

引起石榴枯萎病和甘薯黑斑病的甘薯长喙壳菌菌株生物学特性的比较研究

李倩¹ 邓吉^{1,2} 杨敏^{1,3} 李健强^{1*}

¹ 中国农业大学植物病理学系农业部植物病理学重点开放实验室 北京 100193

² 先正达(中国)投资有限公司 上海 200120

³ 云南农业大学教育部农业生物多样性与病害控制重点实验室 昆明 650201

摘要: 采用菌丝生长速率法对引起石榴枯萎病和甘薯黑斑病的甘薯长喙壳菌的形态特征,及其在不同培养基、光照、温度、pH 值等基本培养条件下菌丝的生长速率等生物学特性的差异进行了比较研究。结果表明,在不同处理培养条件下,石榴枯萎病菌生长速度均快于甘薯黑斑病菌,其菌落形态存在较大差异。二者在甘薯葡萄糖培养基(SPDA)上生长速率最快。在黑暗条件下的生长速率比 12h 光暗交替、光照处理显著增大。二者最适生长温度皆为 25℃,石榴枯萎病菌菌丝生长温度范围为 10-36℃,而甘薯黑斑病菌的菌丝生长温度范围为 10-33℃。二者菌丝在 pH4-12 范围内均能生长,最适 pH 值为 6。石榴枯萎病菌菌丝的致死温度为 50℃处理 10min 或 52℃处理 5min,甘薯黑斑病菌菌丝的致死温度为 48℃处理 10min 或 50℃处理 5min。二者在完全培养液中产孢量最大,菌丝生长速率随培养基中葡萄糖浓度的减小而增大。

关键词: 甘薯长喙壳菌, 生长速率, 生长温度, 最适 pH 值, 产孢量

The comparative study on biological characteristics of *Ceratocystis fimbriata* isolates causing pomegranate wilt and sweet potato black rot

LI Qian¹ DENG Ji^{1,2} YANG Min^{1,3} LI Jian-Qiang^{1*}

¹Department of Plant Pathology, Key Laboratory of Plant Pathology, Ministry of Agriculture, China Agricultural University, Beijing 100193, China

²Syngenta (China) Investment Co. Ltd., Shanghai 200120, China

³The Ministry of Education Key Laboratory for Agricultural Biodiversity and Pest Management, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

Abstract: A comparative study on biological characteristics was conducted to evaluate the difference of media, light duration, temperature and pH values on mycelial growth rate and morphological characteristics between two isolates *S.-C. f* and *G.-C. f* of

Ceratocystis fimbriata causing pomegranate wilt and sweet potato black rot. The results indicate that the mycelial growth rate of the isolate S-C. *f* from pomegranate (*Punica granatum*) was much faster than the isolate G-C. *f* from sweet potato (*Ipomoea batatas*) in all experimental culture conditions. There was an obvious difference on colony morphology between the two isolates. The two isolates grew much faster on sweet potato dextrose agar (SPDA) as compared with those on other media and their growth rate was significantly higher in 24h darkness than that in 12h light and 12h dark alternation or 24h light. The isolates from pomegranate and sweet potato could survive in the temperature range of 10–36°C and 10–33°C respectively, and the optimum temperature was 25°C for both of them. The pH range of mycelial growth was 4 to 12 and the most suitable pH value was 6. The mycelial lethal temperature was 50°C in 10 minutes or 52°C in 5 minutes for the isolate from pomegranate and 48°C in 10 minutes or 50°C in 5 minutes for that from sweet potato. Complete yeast extract medium could stimulate their sporulation. The mycelial growth rate was sharply decreased with the increasing glucose concentration in PDA medium.

Key words: *Ceratocystis fimbriata*, growth rate, growth temperature, suitable pH value, sporulation

石榴枯萎病 (Pomegranate wilt) 是我国一种新的果树病害, 2003 年首次报道发生于云南蒙自地区 (刘云龙等 2003)。该病害为毁灭性病害 (黄琼等 2004), 自 1999 年零星发生后, 逐年加重, 2004 年发病率上升至 15.0%, 经济损失 1500 万元以上 (邓吉等 2005)。植株发病时, 全株叶片萎蔫, 整株枯死, 造成大面积绝收, 被当地果农称为石榴的“癌症” (邓吉等 2006)。甘薯黑斑病 (Sweet potato black rot) 是我国甘薯产区危害普遍而严重的病害之一, 主要危害薯苗、薯块, 在育苗期、生长期和收获储藏期都能发生, 引起死苗、烂床、烂窖 (卢方林 1999; 肖德全 2005); 此外, 病薯产生的有毒物质常引起人畜中毒。我国甘薯种植面积和总产量均占世界首位, 而每年由该病害造成的产量损失高达 20%—50% (张勇跃和刘志坚 2007), 已成为甘薯生产中亟待解决的瓶颈问题。

