

# 花生黑腐病菌的生物学特性

潘汝谦<sup>1</sup> 关铭芳<sup>1</sup> 徐大高<sup>1</sup> 纪春艳<sup>1</sup> 邓铭光<sup>2</sup>

1. 华南农业大学细菌与杀菌剂研究室, 广州 510642; 2. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广州 510640

**摘要** 在实验室条件下观察了花生黑腐病菌(*Cylindrocladium parasiticum*)的菌丝生长和产孢等生物学特性。结果表明:花生黑腐病菌在马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)、V-8汁(V8)、酵母蛋白胨葡萄糖(YPDA)、燕麦琼脂(OMA)和合成真菌(SF)等培养基上均能生长,其中以燕麦琼脂培养基最适宜菌丝生长,而V8汁培养基(V8)比较适宜微小菌核形成、分生孢子产生和子囊壳的形成;花生黑腐病菌能够利用葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖和淀粉等碳源进行生长,其中葡萄糖、乳糖和淀粉最适宜菌丝生长和微小菌核形成,但这些碳源均不适宜分生孢子和子囊壳的产生;花生黑腐病菌能够利用硝酸钠、尿素、硫酸铵、酵母粉和蛋白胨等氮源,其中硝酸钠最适宜菌丝生长和微小菌核形成,尿素最适宜分生孢子的形成,而子囊壳则仅仅在以硝酸钠为氮源的培养基中少量产生;花生黑腐病菌在10~30℃温度范围内均能生长,但菌丝生长和产孢都以25~30℃最适宜;光照时间对花生黑腐病菌的菌丝生长没有影响,但光暗交替有利于分生孢子的形成;花生黑腐病菌在pH值4.0~10.0时均能生长,但以中性偏酸比较适宜。

**关键词** 花生;花生黑腐病菌;菌丝;分生孢子;生物学特性

**中图分类号** S 435.65 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)06-0701-06

花生黑腐病最早发现于1965年在美国的乔治亚州<sup>[1]</sup>,此后该病迅速扩散到美国所有的花生产地,侵染率约为40%,损失率约为10%~50%,受害严重时损失率超过50%。花生黑腐病的防治极为困难,迄今没有高抗的品种,尚无高效的化学药剂可用,农业防治难以奏效,土壤熏蒸有一定的效果,但费用昂贵且污染环境<sup>[2-3]</sup>。花生产地的其他病害,如根结线虫病等也常常加重花生黑腐病的发生和流行,仅在美国的佛罗里达州,每年因花生黑腐病所引起的损失和用于防控花生黑腐病及相关病害的费用就高达1 570万美元<sup>[4]</sup>。花生黑腐病菌(*Cylindrocladium parasiticum* Crous, Wingfield & Alfenas; 有性阶段为*Calonectria ilicicola* Boedijn & Reitsma)还可侵染大豆(*Glycine max*)、苜蓿(*Medicago sativa*)等20多种重要作物和其他植物,主要分布在美国、澳大利亚、喀麦隆、亚洲的日本、韩国、朝鲜、印度和伊朗等国家,我国也将该病菌列为进境植物检疫性病原菌<sup>[5-7]</sup>。

近年,花生黑腐病菌已经在我国广东发现<sup>[7-9]</sup>。Hunter和Barnett曾报道了柱枝孢属(*Cylindrocladium*)不同种类的菌株在培养基上的生长和分生

孢子产生等生物学特性<sup>[10-11]</sup>,但关于花生黑腐病菌生物学特性的系统研究尚未见报道。笔者观察了不同培养基、碳氮源、温度、光照和pH值等对花生黑腐病菌的菌丝生长、微小菌核形成、分生孢子和子囊壳形成等的影响,旨在为花生黑腐病的防控提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试菌株:花生黑腐病菌 C-GDBL02 菌株,由笔者所在研究室从花生上分离、保存和鉴定。

供试培养基和培养液:马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基(马铃薯200g、葡萄糖20g、琼脂20g、水1L)、V-8汁(V8)培养基(V8汁100mL、碳酸钙0.2g、琼脂20g、水1L)、酵母蛋白胨葡萄糖(YPDA)培养基(酵母粉10g、蛋白胨20g、葡萄糖20g、琼脂20g、水1L)、燕麦琼脂(OMA)培养基(燕麦片30g、琼脂20g、水1L)、合成真菌培养基(酵母粉1g、蔗糖5g、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5g、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.5g、琼脂20g、水1L);YPD培养液(酵母粉10g、蛋白胨20g、葡萄糖20g、蒸馏水1L)。

