

3 种作物纹枯病菌生物学特性差异的比较

贺晓霞 曹琦琦 彭正凯 杨媚 张德涛 周而勋

华南农业大学资源环境学院, 广州 510642

摘要 较系统地比较了水稻、玉米和小麦 3 种作物纹枯病菌的培养性状及其在不同培养基、温度、碳源、氮源、pH 值和光照条件下生物学特性的差异。结果表明:供试的 3 种纹枯病菌菌株在菌落生长速率、菌落和菌核颜色、菌核数量和菌核在培养皿的分布等方面均有明显差异;水稻、玉米和小麦纹枯病菌在 Czapek 培养基上菌丝生长最快、产生的菌核最多,在 Richard 培养基上菌丝生长最慢,在 WA 培养基上产生菌核极少或无;水稻和玉米纹枯病菌菌株生长温度范围为 10~35 ℃,最适温度为 25~30 ℃,而小麦纹枯病菌菌株生长温度范围为 5~30 ℃,生长最适温度为 20~25 ℃;3 种纹枯病菌菌株对供试碳源中的可溶性淀粉、蔗糖和葡萄糖能很好地利用,但水稻和玉米纹枯病菌菌株对甘露醇的利用能力最差,而小麦纹枯病菌菌株对乳糖的利用能力最差;硝酸钾、亚硝酸钠、硫酸铵、脲和 L-亮氨酸 5 种氮源对 3 种纹枯病菌菌株的生长影响不显著,但对菌核的形成有显著影响;3 种纹枯病菌菌株在 pH 4~10 时均可生长和形成菌核, pH 6 时生长最快、形成菌核较多。试验结果还表明,光照对 3 种纹枯病菌菌株的生长影响无明显差异,但对菌核数量和颜色有显著影响。

关键词 水稻;玉米;小麦;纹枯病菌;生物学特性

中图分类号 S 432.4⁺4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2012)01-0055-07

丝核菌(*Rhizoctonia* spp.)是一类极其重要的植物病原土传真菌,寄主范围非常广泛,危害十分严重^[1-2]。由丝核菌引起的水稻、玉米和小麦纹枯病,已造成重大的经济损失^[3-5]。水稻和玉米纹枯病菌同属于立枯丝核菌(*R. solani*),而小麦纹枯病菌则属于禾谷丝核菌(*R. cerealis*)。近年来,随着密植栽培技术的应用和优质高产品种的推广,我国水稻、玉米和小麦纹枯病危害日趋严重。关于其他病原菌之间生物学特性比较的报道较多,但对水稻、玉米和小麦三大作物纹枯病菌生物学特性的比较报道甚少。李永娟等^[6]研究了河北省小麦和玉米纹枯病菌的生物学特性;胡美姣等^[7]比较了 2 种芒果炭疽病菌的生物学特性;金文进等^[8]对中华羊茅内生真菌 *Neotyphodium* sp. 的生物学与生理学特性进行了研究;高智谋等^[9]分析了不同寄主灰葡萄孢的生物学特性。笔者观察并比较了在不同培养基、温度、碳源、氮源、pH 值和光照条件下,水稻、玉米和小麦纹枯病菌生物学特性的差异,旨在为这 3 种作物纹枯病的综合防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试菌株

供试水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌株各 2 株,其中水稻纹枯病菌(*R. solani*)菌株 B306 和 D180 由笔者所在实验室采用组织快速分离法分离获得并保存^[10-11];玉米纹枯病菌(*R. solani*)菌株 M6 和 M30 分别由山东农业大学刘爱新教授和四川农业科学院李晓研究员提供;小麦纹枯病菌(*R. cerealis*)菌株 W4 和 W22 分别由江苏农业科学院陈怀谷研究员和河南农业大学汪敏副教授惠赠。

将水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌株从菌种试管斜面上移植到 PDA 平板(直径 90 mm)上,于 25 ℃ 下培养 2 d 后,用打孔器(直径 5 mm)沿菌落边缘打取菌丝块供试。

1.2 病菌培养性状的观察

将龄龄为 2 d 的水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌丝块(直径 5 mm)接种到 PDA 平板(直径 90 mm)中央,25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。24 h 后采用十字交叉法测量各菌株的菌落直径,其

收稿日期:2011-03-16

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx3-16)

