

JOURNAL OF HEBEI
NORMAL UNIVERSITY OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

Vol. 37 No. 2 2023

河北科技师范学院学报

HEBEI KEJI SHIFAN XUEYUAN XUEBAO

第 37 卷 第 2 期

2023

ISSN 1672-7983



中国·秦皇岛

目 次

植物科学

- 冀东地区春玉米田苗后化学除草剂的减量增效复配组合优选 李 哲, 赖珏丽, 韩华越, 等(1)
- 种植密度对中麦 30 产量和蛋白质质量分数的影响 史金平, 张 敏, 杨 敏, 等(7)
- 旱黄瓜茎基腐病菌鉴定及其生物学特性 金 鸽, 闵 康, 陈怡铭, 等(12)
- 生根粉对丹参茎扦插生根的影响 马姗姗, 刘云霞, 张莉萍, 等(19)
- 适宜冀东地区种植的菜用大豆品种鉴定 石晓坤, 杨 杰, 王艳丽, 等(24)
- 矮壮素对金莲花幼苗生长及生理生化的影响 张 庆, 李佳秋, 李保会, 等(33)
- 药剂处理对北苍术的抑花效果及对根茎干物质质量和苍术素质量分数的影响
..... 苏书乐, 肖 茹, 赵思源, 等(40)
- 燕山地区野生叶底珠种质资源生境调查与分析 徐宁伟, 陈 强, 柴诗瑶, 等(49)

数学与计算机科学

- 多种水质评价方法在木兰河流域的比较应用 杨旭莹, 宋金玲, 林 琢, 等(58)
- 基于生成对抗网络的车牌图像超分辨率重建方法 赵艳芹, 张 钰(67)
- 基于模拟退火改进人工鱼群算法的交通信号配时优化 许佳佳, 李雪梅(73)

其它

- 共享停车泊位管理与政策的研究进展与展望 王鹏飞, 王湘玉, 于剑楠(80)

旱黄瓜茎基腐病菌鉴定及其生物学特性

金 鸽¹, 闵 康¹, 陈怡铭¹, 曹 蟠¹, 张宇萍¹,
韩亚梅¹, 高玉峰², 贺字典^{1,*}

(河北科技师范学院 1 农学与生物科技学院 河北省作物逆境生物学重点实验室, 2 学报编辑部, 河北 秦皇岛, 066004)

摘要: 为明确昌黎旱黄瓜茎基腐病的病原菌, 采用组织分离法和针刺法对其病原物进行分离培养和致病性测定, 通过形态学、ITS 序列分析方法鉴定旱黄瓜茎基腐病原菌种类后对病原菌的生物学特性进行了研究。结果表明: 旱黄瓜茎基腐病的病原菌为拟轮枝镰孢菌 (*Fusarium verticillioides*); 该病菌菌丝最适生长温度为 30 ℃, 最适 pH 为 6.0, 最适碳源为葡萄糖, 最适氮源为 NH_4NO_3 , 致死温度为 69 ℃, 10 min; 大型分生孢子生长最适温度为 25 ℃, 小型分生孢子生长最适温度为 30 ℃; 两种孢子生长的最适 pH, 碳源, 氮源均为 5.0, 蔗糖, NH_4NO_3 。

关键词: 旱黄瓜茎基腐病; 致病性; 生物学特性; 拟轮枝镰孢菌 (*Fusarium verticillioides*)

中图分类号: S436.421.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-7983(2023)02-0012-07

近几年, 黄瓜茎基腐病在全国各黄瓜产区危害呈现逐年递增的趋势^[1], 田间发病率一般为 15% ~ 20%, 重者高达 50% 以上, 甚至绝收。上海地区黄瓜茎基腐病的病原菌为胡萝卜软腐果胶杆菌巴西亚种 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense*)^[2]。山东聊城黄瓜茎基腐病病菌为瓜果腐霉 (*Pythium aphanidermatum*)、腐皮镰孢菌 (*Fusarium solani*)、立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*)^[3]。目前, 旱黄瓜茎基腐病的病原菌并未见到报道。旱黄瓜俗名秋黄瓜、白黄瓜, 与常见的密刺黄瓜 (俗名黑黄瓜) 外观上有明显区别。近年来, 随着国家蔬菜产业体系和河北省蔬菜产业体系的推广, 旱黄瓜种植面积逐渐扩大, 已在山东、河北、东北三省等地大面积种植。但是, 自 2018 年开始, 旱黄瓜茎基部出现黄色水渍状坏死, 病斑逐渐扩大绕茎一周后茎部开始纵向开裂, 检查病株根系未出现腐烂, 维管束也未变褐。为了明确旱黄瓜茎基腐病的病原菌种类及其生物学特性, 笔者拟采用组织分离法和 ITS 序列对旱黄瓜茎基腐病的病原菌进行分离与鉴定, 并对病原菌的生物学特性进行研究, 以期旱黄瓜茎基腐病的防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试病样 2018 ~ 2022 年从河北省昌黎县马坊营旱黄瓜基地发病的大棚内采集病样 27 份。