收稿日期:2011-04-22

基金项目:广东省科技计划项目(2009B020310014)

潘汝谦,博士,副教授。研究方向:植物真菌病害及其防治。E-mail:panrq@scau.edu.cn

## 1.2 生物学特性的观察

1) 培养基对菌丝生长和产孢的影响。将供试菌株在 V8 汁培养基上培养 7 d 后,用打孔器(直径 5 mm)从菌落边缘切取长势一致的菌块,分别接种到上述供试 5 种不同培养基的培养平板(9 cm)中央,置于 25 ℃ 黑暗条件下培养。7 d 后观察花生黑腐病菌在不同培养基平板上形成菌落的形态特征,并测量菌丝生长的速率;2 周后测量菌落中微小菌核形成的数量和分生孢子形成的数量;3 周后测量菌落中子囊壳形成的数量。

2) 碳/氮源对菌丝生长和产孢的影响。利用合成真菌培养基为基础培养基,不同碳源分别以等量的葡萄糖、果糖、麦芽糖、乳糖和淀粉的含碳量替代合成真菌培养基中的 5 g 蔗糖的含碳量,不同氮源分别以等量的硝酸钠、尿素、硫酸铵和蛋白胨的含氮量替代合成真菌培养基中的 1 g 酵母粉的含氮量。将直径为 5 mm 的花生黑腐病菌菌块分别接种到含不同碳/氮源的培养基平板(直径 9 cm)中央,置于 25 ℃ 下黑暗培养。

3) 温度对菌丝生长和产孢的影响。分别设置 5、10、15、20、25、28、30、35 ℃ 共 8 个温度梯度。取直径为 5 mm 的花生黑腐病菌菌块接种于 V8 汁培养基平板(直径 9 cm)中央,然后置于设定的各种测试温度中,在黑暗条件下培养。

4) 光照时间对菌丝生长和产孢的影响。取直径为 5 mm 的花生黑腐病菌菌块接种于 V8 汁培养基平板(直径 9 cm)中央,在 25 ℃ 下设置连续黑暗、12 h 光照交替和连续光照 3 种处理。

5) pH 值对菌丝生长的影响。用 1 mol/L 的 NaOH 和 1 mol/L 的 HCl 调节 YPD 液体培养基的 pH 值,设定 pH 值为 4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、

9.0、10.0、11.0、12.0 共 9 个梯度。用打孔器切取直径为 5 mm 的菌丝块接种于不同 pH 值的 YPD 培养液中,置于 28 ℃、180 r/min 恒温摇床中黑暗振荡培养 4 d,然后用真空水泵抽滤菌丝,并将菌丝置于 75 ℃ 烘干 24 h 后,称菌丝干质量。菌丝生长速率的测量:以直尺用十字交叉方法测量菌落的直径,以菌落的平均直径大小来表示菌丝线性生长的速率。

上述试验各处理均设 3 次重复。微小菌核数量的测量参照文献[11]的方法和标准进行,微小菌核的数量共划分 4 个等级:“—”表示无微小菌核形成;“+”表示微小菌核数量少;“++”表示微小菌核数量较多。分生孢子数量的测量:在培养皿中加入 5 mL 无菌水,把孢子洗刷下来,用纱布过滤得到分生孢子悬浮液。用纽鲍尔(Neubauer)血球计数板记数,并计算分生孢子的浓度,具体参照方中达<sup>[12]</sup>的方法进行。子囊壳形成数量的测量:用肉眼计数直接统计每个培养皿上的子囊壳的总数;分级标准:“0”级表示无子囊壳形成;“1”级表示子囊壳数量为 1~10 个;“2”级表示子囊壳数量为 11~50 个。