贺晓霞,硕士研究生。研究方向:植物病原真菌学。E-mail: wainihexiaoxia@163.com

通讯作者:周而勋,博士,教授。研究方向:植物病原真菌学和分子植物病理学。E-mail: exzhou@scau.edu.cn

平均值即为生长速率(cm/d); 14 d 后观察并记录菌落颜色、菌核颜色、菌核数量以及其在培养皿中的分布状况。

1.3 培养条件对病菌生物学特性影响的观察

1)培养基。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块(直径 5 mm,下同)分别接种于 PDA、PSA、Czapek、WA、Richard 培养基平板上,于 25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。36 h 后交叉法测量菌落直径,14 d 后观测菌核的产生情况(下同)。

2)温度。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块分别接种到 PDA 平板上,分别置于 5、10、15、20、25、30、35、40 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。

3)碳源。以 Czapek 培养基为基础,分别以可溶性淀粉、乳糖、甘露醇和葡萄糖作为碳源取代其中的蔗糖,制备含不同碳源的培养基。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块分别接种于不同碳源的培养基平板上,25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。

4)氮源。以 Czapek 培养基为基础,分别以亚硝酸钠、硫酸铵、脲和 L-亮氨酸作为氮源代替其中的硝酸钾,制备含不同氮源的培养基。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块分别接种于不同氮源的培养基平板上,25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。

5)pH 值。选用 PDA 培养基,用 1 mol/L 的 HCl 和 NaOH 分别调节 pH 值至 4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0,制备不同 pH 值的培养基。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块分别接种于不同

pH 值的 PDA 培养基上,置于 25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。

6)光照。将 2 d 菌龄的 3 种纹枯病菌菌丝块分别接种于 PDA 平板上,分别置于 24 h 连续光照、12 h 光暗交替和 24 h 完全黑暗 3 种光照条件下,25 ℃ 恒温培养箱中培养,每处理 3 次重复。

1.4 数据分析

试验数据经 SAS 9.0 软件处理,并采用邓肯氏新复极差多重比较法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 3 种纹枯病菌培养性状的差异

从 3 种纹枯病菌菌株在 PDA 培养基上的培养性状来看,水稻和玉米纹枯病菌菌株培养性状极为相似(表 1)。菌落生长初期,菌丝稀疏,略呈浅褐色,菌丝逐渐增多后转变为褐色,同时形成菌核;菌核初为白色,逐渐变暗,呈褐色,聚集或分散在培养皿中央或外围。小麦纹枯病菌菌株菌落初为淡黄色,菌落表面产生白色絮状的气生菌丝;气生菌丝可集结形成菌核,菌核初为白色,逐渐变为黄白色,最后呈黑褐色。在 PDA 培养基上,水稻、玉米纹枯病菌菌株的生长速度明显快于小麦纹枯病菌菌株,水稻、玉米纹枯病菌菌株培养 2~3 d 即可长满直径 9 cm 的培养皿,而小麦纹枯病菌菌株则需 6~7 d 才能长满整个平板,两者的差异明显。另外,3 种纹枯病菌形成菌核的时间、产生菌核的大小和数量

表 1 3 种作物纹枯病菌菌株培养性状的差异比较¹⁾

Table 1 Comparison of differences in cultural characteristics of *Rhizoctonia* spp. isolated from 3 kinds of crops

菌株 Isolates	菌落颜色 Colony colour	菌核颜色 Sclerotial colour	菌核数量 Sclerotial amount	菌核分布 Sclerotial distribution	生长速率/(cm/d) Growth rate
B306	浅黄 Light yellow	褐色 Brown	+++	中央聚集,外围分散 Central aggregated, external dispersed	3.00 d
D180	浅黄 Light yellow	褐色 Brown	++	聚集在外围 External aggregated	4.53 a
M6	无色 Colorless	黑褐 Black brown	++	皿内环状分散 Cyclic dispersed in the Petri dish	4.48 b
M30	浅褐 Light brown	黑褐 Black brown	++	主要在培养皿外围 Mostly in the periphery of the Petri dish	4.02 c
W4	浅黄 Light yellow	黑褐 Black brown	+	主要在中央,菌核较小 Mostly in the center of the Petri dish, smaller sclerotia	0.77 e
W22	黄褐 Yellowish brown	黑褐 Black brown	+	主要在中央,菌核较小 Mostly in the center of the Petri dish, smaller sclerotia	0.73 f

