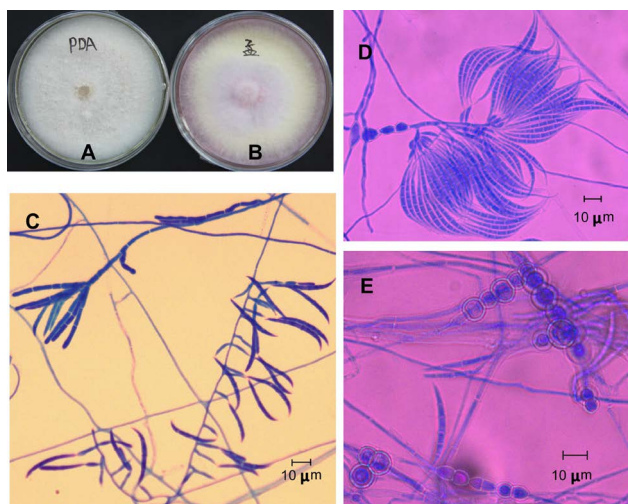
已经栽种 4 年的橡胶树死了。致病菌使橡胶幼树病株根部维管束变黑腐烂, 叶片脱落, 树梢渐渐发黄, 最终枯萎死亡。从症状上初步判断是维管束病害, 看似与已报道的镰刀菌危害症状相似(图 1(A)~(C))。

该病原菌 *Fusarium-Hb* 在 28℃培养箱黑暗培养 3 天, 它在 PDA 上菌落为白色丝状, 日生长率为 16 mm; 在孟加拉红培养基上形成亮黄色菌落(图 2(A)和图 2(B))。小分生孢子直接由营养菌丝产生, 有 3 个分隔, 大小为 12~13.5\*1~1.25  $\mu\text{m}$ , 孢子量大(图 2(C)); 但是随着帚状分枝的分生孢子梗产生(图 2(C)), 镰刀型的大分生孢子大量产生, 每个大分生孢子有 7 个分隔, 大小为 40~43.5\*1.25~1.5  $\mu\text{m}$  (图 2(D)); 厚垣孢子间生, 成链或成节, 球形(图 2(E))。



**Figure 1.** Rubber tree died of *Fusarium-Hb*. (A) Dead tree attacked by *Fusarium-Hb*; (B) Dead stem; (C) Black and rot vascular bundle in stem

**图 1.** 感染 *Fusarium-Hb* 而死亡的橡胶树。(A) *Fusarium-Hb* 引起橡胶树幼苗死亡; (B) 枯死的茎秆; (C) 病原菌使根茎维管束变黑腐烂



**Figure 2.** Morphology of *Fusarium-Hb*. (A) Character of *Fusarium-Hb* on PDA media; (B) *Fusarium-Hb* on Rose Bengal Agar media produced yellow pigment; (C) Conidia and conidiophore of *Fusarium-Hb*, 400×; (D) Macroconidia and conidiophore of *Fusarium-Hb*, 400×; (E) Chlamydo-spore of *Fusarium-Hb*, 400×

**图 2.** *Fusarium-Hb* 的形态特征。(A) *Fusarium-Hb* 在 PDA 上的生长特征; (B) *Fusarium-Hb* 在孟加拉红培养基上产生黄色色素; (C) 镰刀菌的小分生孢子及小分生孢子梗特征, bar = 10 μm, 放大 400 倍; (D) 大分生孢子梗及大分生孢子特征, bar = 10 μm, 放大 400 倍; (E) 镰刀菌厚垣孢子特征, bar = 10 μm, 放大 400 倍