石榴与甘薯在我国种植面积较大, 其几大主产区地域范围皆有重叠之处。研究表明, 引起石榴枯萎病和甘薯黑斑病的甘薯长喙壳菌 *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted, 是一个分布广泛、能够危害多种作物的危险病原体 (刘云龙等 2003)。研究两种病原菌是否具有交互侵染、加剧病害发生, 造成减产和巨大经济损失等潜在风险, 对于我国的石榴和甘薯生产可持续发展具有十分重要的意义。目前, 国内外对于同属于甘薯长喙壳菌的石榴枯萎病菌与甘薯黑斑病菌的亲缘关系、遗传背景、寄主范围及致病性差异的研究鲜有报道, 而二者生物学特

性差异的比较研究是探明上述问题及设计经济有效防治措施的重要基础。基于此, 本文以同采自云南的石榴枯萎病与甘薯黑斑病病样上分离并经致病性鉴定的石榴枯萎病菌与甘薯黑斑病菌为研究材料, 对其生物学特性进行了比较研究, 结果如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试菌株: 引起石榴枯萎病的甘薯长喙壳菌, 从采自云南蒙自的石榴枯萎病病样上分离, 经致病性鉴定后获得 (简称 S-C. *f*); 引起甘薯黑斑病的甘薯长喙壳菌, 从采自云南昆明的甘薯黑斑病病样上分离, 经致病性鉴定后获得 (简称 G-C. *f*), 均由中国农业大学种子病理药理学研究室提供。

1.1.2 仪器设备: OLYMPUS BH-2 型显微镜, OLYMPUS DP 7.0 摄像头及 Pro-Plus Version 5.0 图象处理软件, SAS 8.0 数据处理软件。

1.2 试验方法

1.2.1 采自石榴和甘薯的甘薯长喙壳菌落形态及孢子形态特征的比较: 将供试菌株在 PDA 培养基上活化 3 次, 25°C、黑暗培养 10d 后, 用直径为 5mm 灭菌打孔器在菌落边缘打取菌饼 (下同), 接种于 PDA 平板上, 10d 后目测并显微观察菌落、子囊壳、孢子等形态特征并做照相记录。

1.2.2 不同培养基对甘薯长喙壳菌丝生长的影响: 供试培养基共 4 种: (1) SPDA: 甘薯 (市售) 200g, 葡萄糖 20g, 琼脂粉 16g, 蒸馏水 1000mL; (2) PDA:

马铃薯(市售) 200g, 葡萄糖 20g, 琼脂粉 16g, 蒸馏水 1000mL; (3) 完全培养基: 蛋白胨 2g, 酵母膏 2g, 葡萄糖 20g, $MgSO_4$ 0.5g, KH_2PO_4 0.46g, K_2HPO_4 1.0g, 琼脂粉 16g, 蒸馏水 1000mL; (4) 白芸豆培养基: 白芸豆 60g, 琼脂粉 16g, 蒸馏水 1000mL。上述四种培养基灭菌后, 将两个供试菌的菌饼分别接种于培养基平板中央, 25℃、黑暗培养, 每个处理 5 次重复, 每隔 1d 采用十字交叉法测量菌落直径, 直至生长最快的处理菌落直径接近 9cm 时停止测量。

1.2.3 光照对甘薯长喙壳菌丝生长的影响: 将菌饼接种到 PDA 平板上, 分别置于 3 种不同光照条件下进行培养: 完全黑暗、光暗交替(12h 光照, 12h 黑暗)及连续光照, 每个处理 5 次重复, 第 11d 采用十字交叉法测量菌落直径, 用 SAS 软件进行差异显著性分析。

1.2.4 温度对甘薯长喙壳菌丝生长的影响: 设置 5、10、15、18、20、22、25、28、30、32、36℃共 11 个不同的温度处理。将菌饼接种于 PDA 平板中央, 每个处理 4 次重复, 直至生长最快的温度设置处理中菌落直径接近 9cm 时, 用十字交叉法测量菌落直径, 得到长喙壳菌菌丝生长和最适生长温度范围。