1)+++ :菌核量多(每皿菌核覆盖率超过 50%); ++ :菌核量较多(每皿菌核覆盖率为 10%~50%); + :菌核量最稀少(每皿菌核覆盖率低于 10%); 表中数据为 3 次重复的平均值,同列数据后不同字母表示在 5% 水平上差异显著(下表同)。

+++ :Abundant (coverage of sclerotia more than 50% per dish); ++ :Moderate (coverage of sclerotia from 10%-50% per dish); + :Rare (coverage of sclerotia less than 10% per dish); Data in this table, representing the average of three replicates, data followed by different letters within the same column were significant difference at 5% level (the same as following tables).

也存在较大差异。水稻和玉米纹枯病菌菌株培养 3~4 d 后初现菌核，两者产生的菌核个体较大；水稻纹枯病菌的菌核数量稍多于或等于玉米纹枯病菌的菌核数量；小麦纹枯病菌菌株培养 7 d 后才开始形成菌核，且产生的菌核个体较小，菌核数量也明显少于水稻和玉米纹枯病菌。

2.2 培养基对菌丝生长和菌核形成的影响

试验结果表明，3 种菌株均能在 5 种培养基上生长，但菌丝生长快慢不同(表 2)。在同一培养基上，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径差异显著，水稻和玉米纹枯病菌的菌落直径相当，小麦纹枯病菌的菌落直径最小。在 PDA 培养基上，水稻、玉

米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 7.6、7.9、1.6 cm；在 Richard 培养基上，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 4.6、5.2、0.9 cm；在 WA 培养基上，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 8.0、7.8、0.9 cm。

小麦纹枯病菌在 PSA 和 PDA 培养基上产生的菌核比水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核多。3 种纹枯病菌在 WA 培养基上均不形成菌核，且菌丝稀疏。当培养基为 Czapek 和 Richard 时，水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核较多，但小麦纹枯病菌在这 2 种培养基上未产生菌核。另外，培养基种类还影响菌核颜色、大小及其在培养皿中的分布情况。

表 2 在不同培养基上 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较

Table 2 Comparison of differences in sclerotial formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops on different cultural media

菌株 Isolates	马铃薯葡萄糖琼脂 PDA		马铃薯蔗糖琼脂 PSA		水琼脂 WA		查氏培养基 Czapek		理查德培养基 Richard	
	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour
B306	++	褐色 Brown	++	褐色 Brown	-	空值 Null	+++	深褐 Dark brown	+	深褐 Dark brown
D180	++	褐色 Brown	++	褐色 Brown	-	空值 Null	+++	褐色 Brown	+	浅褐 Light brown
M6	++	黑褐 Black brown	++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	+++	黑褐 Black brown	+	浅褐 Light brown
M30	++	黑褐 Black brown	++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	+++	黑褐 Black brown	+	浅褐 Light brown
W4	+++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	-	空值 Null	-	空值 Null
W22	+++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	-	空值 Null	-	空值 Null

2.3 温度对菌丝生长和菌核形成的影响

试验结果表明，水稻和玉米纹枯病菌菌株在 10~35 °C 范围内均可生长，菌丝生长和菌核形成的最适温度为 25~30 °C。当温度低于 5 °C 或高于 40 °C 时，菌丝不能生长。小麦纹枯病菌菌株的生长温度为 5~30 °C，比水稻、玉米纹枯病菌菌株的生长温度低 1 个温度梯度(5 °C)。菌丝生长和菌核形成的最适温度为 20~25 °C。当温度高于 35 °C 时，菌丝不能生长。相同温度处理情况下，3 种纹枯病菌菌株的菌丝生长差异显著。温度为 20 °C 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 4.5、5.0、1.3 cm；25 °C 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 7.3、7.4、1.5 cm；5 °C 时，小麦纹枯病菌的菌落直径为 0.6 cm，但水稻和玉米纹枯病菌菌株的菌丝不能生长；35 °C 时，水稻和玉米纹枯病菌的菌落直径分别为 3.3、1.5 cm，但小麦纹枯病菌菌株的菌丝生长停滞；在 40 °C 条件下，3 种纹枯