### 3.2. 镰刀菌分子进化分析

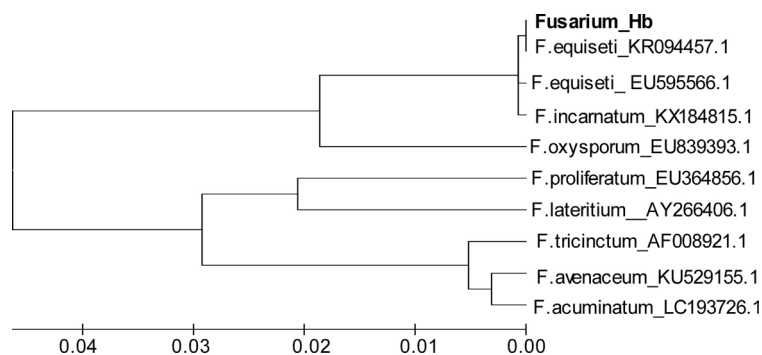
所分离病原菌 *Fusarium-Hb* 的 ITS 序列长度为 517 bp, 经与相关 *Fusarium* 种类的序列进行同源比对, 菌株 *Fusarium-Hb* 的 ITS 序列与 KR094457.1 (*F. equiseti*) 同源性最高, 达到 100%, 所以该菌株应为 *F. equiseti* 木贼镰刀菌。 *Fusarium-Hb* 与木贼镰刀菌、变红镰孢菌、尖孢镰刀菌聚类在同一组; 与层出镰孢菌、砖红镰孢、三线镰刀菌、燕麦镰孢和锐顶镰孢菌相距较远(图 3)。

### 3.3. 致病性鉴定

按照 1.2.2 的实验方法, 致病性鉴定的结果表明, 在橡胶试管苗根部接种 *Fusarium-Hb* 3 天就看到该病菌在受伤部位生长, 第 6 天开始就看到接种镰刀菌的处理苗根部变褐, 第 12 天细根根毛显著减少, 根系腐烂变黑, 植株萎蔫, 生长停滞、叶色暗淡甚至部分叶字脱落现象(图 4(B)), 也是因为处理时间还较短, 上部部分茎叶还保持存活状态。但是接种无菌水(对照)的橡胶树幼苗生命力强盛, 叶色鲜绿, 根系生长旺盛发达(图 4(A)); 对比其鲜重可知, 接种苗已经显著受到抑制。可见该致病菌致病力强, 对橡胶苗的生长影响大甚至是致命性的。处理后第 12 天结果表明接种病菌的处理苗的单株鲜重(3.4845 g)和单株叶片数(4 片)显著低于对照试管苗(5.5245 g 和 6 片), 苗高变化不显著(表 1)。

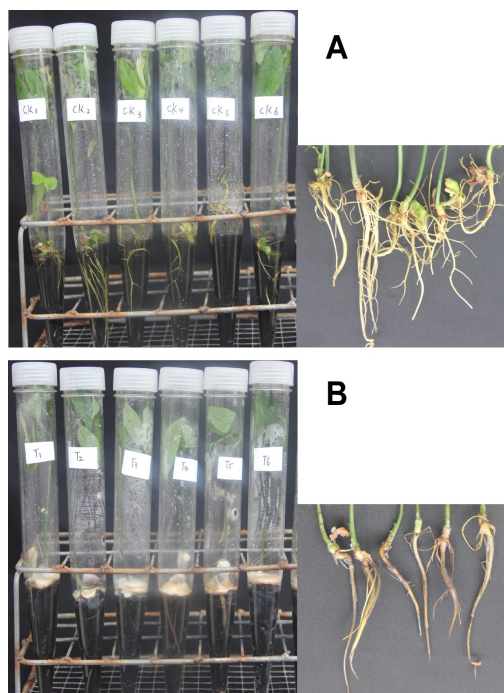
### 3.4. *Fusarium-Hb* 的生物学特性

试验结果表明 *Fusarium-Hb* 的适应性很强, 适宜生长的温度范围为 16℃~35℃, 最适宜的温度为 30℃, 致死温度为 50℃ (10 min), 低温 10℃ 处理 5 天仍旧能保持活性, 而且在光照条件下生长快, 容易产生大量分生孢子(图 5(A), 图 2(C)和图 2(D))。在 6 种不同碳源培养基上生长速度相差不大, 以麦芽糖、葡萄糖和蔗糖生长较好, 在甘露醇和山梨醇生长较差(图 5(B), 表 2); 在 6 中氮源培养基(氯化铵、硫酸铵、硝酸钾, 尿素、硝酸钠和硝酸铵)上差异很明显, 该菌株在氯化铵和硫酸铵上几乎不生长, 而在氮源利用上的先后顺序为硝酸钾 > 硝酸钠 > 硝酸铵 > 尿素(图 5(C), 表 2)、在培养基 pH 4~11 范围都能生长(图 5(D), 表 2)。