## 1.3 数据处理

试验结果的数据用 SAS 软件(V 9.0)进行统计与分析,并用邓肯氏新复极差法(DMRT)比较不同处理的差异显著性(0.05 水平)。

## 2 结果与分析

### 2.1 培养基对菌丝生长和产孢的影响

试验结果表明,花生黑腐病菌在供试的 5 种培养基上均能生长,但在不同培养基上其菌丝颜色、气生菌丝、菌落的性状与质地、产生色素的情况各有不同(表 1)。

表 1 花生黑腐病菌在不同培养基上的培养性状

Table 1 The cultural characters of *C. parasiticum* on different media

培养基 Mediums	菌丝颜色 Mycelia color	气生菌丝 Aerial hypha	菌落形状 Colony shape	菌落质地 Colony quality	色素 Pigment
马铃薯葡萄糖琼脂培养基 Potato dextrose agar	白色—鹅黄 White to yellowish	无 No	圆形 Round	致密 Density	深褐 Dark brown
酵母蛋白胨培养基 Yeast peptone dextrose agar	黄白—粉红 Yellowish to pink	无 No	不规则 Unregular	致密 Density	深褐 Dark brown
合成真菌培养基 Synthesis fungal medium	灰白 Gray	无 No	圆形 Round	稀疏 Sparsity	浅褐 Light brown
V8 汁培养基 V8 juice medium	灰白 Gray	有 Have	圆形 Round	稀疏 Sparsity	无 No
燕麦琼脂培养基 Oat agar	白色 White	有 Have	圆形 Round	稀疏 Sparsity	浅褐 Light brown

由表 1 可知,花生黑腐病菌在马铃薯葡萄糖琼脂培养基上产生白色至鹅黄色菌丝,菌落平伏,质地致密,并产生褐色至深褐色的色素渗入到培养基中;在酵母蛋白胨葡萄糖培养基上产生黄白色至粉红色的菌丝,菌落边缘不整齐,长时间培养后培养基底部有裂痕出现;在合成真菌培养基、V8 汁培养基和燕麦琼脂培养基上均产生灰白—白色的菌丝,菌落质

地稀疏,且边缘整齐,为规则的圆形;不同的是,花生黑腐病菌在合成真菌培养基和燕麦琼脂培养基上均产生浅褐色色素,但在 V8 汁培养基上不产生任何色素。

花生黑腐病菌菌丝在供试的 5 种培养基上均能够生长和产孢,但培养基种类对菌丝生长和产孢的数量有一定差异(表 2)。

表 2 不同培养基对花生黑腐病菌菌丝生长、微小菌核、分生孢子和子囊壳形成的影响<sup>1)</sup>

Table 2 Impacts of different media on mycelial growth, microsclerotia formation, conidia and perithecia sporulation of *C. parasiticum*

培养基 Mediums	菌落直径/cm Colony diameter	微小菌核数量 Microsclerotia No.	分生孢子数量/( $\times 10^4$ / mL) Conidia No.	子囊壳数量 Perithecia No.
马铃薯葡萄糖琼脂培养基 Potato dextrose agar	7.20 $\pm$ 0.10 b	+ 少量 Few	2.00 $\pm$ 0.00 b	无 No
酵母蛋白胨培养基 Yeast peptone dextrose agar	3.90 $\pm$ 0.06 d	+ 少量 Few	0.00 $\pm$ 0.00 c	无 No
合成真菌培养基 Synthesis fungal medium	6.95 $\pm$ 0.38 bc	++ 较多 Many	0.00 $\pm$ 0.00 c	1~10
V8 汁培养基 V8 juice medium	6.55 $\pm$ 0.03 c	++ 较多 Many	9.30 $\pm$ 0.09 a	10~15
燕麦琼脂培养基 Oat agar	8.50 $\pm$ 0.00 a	++ 较多 Many	8.00 $\pm$ 0.06 a	无 No

1)同列不同字母表示数值间差异显著( $P < 0.05$ , 下表同)。

Numbers in the same column with different letter are significantly different ( $P < 0.05$ , the same as following tables).