病菌菌株均不能生长。

同一温度条件下，3 种纹枯病菌菌核形成的差异明显(表 3)。当温度为 10 °C 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌株均不产生菌核；3 种纹枯病菌在 15 °C 时均产生少量菌核；当温度为 25 °C 时，小麦纹枯病菌菌株产生的菌核比另外两者产生的菌核多；水稻和玉米纹枯病菌菌株在 30 °C 时形成菌核最多，但小麦纹枯病菌菌株不产生菌核。

2.4 碳源对菌丝生长和菌核形成的影响

试验结果表明，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌株均能利用 5 种供试碳源(表 4)。当碳源为葡萄糖时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径依次为 7.5、7.1、1.3 cm；当碳源为甘露醇时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径依次为 7.4、7.4、1.2 cm。蔗糖和可溶性淀粉为碳源时，水稻和玉米纹枯病菌的菌落直径差异不明显，但两者与小麦纹枯病菌的菌落直径差异显著。

表 3 在不同温度下 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较¹⁾Table 3 Comparison of differences in sclerotial formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops at different temperatures

温度/℃ Temperature	菌核 Sclerotium	菌株 Isolates					
		B306	D180	M6	M30	W4	W22
5	数量 Amount	NG	NG	NG	NG	—	—
	颜色 Colour	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null
10	数量 Amount	—	—	—	—	—	—
	颜色 Colour	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null
15	数量 Amount	+	+	+	+	—	—
	颜色 Colour	浅褐 Light brown	浅褐 Light brown	褐色 Brown	浅褐 Light brown	空值 Null	空值 Null
20	数量 Amount	+	+	++	++	+	+
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	褐色 Brown	褐色 Brown	黄褐 Yellowish-brown	黄褐 Yellowish-brown
25	数量 Amount	++	++	++	++	+++	+++
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	褐色 Brown	褐色 Brown	黑褐 Blackbrown	黑褐 Black brown
30	数量 Amount	+++	+++	+++	+++	—	—
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	空值 Null
35	数量 Amount	++	++	+	—	NG	NG
	颜色 Colour	深褐 Dark brown	深褐 Dark brown	浅褐 Light brown	空值 Null	空值 Null	空值 Null
40	数量 Amount	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	颜色 Colour	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null	空值 Null

1)NG: 菌丝不生长 No growth.

表 4 在不同碳源下 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较

Table 4 Comparison of differences in sclerotium formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops on media containing different carbon sources

菌株 Isolates	葡萄糖 Glucose		蔗糖 Sucrose		乳糖 Lactose		甘露醇 Mannitol		可溶性淀粉 Starch	
	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour
B306	++	褐色 Brown	+++	褐色 Brown	++	浅褐 Light brown	+	浅褐 Light brown	+++	褐色 Brown
D180	++	褐色 Brown	+++	褐色 Brown	++	浅褐 Light brown	+	浅褐 Light brown	+++	褐色 Brown
M6	++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	++	黄褐 Yellowish brown	+	浅褐 Light brown	+++	黑褐 Black brown
M30	++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	+	空值 Null	+	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown
W4	+	浅黄 Light yellow	+	浅黄 Light yellow	—	空值 Null	+++	黑褐 Black brown	++	黄褐 Yellowish brown
W22	++	浅黄 Light yellow	++	浅黄 Light yellow	—	空值 Null	+++	黑褐 Black brown	+	浅黄 Light yellow

在以蔗糖和可溶性淀粉为碳源条件下,水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核较多,小麦纹枯病菌产生的菌核较少。在含甘露醇的培养基上小麦纹枯病菌产生的菌核最多,但水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核较少。当乳糖为碳源时,小麦纹枯病菌不产生菌核,水稻和玉米纹枯病菌产生少量菌核。

2.5 氮源对菌丝生长和菌核形成的影响

试验结果表明,在以硝酸钾和脲为氮源的 Czapek培养基上,水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径差异显著。同一氮源条件下,水稻和玉米纹枯病菌的菌落直径差异不大,但两者与小麦纹枯病菌的菌落直径差异极显著。当氮源为脲时,水稻、玉米

和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 7.8、8.2、1.2 cm；当氮源为硫酸铵时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 8.0、8.2、1.4 cm；当氮源为硝酸钾和亚硝酸钠时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径差异不显著。