**Figure 3.** Minimum evolution tree inferred from partial ITS sequence data. KR094457.7 and EU595566.1 *F. equiseti*, EU839393.1 *F. oxysporum*, EU364856.1 *F. proliferatum*, AY266406.1 *F. lateritium*, AF008921.1 *F. tricinctum*, KU529155.1 *F. avenaceum*, LC193726.1 *F. acuminatum*

**图 3.** 根据 ITS 序列构建的 *Fusarium-Hb* 的最小进化树 *F. equiseti* KR094457.7 和 EU595566.1 木贼镰刀菌; *F. incarnatum* 变红镰孢; *F. oxysporum* EU839393.1 尖孢镰刀菌; *F. proliferatum* EU364856.1 层出镰孢菌; *F. lateritium* AY266406.1 砖红镰孢; *F. tricinctum* AF008921.1 三线镰刀菌; *F. avenaceum* KU529155.1 燕麦镰孢; *F. acuminatum* LC193726.1 锐顶镰孢菌



**Figure 4.** Pathogenicity of *Fusarium-Hb* to rubber tree seedlings. (A) Control seedlings; (B) Seedlings inoculated of *Fusarium-Hb*

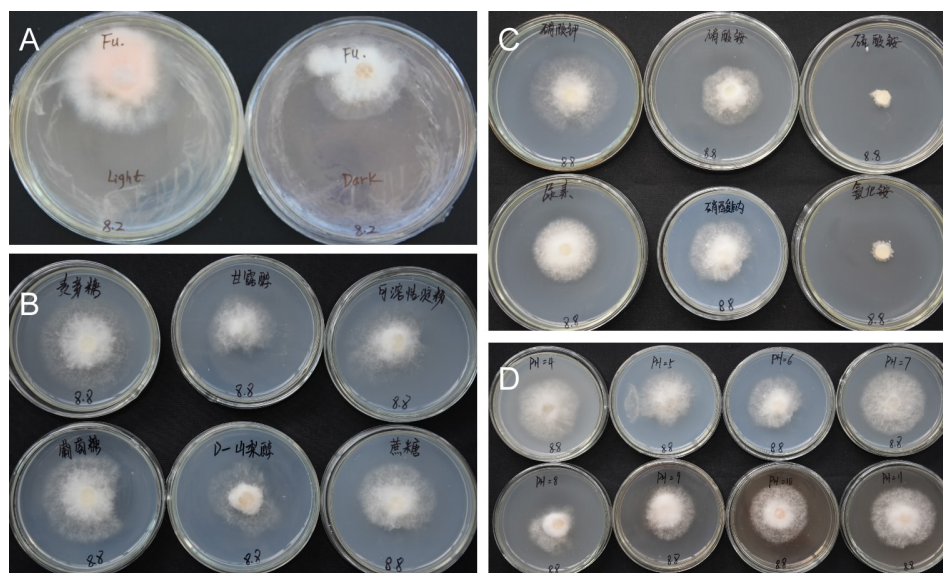
**图 4.** *Fusarium-Hb* 对橡胶幼苗的致病性。(A) 对照幼苗; (B) 接种 *Fusarium-Hb* 的橡胶幼苗

**Table 1.** The inhibitory effect of *Fusarium-Hb* on growth of rubber tree seedling

**表 1.** 橡胶树木贼镰刀菌 *Fusarium-Hb* 对橡胶树幼苗生长的抑制作用

	Fresh weight (g)	Leaf number/seedling	Height (cm)
Control	5.5245 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	15.65 <sup>a</sup>
Treatment	3.4845 <sup>b</sup>	4 <sup>b</sup>	15.55 <sup>a</sup>

**Note:** Different litter letter denote significant difference between control and treatments ( $p < 0.01$ ) and the same litter letter denote no difference ( $p < 0.05$ ) after Duncan's test.