由表 2 可知,花生黑腐病菌菌丝在燕麦琼脂培养基上生长最快,其次为马铃薯葡萄糖琼脂培养基,再次为 V8 汁培养基和合成真菌培养基,而在酵母蛋白胨葡萄糖培养基上生长最慢。花生黑腐病菌在供试的培养基上都能形成微小菌核,但在 V8 汁培养基、真菌合成培养基和燕麦琼脂培养基上形成的微小菌核较多。花生黑腐病菌在 V8 汁培养基和燕麦琼脂培养基上产生的分生孢子最多,其次为马铃薯葡萄糖琼脂培养基,但在酵母蛋白胨葡萄糖培养基和合成真菌培养基上不产生分生孢子。

花生黑腐病菌在 V8 汁培养基上形成较多子囊壳,每个培养皿(直径 9 cm)上子囊壳数量为 10~15 个;其次为合成真菌培养基(子囊壳数量为 1~10 个),但在马铃薯葡萄糖琼脂、酵母蛋白胨葡萄糖和

燕麦琼脂 3 种培养基上均不产生子囊壳。

## 2.2 碳/氮源对菌丝生长和产孢的影响

试验结果表明:花生黑腐病菌均能利用葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖和淀粉等单糖、双糖和多糖碳源,其中葡萄糖、乳糖和淀粉最适宜花生黑腐病菌菌丝的生长,其次为果糖和蔗糖,麦芽糖稍差;果糖、麦芽糖、乳糖和淀粉均适宜花生黑腐病菌微小菌核的形成;花生黑腐病菌在各种碳源培养基上分生孢子的产孢量相对均较低,且各材料之间的差异不显著;花生黑腐病菌在各种碳源培养基上都不形成子囊壳。这表明碳源对花生黑腐病菌的产孢影响较大(表 3)。

试验结果表明:无机氮源,包括硝酸钠、尿素和硫酸铵,有机氮源,包括酵母粉和蛋白胨等 5 种

表 3 不同碳源对花生黑腐病菌菌丝生长、微小菌核、分生孢子和子囊壳形成的影响

Table 3 Impacts of different carbon sources on mycelial growth, microsclerotia formation, and conidia and perithecia sporulation of *C. parasiticum*

碳源 Carbon sources	菌落直径/cm Colony diameter	微小菌核数量 Microsclerotia No.	分生孢子数量/( $\times 10^4$ / mL) Conidia No.	子囊壳数量 Perithecia No.
葡萄糖 Dextrose	5.73 $\pm$ 0.03 a	+ 少量 Few	1.25 $\pm$ 0.00 a	无 No
果糖 Fructose	5.37 $\pm$ 0.03 b	++ 较多 Many	0.42 $\pm$ 0.42 a	无 No
麦芽糖 Maltose	5.03 $\pm$ 0.07 c	++ 较多 Many	0.42 $\pm$ 0.42 a	无 No
乳糖 Lactose	5.70 $\pm$ 0.06 a	++ 较多 Many	0.42 $\pm$ 0.42 a	无 No
蔗糖 Sucrose	5.33 $\pm$ 0.09 b	+ 少量 Few	1.25 $\pm$ 0.00 a	无 No
淀粉 Starch	5.57 $\pm$ 0.03 a	++ 较多 Many	0.42 $\pm$ 0.42 a	无 No

氮源对花生黑腐病菌生长和产孢均有影响(表 4)。从表 4 可知,花生黑腐病菌均能够利用供试的各种氮源。其中,最适宜菌丝生长的氮源是硝酸钠,其次为酵母粉。花生黑腐病菌的微小菌核在各种供试氮源的培养基中均可形成,但是微小菌核形成的数量在不同氮源中没有差异。分生孢子产生的数量以在

氮源为尿素的培养基中最大,而子囊壳则仅仅在以硝酸钠为氮源的培养基中少量产生,其他氮源中均不产生。

总之,花生黑腐病菌比较适宜在硝酸钠为氮源的培养基上生长,但分生孢子的形成最适宜在以尿素为氮源的培养基中。

表 4 不同氮源对花生黑腐病菌菌丝生长、微小菌核、分生孢子和子囊壳形成的影响

Table 4 Impacts of different nitrogen sources on mycelial growth, microsclerotia formation, conidia and perithecia sporulation of *C. parasiticum*