水稻、小麦和玉米纹枯病菌在含硝酸钾和亚硝酸钠的 Czapek 培养基上形成的菌核最多。当氮源为 L-亮氨酸时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌均不产生菌核；当氮源为硫酸铵时，水稻和玉米纹枯病菌产生少量菌核，但小麦纹枯病菌不产生菌核(表 5)。

表 5 在不同氮源下 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较

Table 5 Comparison of differences in sclerotium formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops on media containing different nitrogen sources

菌株 Isolates	硝酸钾 PN		亚硝酸钠 SN		硫酸铵 AS		脲 Urea		L-亮氨酸 L-Leucine	
	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour
B306	+++	褐色 Brown	+++	褐色 Brown	+	浅褐 Light brown	++	褐色 Brown	-	空值 Null
D180	++	褐色 Brown	+++	褐色 Brown	+	浅褐 Light brown	+	浅褐 Light brown	-	空值 Null
M6	+++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	+	褐色 Brown	++	褐色 Brown	-	空值 Null
M30	+++	黑褐 Black brown	++	褐色 Brown	+	褐色 Brown	+	褐色 Brown	-	空值 Null
W4	+++	黑褐 Black brown	++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	+	黄褐 Yellowish brown	-	空值 Null
W22	+++	黑褐 Black brown	++	黑褐 Black brown	-	空值 Null	+	黄褐 Yellowish brown	-	空值 Null

2.6 pH 值对菌丝生长和菌核形成的影响

测定结果表明，3 种纹枯病菌的 6 个菌株菌丝生长的 pH 值范围均为 4~10，菌丝生长的最适 pH 值为 6。在 pH 4~6 范围内，随着 pH 值增高，菌丝生长加快；但在 pH 6~10 范围内，随着 pH 值增高，菌丝生长逐渐减慢。相同 pH 值条件下 3 种纹枯病菌的菌落直径差异显著，且小麦纹枯病菌的菌落直径最小。在 pH 4 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的

菌落直径分别为 6.9、6.0、0.8 cm；在 pH 6 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 8.0、7.3、1.3 cm；在 pH 10 时，水稻、玉米和小麦纹枯病菌的菌落直径分别为 4.3、3.8、0.8 cm。

在不同 pH 值条件下，3 种病菌菌核的形成有差异(表 6)。在 pH 4 时，小麦纹枯病菌不产生菌核，但水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核较多；在 pH 6 时，水稻和玉米纹枯病菌菌株产生的菌核数量

表 6 在不同 pH 值下 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较

Table 6 Comparison of differences in sclerotium formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops under different pH values

pH	菌核 Sclerotium	菌株 Isolates					
		B306	D180	M6	M30	W4	W22
4	数量 Amount	+++	++	++	++	-	-
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	空值 Null
5	数量 Amount	+++	+++	+++	++	-	+
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	黑褐 Black brown
6	数量 Amount	+++	+++	+++	+++	-	+
	颜色 Colour	褐色 Brown	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	黑褐 Black brown
7	数量 Amount	++	+++	++	+++	+++	+++
	颜色 Colour	浅褐 Light brown	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	黄褐 Yellowish-brown	黑褐 Black brown
8	数量 Amount	++	+++	++	+++	-	++
	颜色 Colour	浅褐 Light brow	褐色 Brown	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	黄褐 Yellowish-brown
9	数量 Amount	++	++	+	++	-	+
	颜色 Colour	浅褐 Light brow	浅褐 Light brow	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	黄褐 Yellowish-brown
10	数量 Amount	+	+	+	+	-	+
	颜色 Colour	浅褐 Light brow	浅褐 Light brow	黑褐 Black brown	黑褐 Black brown	空值 Null	浅黄 Light yellow

较多、个体较大,且菌核颜色较深,但小麦纹枯病菌菌株产生菌核较少;在 pH 7 时,水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌株产生的菌核数量差异不明显;在 pH 10 时,水稻和玉米纹枯病菌菌株产生少量菌核,小麦纹枯病菌菌株产生菌核极少或不产生菌核。