**Figure 5.** Growth profiles of *Fusarium-Hb* on different media

**图 5.** *Fusarium-Hb* 在不同培养基上的生长特征

**Table 2.** Growth rate of *Fusarium-Hb* on different carbon and nitrogen sources media

**表 2.** *Fusarium-Hb* 在不同碳源和氮源培养基上的生长速率

Carbon source	Rate of growth mm/d	Nitrogen source	Rate of growth mm/d	Different pH	Rate of growth mm/d
麦芽糖	1.46	KNO <sub>3</sub>	1.48	4	1.29
葡萄糖	1.49	NaNO <sub>3</sub>	1.1	5	1.43
蔗糖	1.35	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1.2	8	0.94
可溶性淀粉	1.24	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1.06	9	1.18
甘露醇	1.13	NH <sub>4</sub> Cl	0.2	10	1.2
山梨醇	1.12	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.2	11	1.4

Note: The growth data was average value of three days based on four replicates.

### 3.5. 防治药剂的筛选

5 种杀菌剂对 *Fusarium-Hb* 抑制作用的测定结果表明(表 3): 40%福星乳油对 *Fusarium-Hb* 抑制效果最好, 可以稀释 20,000 倍使用, 其 EC<sub>50</sub> 最小, 为 0.0554 μg/ml; 其次为 70% 甲基托布津可湿性粉剂, 可以稀释 4000 倍使用, EC<sub>50</sub> 值为 0.3870 μg/ml; 99% 恶霉灵可湿性粉剂的抑制效果不明显, 其 EC<sub>50</sub> 值为 0.1874 μg/ml; 50% 扑海因可湿性粉剂和 50% 多菌灵可湿性粉剂(数据略)对镰刀菌没有任何抑制效果。

## 4. 分析和讨论

本文通过形态学和分子生物学手段鉴定了一种橡胶树茎腐病的致病菌——木贼镰刀菌 *Fusarium-Hb* (图 3), 并回接验证其对橡胶苗的高致病性(爆发条件下, 能快速破坏植株的根系) (图 4)。虽然该菌在高温(>37℃)下不易存活, 对铵态氮适应性差, 但是其具有广泛的酸碱适应性(pH 4~11)和耐低温的能力(10℃, 5 天不死, 16℃缓慢生长), 光照会促进其快速生长和产生孢子(图 5(A)), 产孢量大而且速度快, 具有小、大分生孢子和厚垣孢子(图 2), 因此一旦条件合适, 其爆发时对植物很可能是毁灭性病害, 因此是一种需要高度重视的致病菌。

**Table 3.** Effect of four fungicides on growth of *Fusarium-Hb*  
**表 3.** 四种杀真菌剂对 *Fusarium-Hb* 生长的效果

Name of fungicide	Times of dilution	Reagent concentration ( $\mu\text{g/ml}$ )	Log of concentration (x)	Probability value (Y)	Virulence regression equation $Y = a + bx$	EC 50 ( $\mu\text{g/ml}$ )	$R^2$
99% 恶霉灵 可湿性粉剂	3000	0.33	-0.4815	5.6219	$Y = 6.9325 + 2.6572x$	0.1874	0.9099
	3500	0.29	-0.5376	5.5622			
	4000	0.25	-0.6021	5.3055			
50% 扑海因 可湿性粉剂	1000	1.00	0	4.1110	$Y = 4.1438 + 3.5295x$	1.7482	0.9709
	1200	0.83	-0.0809	3.9197			
	1500	0.76	-0.1739	3.5015			
70% 甲基托布津 粉剂	2500	0.40	-0.3979	5.0728	$Y = 8.3307 + 8.0776x$	0.3870	0.994
	3000	0.33	-0.4815	4.5155			
	4000	0.25	-0.6021	3.4368			
40% 福星乳油	12,000	0.0833	-1.0794	5.4565	$Y = 8.1243 + 2.4859x$	0.0554	0.9927
	15,000	0.0667	-1.1759	5.1738			
	20,000	0.0500	-1.3010	4.9021			