1.2.5 pH 值对甘薯长喙壳菌丝生长的影响: 设置 pH 值为 5—12 共计 8 个处理。无菌操作条件下用灭菌的 1mol/L HCl 和 1mol/L NaOH 溶液调 PDA 培养基的酸碱度, 直到满足设定的 pH 要求, 制备相应 pH 值的 PDA 平板。将菌饼接种于不同 pH 值的 PDA 平板上, 25℃、黑暗培养, 每个处理 4 次重复, 直至生长最快的 pH 设置处理中菌落直径接近 9cm 时, 用十字交叉法测量菌落直径, 得到甘薯长喙壳菌菌丝生长和最适生长 pH 范围。

1.2.6 甘薯长喙壳菌丝的致死温度: 将菌饼装于灭菌试管(直径 1.5cm)中, 每个试管放 10 片菌饼, 分别在 42℃、45℃、48℃、50℃、52℃、55℃的恒温水浴中处理 5min 和 10min, 从试管中随机取出 5 片菌饼置于 PDA 培养基上, 于 25℃黑暗培养 5d, 根据菌丝生长与否, 确定致死温度及相应的时间。

1.2.7 不同培养液对甘薯长喙壳菌产孢的影响: 供试培养液共有 4 种: (1) 马铃薯汁培养液: 马铃薯 200g, 葡萄糖 20g, 蒸馏水 1000mL; (2) 甘薯汁培

养液: 甘薯 200g, 葡萄糖 20g, 蒸馏水 1000mL; (3) 完全培养液 CYM: 蛋白胨 2g, 酵母膏 2g, 葡萄糖 20g, $MgSO_4$ 0.5g, KH_2PO_4 0.46g, K_2HPO_4 1.0g, 蒸馏水 1000mL; (4) 白芸豆培养液: 白芸豆 20g, 蒸馏水 1000mL。每 100mL 培养液装于 300mL 塑料摇培罐中灭菌, 每罐培养液中加入 1 块菌饼。摇培罐置于 25℃条件下, 125r/min 频率振荡培养 5d 后待测, 每个处理重复 4 次。使用纽鲍尔血球计数板计算两种供试菌每毫升分生孢子含量, 每一样品随机取 10 小格, 记录每小格孢子数, 求出平均值。每毫升孢子含量(个/mL) = 每小格孢子平均数 $\times 4 \times 10^6$ 。用 SAS 软件进行差异显著性分析。

1.2.8 培养基中葡萄糖含量对甘薯长喙壳菌丝生长的影响: 制备不同葡萄糖含量的 PDA 培养基, 每 100mL 培养基中的葡萄糖含量分别为 0、10、20、30g。将菌饼接种于 PDA 平板中央, 每个处理 4 次重复, 直至生长最快的处理中菌落直径接近 9cm 时, 用十字交叉法测量菌落直径。

2 结果与分析

2.1 甘薯长喙壳菌落形态及孢子形态特征的差异

S-C. *f* 与 G-C. *f* 菌落形态存在较大差别(图 1)。S-C. *f* 菌落为深绿褐色, 产生大量子囊壳及淡黄色颗粒状小液滴, 菌丝呈放射状, 菌落边缘不规则; G-C. *f* 菌落为淡灰绿褐色, 呈圆形, 颜色较 S-C. *f* 浅, 菌丝生长均匀, 菌落边缘规则。二者子囊壳及孢子形态无较大差异, 子囊壳基部近球形, 黑褐色, 带有多根丝状附属物, 子囊壳顶端有细长的颈, 颈顶端孔口须状, 将生长在 PDA 上的菌落直接进行显微观察, 能够看到颈顶端附着黄色液滴; 子囊孢子为椭圆形, 透明, 呈盔状, 遇水时从子囊壳颈顶端孔口喷出; 内生分生孢子透明, 有隔膜, 呈棒状。

2.2 不同培养基对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

接种在同种培养基上和培养相同时间后, S-C. *f* 与 G-C. *f* 的生长速度不一致, S-C. *f* 比 G-C. *f* 生长快, 表现为菌落直径有明显差异(图 2)。两种病原菌在四种培养基上的生长速率也有明显差别, 在 SPDA 培养基上生长最快, 菌丝为浅绿色, 较稀疏; 在白芸豆培养基上生长最慢, 菌丝稀疏, 呈浅灰色; 在完全培养基上, S-C. *f* 与 G-C. *f* 菌落均呈深褐色,