氮源 Nitrogen sources	菌落直径/cm Colony diameter	微小菌核数量 Microsclerotia No.	分生孢子数量/( $\times 10^4$ /mL) Conidia No.	子囊壳数量 Perithecia No.
硝酸钠 Sodium nitrate	6.63 $\pm$ 0.07 a	+ 少量 Few	1.67 $\pm$ 0.42 b	1~10
尿素 Urea	3.23 $\pm$ 0.03 d	+ 少量 Few	7.50 $\pm$ 1.44 a	无 No
硫酸铵 Ammonium sulfate	1.90 $\pm$ 0.00 e	+ 少量 Few	0.92 $\pm$ 0.08 b	无 No
酵母粉 Yeast extract	5.33 $\pm$ 0.09 b	+ 少量 Few	1.25 $\pm$ 0.00 b	无 No
蛋白胨 Peptone	4.87 $\pm$ 0.07 c	+ 少量 Few	2.08 $\pm$ 0.42 b	无 No

### 2.3 温度对菌丝生长和产孢的影响

试验结果表明:花生黑腐病菌在 10~30 °C 范围内均能生长,当温度低于 5 °C 或高于 35 °C 时,菌丝生长受抑制,完全停止生长;在温度介于 10~28 °C 范围内,随着温度的升高,菌丝生长速率加快,菌落扩展越大;最适生长温度为 25~30 °C(表 5)。

从表 5 可知,花生黑腐病菌在 20 °C 条件下始有微小菌核的形成,但是在 25~30 °C 条件下形成微小

菌核的数量较多。在 28 °C 时花生黑腐病菌分生孢子形成的数量最多,其次为 25 °C 和 30 °C 时。在温度为 20 °C 时花生黑腐病菌形成的分生孢子较少,当温度低于 20 °C 时,花生黑腐病菌不产分生孢子。当温度条件在 28 °C 和 30 °C 时才形成少量子囊壳,其他温度条件下子囊壳不产生。总之,25~30 °C 最适宜花生黑腐病菌的菌丝生长、微小菌核的形成和分生孢子和子囊壳的产生。

表 5 不同温度对花生黑腐病菌菌丝生长、微小菌核、分生孢子和子囊壳形成的影响

Table 5 Impacts of different temperatures on mycelial growth, microsclerotia formation, conidia and perithecia sporulation of *C. parasiticum*

温度/°C Temperatures	菌落直径/cm Colony diameter	微小菌核数量 Microsclerotia No.	分生孢子数量/( $\times 10^4$ /mL) Conidia No.	子囊壳数量 Perithecia No.
5	0.00 $\pm$ 0.00 e	无 No	0.00 $\pm$ 0.00 d	无 No
10	1.13 $\pm$ 0.07 d	- 无 No	0.00 $\pm$ 0.00 d	无 No
15	2.07 $\pm$ 0.03 c	- 无 No	0.00 $\pm$ 0.00 d	无 No
20	4.07 $\pm$ 0.07 b	+ 少量 Few	0.46 $\pm$ 0.11 c	无 No
25	5.27 $\pm$ 0.06 a	++ 较多 Many	1.03 $\pm$ 0.09 b	无 No
28	5.40 $\pm$ 0.06 a	++ 较多 Many	1.47 $\pm$ 0.22 a	1~10
30	5.40 $\pm$ 0.00 a	++ 较多 Many	0.97 $\pm$ 0.15 b	1~10
35	0.00 $\pm$ 0.00 e	- 无 No	0.00 $\pm$ 0.00 d	无 No

### 2.4 光照时间对菌丝生长和产孢的影响

试验结果表明:光照时间对花生黑腐病菌菌丝的生长和分生孢子的产生均有影响(表 6)。由表 6 可知,在连续黑暗、连续光照和 12 h 黑暗与 12 h 光照交替 3 种处理条件下,花生黑腐病菌菌丝的菌落直径没有显著差异,说明光照时间对菌丝生长没有影响。

另外,12 h 光暗交替处理最有利于花生黑腐病菌分生孢子的形成,而在连续光照条件下分生孢子的形成却又受到抑制。

表 6 光照时间对花生黑腐病菌菌丝生长和产孢的影响

Table 6 Impacts of light periods on mycelial growth and conidia sporulation of *C. parasiticum*

光照时间处理 Light period treatment	菌落直径/cm Colony diameter	分生孢子数量/ ( $\times 10^4$ /mL) Conidia No.
24 h 连续黑暗 24 h dark	6.55 $\pm$ 0.03 a	9.30 $\pm$ 0.88 b
12 h 光暗交替 12 h light and dark alternative	6.67 $\pm$ 0.09 a	24.33 $\pm$ 1.20 a
24 h 连续光照 24 h light	6.60 $\pm$ 0.06 a	4.77 $\pm$ 0.15 c