另外, 5 种单剂试验结果表明, 40% 福星乳油对 *Fusarium-Hb* 杀菌效果最好, 可作为防治镰刀菌的首选药剂, 尤其是 40% 福星乳油(氟硅唑)属于有机硅类杀菌剂, 可以安全使用于作物幼嫩组织, 因此可用稀释 10,000~20,000 倍的 40% 福星乳油在移栽橡胶前进行预处理, 能起到很好的预防作用, 当然也可用于灌根处理感染植株。其次为 70% 甲基托布津可湿性粉剂, 可用 3000~4000 倍稀释用于灌根(表 3)。据报道在春夏季节, 若栽培基质温度较高, 潮湿, 移栽时根系伤害较多, 植株生长势弱则发病重; 而且大苗龄的橡胶苗比小苗龄的容易发病; 栽培中氮肥施用过多, 有利于病菌的生长和侵染, 并促进病害的发生和流行。根据 *Fusarium-Hb* 的氮源利用特性, 我们建议大田生产中可以通过施用铵态氮肥抑制其繁殖和传播。另外, 根据近几年云南、海南植胶区出现的橡胶树镰刀菌病害特征, 很有必要进行全面调查分析, 特别观察这类病害与橡胶树不利的立地条件、营养状况和生势的关系, 以期对病害的经济地位有准确评价和予以有效、合理的控制。今后还需要加大对橡胶树镰刀菌根腐病病原菌的研究, 进一步明确其发生危害情况以及发病规律, 制定综合防治策略和技术, 为抗病选育和大田管理奠定基础。

## 致 谢

感谢田维敏研究员、李维国研究员和橡胶产业技术体系东方试验站站长莫东红对试验取材的帮助。

## 基金项目

中国热带农业科学院基本科研业务费专项资金(1630022016006-01)。

## 参考文献 (References)

- [1] 李加智, 何明霞, 张春霞. 西双版纳橡胶树一种新的茎干溃疡病[J]. 热带农业科技, 2006, 29(3): 44+40+47
- [2] 蒋桂芝, 王勇芳, 周明, 李国华. 腹状镰刀菌引起的橡胶树基腐病的分离鉴定[J]. 广东农业科学, 2014, 41(4): 100-101.
- [3] 蒋桂芝, 刘静, 李国华. 镰刀菌引起的橡胶树两种新病害[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(3): 42-47.
- [4] 傅秀辉, 陈庆涛. 多隔镰刀菌的分类研究[J]. 微生物学通报, 1988(2): 80-85.



- [5] Waller, J.M., 周而勋. 热带地区的镰刀菌病害[J]. 热带作物译丛, 1992(3): 12-16.
- [6] 康迅, 靳鹏飞, 冯霞, 刘文波, 郑服从, 缪卫国. 辣木枝枯病病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 植物保护学报, 2017, 44(3): 481-487.
- [7] 辛宝宝, 袁庆华, 王瑜, 马甲强. 不同苜蓿材料对木贼镰刀菌根腐病的抗病性评价[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 158-164.
- [8] 许琰丹. 浙江淡竹黑腐病病原菌的鉴定及其防治研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [9] 薛应钰, 徐秉良, 齐旭先. 6种杀菌剂对镰刀菌的室内毒力测定[J]. 甘肃农业科技, 2006(8): 34-36.
- [10] 方仲达. 植病研究方法[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1998: 124-125.
- [11] 布斯. 镰刀菌属[实验手册] [M]. 陈其嫫, 译. 北京: 农业出版社, 1988: 1-323.
- [12] 孙瑞艳. 中国南方地区木霉菌资源收集、鉴定与生防功能评价研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2013.

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)