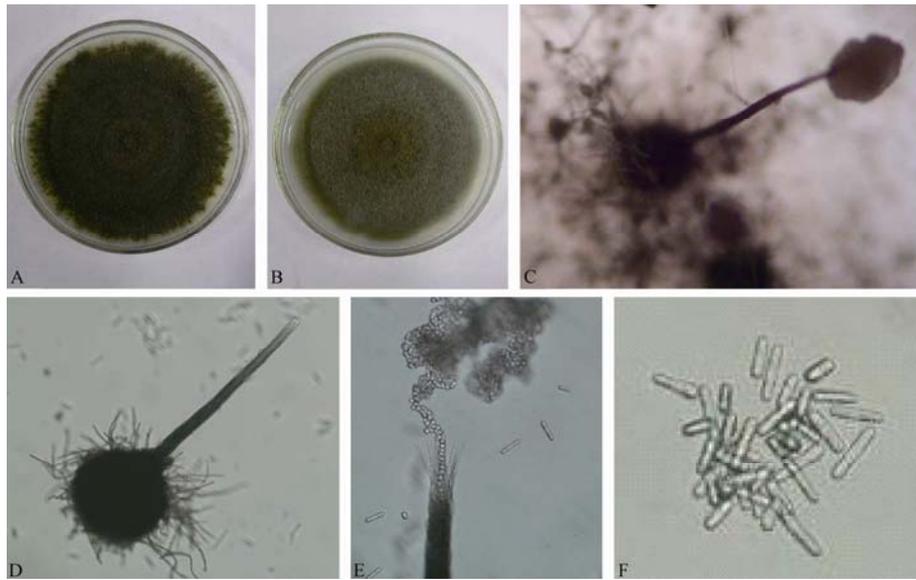


图 1 石榴枯萎病菌 *S-C. f* 和甘薯黑斑病菌 *G-C. f* 菌落及孢子形态特征

A: *S-C. f* 菌落形态; B: *G-C. f* 菌落形态; C, D: 子囊壳; E: 子囊孢子; F: 内生分生孢子.

Fig. 1 Morphological characteristics of *Ceratocystis fimbriata* *S-C. f* and *G-C. f*. A: Colony of *S-C. f*; B: Colony of *G-C. f*; C, D: Perithecium; E: Ascospores; F: Cylindrical endoconidia.

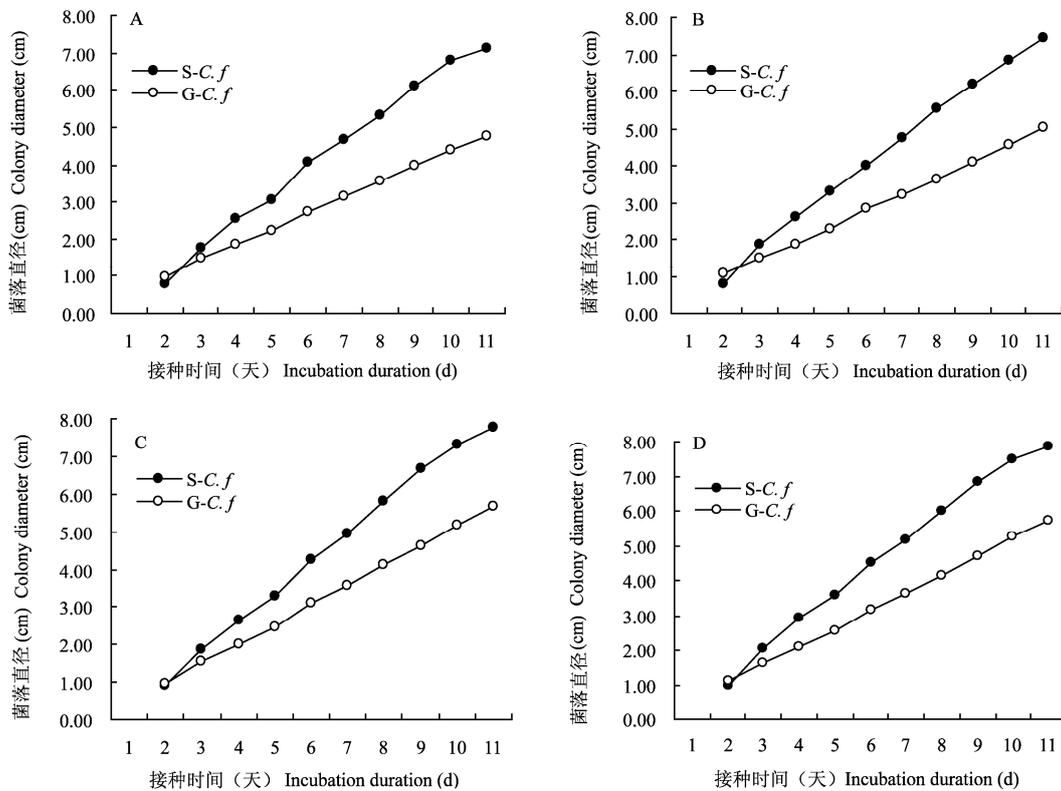


图 2 甘薯长喙壳菌丝在不同培养基上生长的差异 A: 白芸豆培养基; B: 完全培养基; C: PDA 培养基; D: SPDA 培养基.