1.1.2 供试品种 田娇 8 号旱黄瓜和黄籽南瓜, 购自河北省昌黎县当地种子门市部。

1.1.3 Richard 培养基 KNO_3 10 g, KH_2PO_4 5 g, MgSO_4 2.5 g, FeCl_3 0.02 g, 蔗糖 50 g, 琼脂 20 g, 蒸馏水 1 000 mL。

1.2 方法

1.2.1 病原菌的分离 采用组织分离法对病原菌进行分离。在病健交界处切取 5 mm × 5 mm 的病组织, 置于体积分数 75% 酒精中消毒 45 s, 然后于质量浓度为 10 g/L 的 NaClO 溶液中消毒 1 min, 用灭菌水漂洗 3 次后将病组织放在灭菌滤纸上, 完全吸干水分后置于 PDA 平板上, 每皿放置 4 块, 于 25 ℃ 黑暗恒温培养, 待病组织上长出菌丝后, 利用菌丝尖端纯化方法, 多次纯化直至菌落形态一致。4 ℃ 保存备用。

1.2.2 致病性测定 采用针刺法测定病原菌对黄瓜和南瓜的致病性。将直径 7 mm 的病原菌菌饼置

基金项目: 河北省重点研发项目 (项目编号: 21326516D, 22326501D); 河北省现代农业产业技术体系露地蔬菜创新团队项目 (项目编号: HBCT2021200206); 河北省研究生创新资助项目 (项目编号: CXZZ202206)。

* 通信作者, 女, 博士, 教授, 硕士研究生导师。主要研究方向: 植物病害生物防治。E-mail: zidianhe@163.com。

收稿日期: 2023-03-23; 修改稿收到日期: 2023-05-23

于 PDA 平板上,待长满平板后,分次加入 5 mL 灭菌水,用灭菌载玻片刮取菌丝于离心管中制成孢子悬浮液。用血球计数板调整分生孢子数量达到 10^7 个 $\cdot$ mL⁻¹。待黄瓜与南瓜幼苗长到两叶一心时,用昆虫针在茎基部由下至上针刺 5 个孔,两孔间距 0.5 cm。用无菌毛笔蘸取孢子悬浮液涂抹在针刺部位,黄瓜和南瓜各接种 10 棵。以涂抹清水的为对照。4 次重复。接种后用湿脱脂棉包裹在伤口部位保湿,并用白色地膜盖住育苗盘^[4]。将育苗盘置于 25 ℃ 棚膜搭建的保湿室内培养,每天用无菌水浸湿脱脂棉。48 h 后撤掉地膜,96 h 后移除脱脂棉。7 d 后观察幼苗发病情况,记录病变形态,并对发病部位分离,鉴定病菌形态与原病菌是否一致。

1.2.3 病原菌的形态学鉴定 用直径 7 mm 的打孔器从病原菌菌落边缘打菌饼,接种到 PDA 平板上。25 ℃ 恒温黑暗培养 4 d 时测量菌落直径,7 d 时观察病原菌在 PDA 培养基上的气生菌丝形状、色素产生情况等菌落特征,并测量大、小型分生孢子大小及厚垣孢子的形态和产生方式等特征,参照 Booth 的方法对病原菌的种进行初步鉴定^[5,6]。

1.2.4 病原菌的分子生物学鉴定 将病原菌菌株在 PDA 平板上活化后,每个菌株培养 20 皿,培养至长满培养皿,刮取菌丝冷冻保存,采用 CTAB 法提取基因组 DNA。分别采用 ITS1 (5'-TCCGTAGGTG AACCTGCGG3')/ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') 和 NL1 (5'-GCATATCA ATAA GCGGAG-GAAAAG-3')/LR3 (5'-GGTCCGTGTTTCAAGAC-3') 对该菌株的 ITS 区进行 PCR 扩增^[7]。PCR 反应程序为:94 ℃ 预变性 2 min,94 ℃ 变性 30 s,50 ℃ 退火 30 s,72 ℃ 延伸 90 s,35 个循环;72 ℃ 延伸 7 min。PCR 产物送北京生工生物工程公司测序。所得序列用 NCBI 中的 BLAST 程序搜索同源序列,下载相似性大于 99% 及近缘属序列,用 MEGA-X 软件进行多序列比对,以邻接法构建系统发育树。

1.2.5 pH 对病原菌生长的影响 用 1 mol/L NaOH 溶液和 1 mol/L HCl 将 PDA 培养基的 pH 调为 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 和 12 共 9 个梯度,接种菌饼后置于培养箱中 25 ℃ 黑暗培养 5 d,采用十字交叉法测量菌落直径。取培养 7 d 的病原菌,用打孔器在菌落边缘打取直径为 7 mm 的菌饼。将菌饼接种于 PDA 培养基上,28 ℃ 培养,第 5 天采用十字交叉法测量菌落直径,第 7 天用血球计数板测产孢量,3 次重复。

1.2.6 温度对病原菌生长的影响 取培养 7 d 的病原菌,用打孔器在菌落边缘打取直径为 7 mm 的菌饼。将菌饼接种于 PDA 培养基上,分别置于温度为 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ℃ 培养箱中培养,第 5 天采用十字交叉法测量菌落直径,第 7 天用血球计数板测产孢量,3 次重复。