## 2.5 pH值对花生黑腐病菌菌丝生长的影响

试验结果表明,不同pH值对花生黑腐病菌菌丝的生长有影响。菌丝在pH 4.0~10.0时均能生长,在pH 7.0时菌丝的生长量最大,菌丝干质量可达(738.77±35.34) mg;在pH 9.0或以上的碱性条件下菌丝产量较低,菌丝干质量仅有(204.53±9.55) mg;在pH 10.0时菌丝基本不生长,在pH 11.0时菌丝则停止生长。这说明花生黑腐病菌比较适合在中性偏酸的环境生长。

## 3 讨论

Bell等<sup>[1]</sup>报道花生黑腐病菌在PDA培养基上的菌丝是浅灰色至白色的气生菌丝,并产生焦橙色至深褐色的色素,菌丝生长最适温度为26~28℃;Crous等<sup>[5]</sup>报道花生黑腐病菌的最低生长温度为8℃,最适生长温度为25℃,高于35℃时菌丝不生长。Hunter等<sup>[10]</sup>报道花生黑腐病菌微小菌核形成的最适温度是24~28℃,在12℃和32℃温度条件下均不形成微小菌核。本研究结果表明:花生黑腐病菌在不同的培养基上的菌落形态、菌落颜色、质地等均有不同;病原菌在某些营养成分较高的马铃薯葡萄糖琼脂培养基、酵母蛋白胨葡萄糖培养基、燕麦琼脂培养基和合成真菌培养基上产生浅褐到深褐色的色素;花生黑腐病菌菌丝生长和微小菌核形成的最适宜温度范围均为25~30℃,这与前人的研究结果基本一致。同时,本研究结果还表明:花生黑腐病菌在低于15℃温度下不形成微小菌核;分生孢子产生的最适宜温度为28℃,在温度低于15℃的条件下不产生分生孢子;在28~30℃的较高的温度条件下才形成少数子囊壳。

Hunter等<sup>[11]</sup>报道以干酪素水解物(casein hydrolysate)为氮源时,花生黑腐病菌菌丝生长(菌丝干质量)和分生孢子产生均与葡萄糖等碳源无关;当以葡萄糖为碳源时,在有机氮,如天门冬素和谷氨酸为氮源条件下,花生黑腐病菌的菌丝生长(菌丝干质量)较好,而在无机氮,如硝酸钾、硫酸铵和尿素等为氮源条件下,花生黑腐病菌的生长较差;对于分生孢子的产生,有机氮干酪素和无机氮尿素均最适合分生孢子产生,有机氮天门冬素次之,而无机氮硫酸铵较差;对于子囊壳的产生,酵母有利于子囊壳的产生,在尿素和硝酸钾为氮源时,子囊壳也可以形成,而在硫酸铵的氮源条件下子囊壳则不产生。本研究结果表明:花生黑腐病菌能利用各种形式的碳源和

氮源,但是单糖葡萄糖、双糖乳糖和多糖淀粉均较适宜菌丝的生长;在单糖果糖、双糖麦芽糖和乳糖以及多糖淀粉为碳源的培养基上均产生较多的微小菌核;分生孢子的产生在供试的单糖、双糖和多糖中都较少;子囊壳则在供试的单糖、双糖和多糖中都不形成。另外,无机氮源硝酸钠最适宜花生黑腐病菌的生长,而分生孢子的产生最适宜在无机氮尿素中;微小菌核的形成在供试的氮源中差异不显著,而子囊壳的产生则仅仅在无机氮源硝酸钠中少量形成。

本研究结果还表明:花生黑腐病菌的菌丝生长对光照时间的长度不敏感;适量的光照时间长度可以促进花生黑腐病菌分生孢子的形成,但过度光照则抑制分生孢子的产生,换言之,黑暗的诱导有利于花生黑腐病菌分生孢子的产生。另外,花生黑腐病菌比较适合在中性偏酸的环境下生长。