Fig. 2 Mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata* *S-C. f* and *G-C. f* on different media. A: White kidney bean medium; B: Complete yeast medium; C: PDA medium; D: SPDA medium.

菌丝致密，产生大量的子囊壳，并且观察到黄色的小液滴。

2.3 光照对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

在黑暗、光照 12h 及光照 24h 条件下，S-C. *f* 菌落直径分别为 7.69cm、7.45cm 和 7.43cm，G-C. *f* 菌落直径分别为 5.67cm、5.38cm 和 5.23cm。由表 1 可知，S-C. *f* 与 G-C. *f* 在黑暗条件下培养，其菌落直径与其他两种处理条件相比差异显著，表明黑暗条件更适合于它们的菌丝生长。

2.4 温度对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

试验结果表明（图 3），温度对甘薯长喙壳菌丝

生长有较大影响，两个不同菌株最适生长温度均为 25℃，在相同温度条件下，S-C. *f* 生长速度快于 G-C. *f*。S-C. *f* 菌丝生长温度范围为 10-36℃，低于 5℃及高于 36℃菌丝不生长；G-C. *f* 菌丝生长温度范围为 10-33℃，低于 5℃及高于 33℃菌丝不生长。

2.5 pH 对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

不同 pH 值对甘薯长喙壳 S-C. *f* 与 G-C. *f* 两个菌株菌丝生长有一定的影响，菌丝在 pH4-12 范围内都能生长，在相同 pH 值条件下，S-C. *f* 生长速度快于 G-C. *f*。二者最适 pH 值均为 6，这表明两个菌株菌丝适宜在中性偏酸的环境中生长（图 4）。

表1 光照持续时间对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

Table 1 The effect of light duration on mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata*

光照时间 Light duration (h)	菌落直径 Colony diameter (cm)	
	S-C. <i>f</i>	G-C. <i>f</i>
0	7.69 Aa	5.67 Ab
12	7.45 Ba	5.38 Bb
24	7.43 Ba	5.23 Bb

注：应用 SAS 8.0 进行数据分析。大写字母 A、B 表示纵向比较差异显著性，相同字母表示差异不显著，不同字母表示差异显著（ $p=0.05$ ）；小写字母 a、b 表示横向比较差异显著性，相同字母表示差异不显著，不同字母表示差异显著（ $p=0.05$ ）。

Note: Analysis by means of SAS 8.0 software. A and B represent perpendicular comparison, same letter indicates no significant difference, different letters indicate significant difference ($p=0.05$). a and b represent horizontal comparison, same letter indicates no significant difference, different letters indicate significant difference ($p=0.05$).

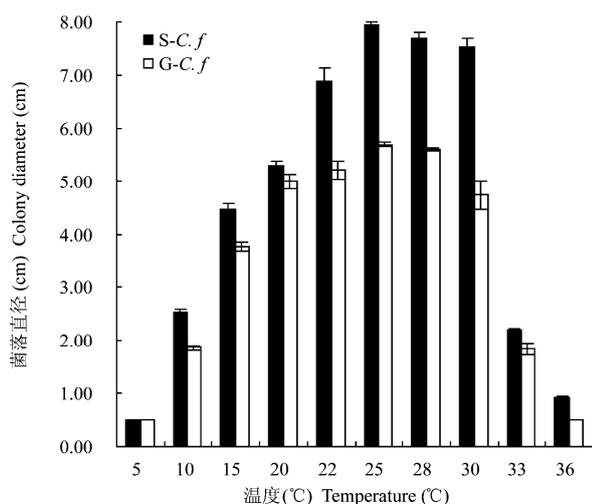


图 3 温度对甘薯长喙壳 S-C. *f* 与 G-C. *f* 菌株菌丝生长影响

Fig. 3 The effect of temperature on mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata* S-C. *f* and G-C. *f*.