2.7 光照对菌丝生长和菌核形成的影响

试验结果表明,在相同的光照条件下,水稻、玉米纹枯病菌与小麦纹枯病菌的菌落直径差异显著,水稻和玉米纹枯病菌的菌落直径分别为 5.9、

6.2 cm,小麦纹枯病菌的菌落直径为 1.7 cm。完全黑暗条件下对 3 种纹枯病菌的菌丝生长有一定影响,但差异不显著。

光照条件对菌核的形成也有影响(表 7)。在全光照条件下,水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核数量比小麦纹枯病菌产生的菌核多,且颜色较深。在黑暗交替情况下,水稻和玉米纹枯病菌产生的菌核较多,但小麦纹枯病菌产生的菌核较少。小麦纹枯病菌在完全黑暗条件下形成的菌核较多。

表 7 在不同光照下 3 种作物纹枯病菌菌核形成的差异比较

Table 7 Comparison of differences in sclerotium formation of *Rhizoctonia* spp. isolates from 3 kinds of crops under different illumination conditions

菌株 Isolates	24 h 光照 24 h light		12 h 光照/黑暗交替 12 h photoperiod		24 h 黑暗 24 h darkness	
	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour	数量 Amount	颜色 Colour
B306	+++	褐色 Brown	++	褐色 Brown	+	褐色 Brown
D180	+++	浅褐 Light brown	++	浅褐 Light brown	+	褐色 Brown
M6	++	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown	+	黑褐 Black brown
M30	+++	黑褐 Black brown	++	黑褐 Black brown	+	黑褐 Black brown
W4	-	空值 Null	+	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown
W22	-	空值 Null	+	黑褐 Black brown	+++	黑褐 Black brown

3 讨论

本试验结果表明,3 种纹枯病菌在菌落生长速率、菌落和菌核颜色、菌核数量和菌核在培养皿的分布等方面存在明显差异。生物学特性观察结果显示,在不同的培养基、温度、碳源、氮源、pH 值和光照条件下,3 种纹枯病菌的菌丝生长和菌核形成均存在较大差异。培养基种类对 3 种纹枯病菌的菌丝生长和菌核数量、大小以及颜色都有明显影响,这与周而勋等^[12]的研究结果一致。温度对 3 种纹枯病菌的菌丝生长和菌核形成的试验结果表明,水稻和玉米纹枯病菌的菌株生长温度为 10~35℃,最适生长温度为 25~30℃,而小麦纹枯病菌的菌株生长温度为 5~30℃,生长最适温度为 20~35℃。因此,可认为小麦纹枯病菌是低温生长型病原菌,这与王裕中等^[13]报道的结果吻合。碳氮源对供试病原菌的研究结果显示,水稻和玉米纹枯病菌菌株利用碳氮源的能力较强,小麦纹枯病菌菌株对碳氮源的要求较严格。水稻、玉米和小麦纹枯病菌菌株在 pH 4~10 的范围内均能生长, pH 6 左右最适宜于菌丝生长和菌核形成。由此可见,偏酸、中性和弱碱条件有利于 3 种纹枯病菌的生长,这与李永娟等^[6]的研究结果相同。光照条件对 3 种纹枯病菌菌丝生长的影响不显著,但光照影响菌核数量和颜色,光照时间长,菌核数量增加、菌核颜色加深。

丝核菌(*Rhizoctonia* spp.)的寄主范围广泛,自然寄主有 15 科近 50 种植物。由丝核菌引起的水稻、玉米和小麦纹枯病已严重威胁我国粮食作物生产的安全。目前,农业生产上缺乏抗三大作物纹枯病的品种或种质资源,这给我国粮食生产带来了很大的障碍。笔者较系统地对水稻、玉米和小麦纹枯病菌的培养性状和生物学特性进行了观察与分析,研究结果可为 3 种作物纹枯病的综合治理和纹枯病菌的深入研究提供理论依据。

致谢 供试玉米纹枯病菌菌株分别由四川农业科学院植物保护研究所李晓研究员和山东农业大学植物保护学院刘爱新教授惠赠,小麦纹枯病菌菌株分别由江苏农业科学院植物保护研究所陈怀谷研究员和河南农业大学植物保护学院汪敏副教授惠赠,谨致谢意!