## 参 考 文 献

- [1] BELL D K, SOBERS E K. A peg, pod and root necrosis of peanuts caused by a species of *Calonectria* [J]. *Phytopathology*, 1966, 56: 1361-1364.
- [2] DONG W B, BRENNEMAN T B, HOLBROOK C C, et al. Evaluation of resistance to *Cylindrocladium parasiticum* of runner-type peanut in the greenhouse and field [J]. *Peanut Science*, 2008, 35(2): 139-148.
- [3] WRIGHT L P, ANDREW J D, WINGFIELD B D, et al. Population structure of *Cylindrocladium parasiticum* infecting peanuts in Georgia, USA [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2010, 127(2): 199-206.
- [4] DONG W B, BRENNEMAN T B, HOLBROOK C C, et al. The interaction between *Meloidogyne arenaria* and *Cylindrocladium parasiticum* in runner peanut [J]. *Plant Pathology*, 2009, 58(1): 71-79.
- [5] CROUS P W, WINGFIELD M J, ALFENAS A C. *Cylindrocladium parasiticum* sp. nov., a new name for *C. crotalariae* [J]. *Mycol Res*, 1993, 97(7): 889-896.
- [6] NISHI H. Soybean root necrosis fungus, *Calonectria ilicicola* (Japanese) [J]. MAFF, *Microorganism Genetic Resources Manual*, 2007, 21: 1-13.
- [7] 潘汝谦, 关铭芳, 徐大高, 等. 警惕花生黑腐病菌的入侵 [J]. *植物保护*, 2011, 37(1): 164-165.
- [8] PAN R, GUAN M, XU D, et al. *Cylindrocladium* black rot caused by *Cylindrocladium parasiticum* newly reported on peanut in China [J]. *Plant Pathology*, 2009, 58(6): 1176.
- [9] GUAN M, PAN R, GAO X, et al. First report of red crown rot caused by *Cylindrocladium parasiticum* on soybean in Guang-

- dong, Southern China[J]. Plant Disease, 2010, 94(4):485.
- [10] HUNTER B B, BARNETT H L. Production of microsclerotia by species of *Cylindrocladium*[J]. Phytopathology, 1976, 66: 777-780.
- [11] HUNTER B B, BARNETT H L. Growth and sporulation of species and isolates of *Cylindrocladium* in culture[J]. Mycologia, 1978, 70:614-635.
- [12] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

## Biological characteristics of *Cylindrocladium parasiticum*

PAN Ru-qian<sup>1</sup> GUAN Ming-fang<sup>1</sup> XU Da-gao<sup>1</sup> JI Chun-yan<sup>1</sup> DENG Ming-guang<sup>2</sup>

1. Laboratory of Bacterial and Fungicides, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China

**Abstract** *Cylindrocladium parasiticum* was a very important invasive alien species in China. The biological characteristics, such as mycelial growth and sporulation, etc. of *C. parasiticum* were observed. The results showed that *C. parasiticum* could grow in different media, such as Potato Dextrose Agar (PDA), V8 juice (V8), Yeast Peptone Dextrose Agar (YPDA), Oatmeal Agar (OMA), and Synthetic Fungal(SF). Among them, OMA was most suitable for mycelial growth, whereas V8 was most suitable for microsclerotium, conidium, and perithecium formation. *C. parasiticum* could utilize carbon sources, such as dextrose, fructose, sucrose, maltose, lactose, and starch for growth. Among them, dextrose, lactose and starch were most suitable for mycelial growth and microsclerotium formation. However, all of the above carbon sources were unsuitable for conidium and perithecium formation. In the case of nitrogen sources, *C. parasiticum* could utilize sodium nitrate, urea, ammonium sulphate, yeast, and peptone for growth. Among them, sodium nitrate was most suitable for mycelial growth and microsclerotium formation, whereas, urea was most suitable for conidium formation. However, perithecium was sparsely formed only in sodium nitrate. *C. parasiticum* could grow under temperature condition between 10-30 °C. The optimum temperature for both of growth and conidia sporulation was between 25-30 °C. Although the mycelial growth of *C. parasiticum* was not impacted by period the light, but a 12 hours alternation of light and dark was suitable for conidia sporulation. *C. parasiticum* could grow between pH values of 4.0-10.0. But the favorable pH value for mycelial growth was neutral to partial acid.

**Key words** peanut; *Cylindrocladium parasiticum*; mycelium; conidia; biological characteristics

(责任编辑:陈红叶)