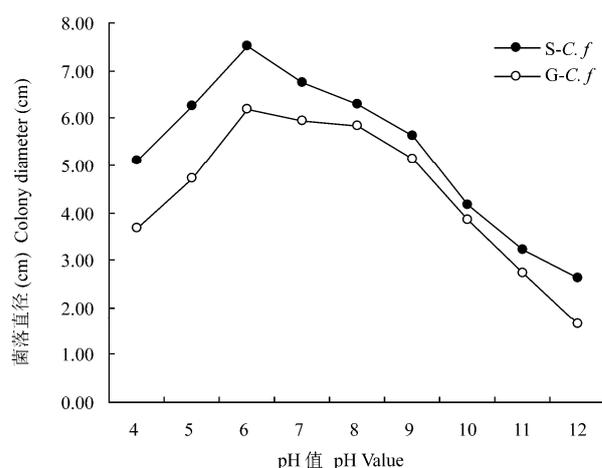


图 4 不同 pH 值对甘薯长喙壳 S-C. *f* 和 G-C. *f* 菌株菌丝生长的影响

Fig. 4 The effect of pH on mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata* S-C. *f* and G-C. *f*.

2.6 甘薯长喙壳菌丝的致死温度

S-C. f 经 42℃、45℃、48℃处理 10min 以及 42℃、45℃、48℃、50℃处理 5min 后, 菌丝均能在 PDA 平板上生长, 而经 50℃处理 10min 和 52℃处理 5min 后, 菌丝不能在 PDA 平板上继续生长; G-C. f 经 42℃、45℃处理 10min 以及 42℃、45℃、48℃处理 5min 后, 菌丝均能在 PDA 平板上生长, 而经 48℃处理 10min 和 50℃处理 5min 后, 菌丝不能在 PDA 平板上继续生长。该结果表明 S-C. f 菌丝的致死温度为 50℃处理 10min 或 52℃处理 5min, G-C. f 菌丝的致死温度为 48℃处理 10min 或 50℃处理 5min (表 2)。

2.7 不同培养液对甘薯长喙壳产孢的影响

试验结果表明 (表 3), S-C. f 和 G-C. f 两菌株均能在供试四种培养液中产生大量的分生孢子, 其中在完全培养液 CYM 中产孢量最大, 达每毫升 5.4×10^7 、 5.2×10^7 个孢子。经数据分析表明, 两菌株在完全培养液中的产孢量与其他三种培养液处理条件下相比具有显著性差异。

2.8 培养基中葡萄糖含量对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

试验结果表明 (图 5), 培养基中葡萄糖含量影响菌丝生长。S-C. f 和 G-C. f 两菌株菌落直径均随培养基中葡萄糖含量的增加而减小, 当培养基中不加葡萄糖时, 菌落直径达到最大值。在同一葡萄糖浓度培养基条件下, S-C. f 生长速度快于 G-C. f。

表2 两种甘薯长喙壳菌的致死温度

Table 2 Lethal temperature for mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata* S-C. f and G-C. f

处理时间 Time of treatment (min)		温度 Temperature (°C)					
		42	45	48	50	52	55
5	S-C. f	Y	Y	Y	Y	N	N
	G-C. f	Y	Y	Y	N	N	N
10	S-C. f	Y	Y	Y	N	N	N
	G-C. f	Y	Y	N	N	N	N

注: Y: 菌丝生长; N: 菌丝不生长。

Note: Y, growing; N, ungerowing.

表 3 不同培养液对甘薯长喙壳 S-C. f 和 G-C. f 产孢量的影响

Table 3 Effect of liquid media on conidial production of *Ceratocystis fimbriata* S-C. f and G-C. f

培养液 Liquid medium	孢子数 Conidial production/mL	
	S-C. f	G-C. f
完全培养液 Complete yeast extract medium	5.4×10^7 Aa	5.2×10^7 Aa
马铃薯汁培养液 Potato liquid medium	3.7×10^7 Ba	3.1×10^7 Bb
甘薯汁培养液 Sweet potato liquid medium	2.9×10^7 Ca	3.5×10^7 Ba
白芸豆培养液 White kidney bean liquid medium	3.1×10^7 Ca	2.1×10^7 Cb

注: 应用SAS 8.0进行数据分析.大写字母A、B、C表示纵向比较差异显著性, 相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著 (p=0.05); 小写字母a、b表示横向比较差异显著性, 相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著 (p=0.05)。

Note: Analysis by means of SAS 8.0 software. A, B and C represent perpendicular comparison, same letter indicates non significant difference, different letters indicate significant difference (p=0.05). a and b represent horizontal comparison, same letter indicates non significant difference, different letters indicates significant difference (p=0.05).