参 考 文 献

- [1] PASCUAL C B, TODA T, RAYMONDO A D, et al. Characterization by conventional techniques and PCR of *Rhizoctonia solani* isolates causing banded leaf sheath blight in maize[J]. Plant Pathology, 2000, 49: 108-118.
- [2] 黄江华, 杨媚, 周而勋. 3 种植物丝核菌对水稻、甜玉米、黄瓜和甘蓝的交互致病性[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 198-203.
- [3] GULERIA S, AGGARWAL R, THIND T S, et al. Morphological and pathological variability in rice isolates of *Rhizoctonia*

- solani and molecular analysis of their genetic variability[J]. *Phytopathology*, 2007, 155:654-661.
- [4] LIPPS P E, HERR L J. Etiology of *Rhizoctonia cerealis* in sharp eyespot of wheat[J]. *Phytopathology*, 1982, 72(12): 1574-1577.
- [5] CLARKSON J D S, COOK R J. Effect of sharp eyespot(*Rhizoctonia cerealis*) on yield loss in winter wheat[J]. *Plant Pathology*, 1983, 32(4):421-428.
- [6] 李永娟,刘顺,朱杰华,等.河北省小麦及玉米纹枯病菌生物学特性初步研究[J].中国农业科技导报,2007,9(1):47-51.
- [7] 胡美姣,李敏,杨凤珍,等.两种果炭疽病菌生物学特性的比较[J].西南农业学报,2005,18(3):306-310.
- [8] 金文进,李春杰,南志标.中华羊茅内生真菌 *Neotyphodium* sp.生物学与生理学特性的研究[J].菌物学报,2009,28(3):363-369.
- [9] 高智谋,李艳梅,李喜玲,等.源自不同寄主的灰葡萄孢生物学特性的比较研究[J].菌物学报,2009,28(3):370-377.
- [10] 方中达.植病研究方法[M].3版.北京:农业出版社,1998:122-145.
- [11] 唐芳.水稻纹枯病菌的致病力分化及遗传多样性研究[D].广州:华南农业大学资源环境学院,2009.
- [12] 周而勋,杨媚,李琳,等.培养基对水稻纹枯病菌菌丝生长和菌核形成的影响[J].华南农业大学学报,2002,23(3):33-35.
- [13] 王裕中,杨新宁,史建荣.麦类纹枯病防治研究: I. 大小麦及其轮作物丝核菌(*Rhizoctonia* spp.)的生物学特性与致病力比较[J].江苏农业学报,1986,2(4):29-35.

Comparison of differences in biological characteristics of *Rhizoctonia* spp. isolated from three kinds of crops

HE Xiao-xia CAO Qi-qi PENG Zheng-kai YANG Mei ZHANG De-tao ZHOU Er-xun
College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University,
Guangzhou 510640, China

Abstract The cultural and biological characteristics of *Rhizoctonia solani* and *R. cerealis* isolates obtained from rice(*Oryza sativa*), maize(*Zea mays*) and wheat(*Triticum aestivum*) under different cultural media, temperatures, carbon sources, nitrogen sources, pH values and illumination conditions were compared in this study. The results showed that the tested *Rhizoctonia* isolates from three crops varied significantly in colony growth rate, colony and sclerotium colour, sclerotial amount and sclerotium distribution in the Petri dish. Czapek and PSA media were found to be the most suitable media for mycelial growth of *R. solani* from rice and maize and *R. cerealis* from wheat. For *R. solani* isolates from rice and maize, the temperatures for mycelial growth were in the range of 10-35 °C with optimum at 25-30 °C, whereas *R. cerealis* isolates from wheat were able to grow at 5-30 °C with optimum at 20-25 °C. In the tested carbon sources, all tested isolates were able to utilize soluble starch, sucrose and glucose. However, the *R. solani* isolates from rice and maize were the poorest in utilizing mannitol, and the *R. cerealis* isolates from wheat were the poorest in utilizing lactose. All tested *Rhizoctonia* isolates were found to grow better on five tested nitrogen sources, i. e. potassium nitrate, sodium nitrite, ammonia sulfate, urea and L-leucine, but the sclerotial formation of all tested *Rhizoctonia* isolates on these five nitrogen sources varied significantly. For the mycelial growth and sclerotial formation of *Rhizoctonia* isolates from three crops, the pH ranges were 4-10 with optimum at pH 6. The results also indicated that the mycelial growth of all tested isolates under different illumination conditions were not significantly different, but the illumination conditions could affect the sclerotial amount and the colour.

Key words rice; maize; wheat; *Rhizoctonia* spp.; biological characteristics