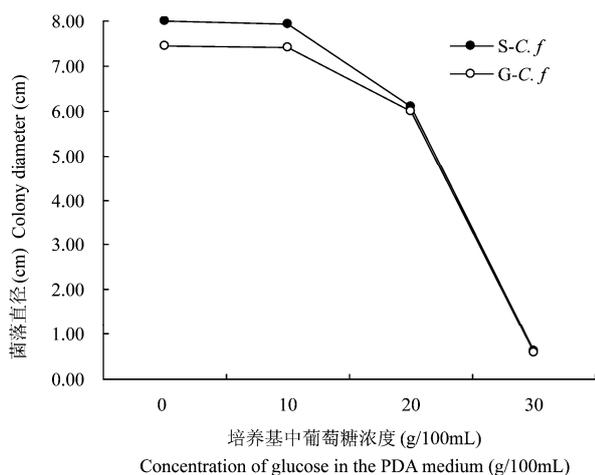


图 5 培养基中葡萄糖含量对甘薯长喙壳菌丝生长的影响

Fig. 5 Effect of glucose concentration in PDA medium on mycelial growth of *Ceratocystis fimbriata* S-C. f and G-C. f.

3 讨论

通过对甘薯长喙壳菌 S-C. f 菌株（石榴枯萎病菌）和 G-C. f 菌株（甘薯黑斑病菌）的生物学特性的研究表明：1）在相同培养时间下，S-C. f 菌株与 G-C. f 菌株的菌落直径与菌落形态有显著差异，S-C. f 菌株菌落呈深绿褐色，表面产生大量子囊壳，有淡黄色颗粒状小结晶体，菌丝呈放射状，菌落边缘不规则，其生长速率明显快于甘薯黑斑病菌；G-C. f 菌株菌落呈浅灰绿褐色，圆形，菌丝均匀生长，菌落边缘规则。二者子囊壳及子囊孢子形态无较大差异，子囊壳基部近球形，黑褐色，带有多根丝状附属物，子囊壳顶端有细长的颈，颈顶端孔口须状，生长在 PDA 的菌落经显微观察，能够观察到颈顶端附着黄色液滴；子囊孢子为椭圆形，透明，呈盔状，遇水时从子囊壳颈顶端孔口喷出；内生分生孢子透明，有隔膜，呈棒状。2）S-C. f 菌株与 G-C. f 菌株最适培养条件基本一致，在 pH6 的 PDA 或 SPDA 培养基上，25℃ 黑暗条件下菌丝生长最快。在不同培养基、光照、温度、pH 条件下，S-C. f 生长速度均快于 G-C. f。S-C. f 菌丝的致死温度为 50℃ 处理 10min 或 52℃ 处理 5min，G-C. f 菌丝的致死温度为 48℃ 处理 10min 或 50℃ 处理 5min。两种病菌在完全培养液中产孢量最大。

已有研究表明，甘薯长喙壳菌是一个庞大的复合种（Harrington 2000; Barnes *et al.* 2001），不同寄

主、不同地理起源的菌株在孢子特征、菌落形态、致病性以及生长速率等方面均有显著差异（Webster & Butler 1967），并表现出遗传变异和严格的寄主专化性（Baker *et al.* 2003; Engelbrecht *et al.* 2007）。在世界范围内，石榴枯萎病只发生于印度和我国云南蒙自地区，而在我国，只有甘薯长喙壳菌能够感染石榴与甘薯的记载。石榴枯萎病与甘薯黑斑病危害日趋严重，目前，尚无有效药剂防治或其它防控方法。迄今为止，对于我国存在的来自石榴与甘薯两种寄主的甘薯长喙壳菌的生物学特性、亲缘关系、寄主范围、致病力强弱等方面鲜有报道，本文研究结果为进一步探明上述问题，设计切实有效地能够指导生产实践的防治方法具有积极意义。本文涉及的两病害，从防控原则上应考虑将寄主的种植区在空间上科学布局，避免病原菌与寄主的交互侵染，减少初侵染来源，从源头上打破病害发生所需要的“病原—寄主”链条，从而减轻病害发生，为防治两种病害提供新的依据。

本文首次对同属于甘薯长喙壳菌的石榴枯萎病菌与甘薯黑斑病菌的形态学特征与基本生物学特性进行了比较研究，获得的初步结果为后续遗传背景等方面的研究提供了重要参考。关于甘薯长喙壳菌两个不同菌株的分子生物学特性以及交互侵染的致病性试验正在进行中。

[REFERENCES]

- Baker CJ, Harrington TC, Krauss U, Alfenas AC, 2003. Genetic variability and host specialization in the Latin American clade of *Ceratocystis fimbriata*. *Phytopathology*, **93**: 1274-1284
- Barnes I, Gaur A, Burgess T, Roux J, Wingfield BD, Wingfield MJ, 2001. Microsatellite markers reflect intra-specific relationships between isolates of the vascular wilt pathogen *Ceratocystis fimbriata*. *Molecular Plant Pathology*, **2**: 319-325
- Deng J, Lu J, LI JQ, Pan J, Zhu CY, Wu XP, 2005. Severity scale system of pomegranate wilt disease caused by *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. *Scientia Agricultura Sinica*, **38**(12): 2440-2445 (in Chinese)
- Deng J, Lu J, LI JQ, Pan J, Zhu CY, Zhu WL, Zhang WH, 2006. A preliminary study on the damage and control of pomegranate wilt disease. *Plant Protection*, **32**(6): 97-101 (in Chinese)
- Engelbrecht CJB, Harrington TC, Alfenas AC, Suarez C, 2007. Genetic

- variation in populations of the cacao wilt pathogen, *Ceratocystis cacaofunesta*. *Plant Pathology*, **56**: 923-933
- Harrington TC, 2000. Host specialization and speciation in the American wilt pathogen *Ceratocystis fimbriata*. *Fitopatologia Brasileira*, **25**: 262-263
- Huang Q, Lu WJ, Fan JX, Lu J, Zhu WK, Gao XY, Chen HR, Zhu YY, 2004. New record of *Ceratocystis* wilt on pomegranate in Yunnan. *Acta Phytopathologica Sinica*, **34**(1): 95-96 (in Chinese)
- Liu YL, He YH, Wang XZ, 2003. A new fungal disease in China: the wilt of pomegranate. *Journal of Yunnan Agricultural University*, **17**(4): 206-208 (in Chinese)
- Liu YL, He YH, Ruan XY, 2003. *Ceratocystis fimbriata* — A plant pathogen with wide distribution and many plants attacked. *Journal of Yunnan Agricultural University*, **18**(4): 408-412
- Lu FL, 1999. The control of sweet potato black rot disease. *Plant Protection*, **4**: 42 (in Chinese)
- Webster RK, Butler EE, 1967. A morphological and biological concept of the species *Ceratocystis fimbriata*. *Canadian Journal of Botany*, **45**: 1457-1468
- Xiao DQ, 2005. The control of sweet potato black rot disease. *Plant Protection Technology*, **5**: 16 (in Chinese)
- Zhang YY, Liu ZJ, 2007. The integrated control of sweet potato black rot disease. *Journal of Anhui Agricultural Science*, **35**(19): 5997-5998 (in Chinese)

[附中文参考文献]

- 邓吉, 陆进, 李健强, 潘俊, 朱春雨, 吴新平, 2005. 石榴枯萎病病害分级标准研究. *中国农业科学*, **38**(12): 22440-2445
- 邓吉, 陆进, 李健强, 潘俊, 朱文棣, 张文华, 2006. 石榴枯萎病发生危害与防治初步研究. *植物保护*, **32**(6): 97-101
- 黄琼, 卢文洁, 范金祥, 陆进, 朱文棣, 高向云, 陈海如, 朱友勇, 2004. 云南发现石榴枯萎病. *植物病理学报*, **34**(1): 95-96
- 刘云龙, 何永宏, 王新志, 2003. 国内一种果树新病害—石榴枯萎病. *植物检疫*, **17**(4): 206-208
- 刘云龙, 何永宏, 阮兴业, 2003. 甘薯长喙壳—危害多种作物并广泛分布的病原体. *云南农业大学学报*, **18**(4): 408-412
- 卢方林, 1999. 甘薯黑斑病及其防治. *植物保护*, **4**: 42
- 肖德全, 2005. 甘薯黑斑病的发生与防治. *植保技术*, **5**: 16
- 张勇跃, 刘志坚, 2007. 甘薯黑斑病的发生及综合防治. *安徽农业科学*, **35**(19): 5997-5998

《菌物遗传及分子生物学讲习班》通知

中国科学院真菌地衣系统学重点实验室与中国菌物学会遗传及分子生物学专业委员会将于2009年4月12—18日在中国科学院微生物研究所联合举办《菌物遗传及分子生物学》研究技术讲习班 (Workshop for fungal genetics and molecular biology), 会议将邀请菌物遗传、分子生物学、基因组学等研究领域国内外著名专家, 就菌物分子生物学的最新进展、研究技术及相关分析工具等进行讲授与演示; 学习班还将对最基本的菌物分子生物学技术如 DNA 提取、PCR、基因克隆、载体构建、遗传转化、基因敲除与干扰等方法进行演示与培训。会议的目标是希望通过讲习班的学习, 全面提升我国菌物分子生物学的理论水平和技术规范, 欢迎菌物学领域广大科技工作者和学生参加。

详细信息及更多会议, 请登陆学会网站 <http://www.mscfungi.org>