1.2.7 碳源对病原菌生长的影响 用 Richard 培养基作基础培养基,分别以等量的果糖、葡萄糖、麦芽糖、木糖、淀粉代替蔗糖作为碳源。将直径为 7 mm 的菌饼接种到不同碳源的培养基上,25 ℃ 培养。第 5 天用十字交叉法测量菌落直径,第 7 天用血球计数板测产孢量,3 次重复。

1.2.8 氮源对病原菌生长的影响 以 Richard 培养基为基础,分别以 NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 , 尿素和蛋白胨代替 KNO_3 作为氮源。将直径 7 mm 的菌饼接种到含不同氮源的培养基上,25 ℃ 培养。第 5 天用十字交叉法测量菌落直径,第 7 天用血球计数板测产孢量,3 次重复。

1.2.9 菌丝致死温度测定 将直径 7 mm 的病原菌菌饼置于装有 10 mL 无菌水的试管中,将试管分别置于 40, 50, 60, 70, 80 ℃ 的恒温水浴锅中处理 10 min 后迅速冷却,将菌饼取出后接种于 PDA 平板上,于 28 ℃ 培养箱中进行恒温培养,3 次重复,4 d 后测量菌落直径,统计出致死温度范围。再次将温度设置间隔 5 ℃ 梯度,重复上述操作,最后设置间隔 1 ℃ 温度梯度最终确定病原菌的致死温度。

2 结果与分析

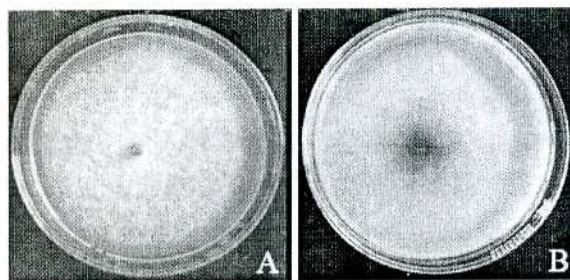
2.1 黄瓜茎腐病原菌的分离培养

采集黄瓜病株样品进行分离培养,共获得镰孢菌 29 株,青霉菌 10 株,链格孢 8 株。其中,菌株 CL0307 在 PDA 上 25 ℃ 培养 5 d 的菌落直径为 7.5 ~ 8.2 cm,菌落羊绒状,菌丝无色,产生紫红色色素。显微观察有大型分生孢子和小型分生孢子,初步确定为镰孢菌(图 1)。

2.2 病原菌的致病性

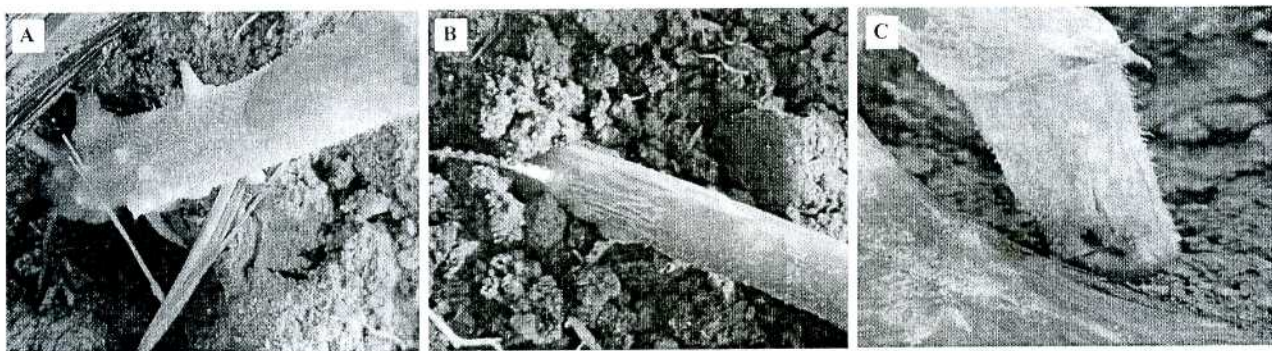
2.2.1 田间发病症状 用南瓜嫁接的旱黄瓜田间发病后茎基部表皮变成黄色,似开水浸过,表皮逐渐变得粗糙,纵向开裂,随着裂口加大,植株失水,萎蔫死亡(图 2)。

2.2.2 人工接种发病症状 其他菌株接种黄瓜和南瓜后均未发病。用菌株 CL0307 接种黄瓜后,在茎基部出现黄色水浸状病斑,绕颈一周后,黄瓜倒伏,干枯,死亡,发病率为 75%,死亡率 60%(图 3A)。将该菌株接种到南瓜茎基部,病情发展比黄瓜缓慢,初期南瓜叶片叶尖和叶缘呈现黄色,茎基部逐渐变色,干枯,死亡,发病率为 80%,死亡率 20%(图 3B)。清水对照均未发病,因此确定 CL0307 为黄瓜茎基腐病的致病菌。



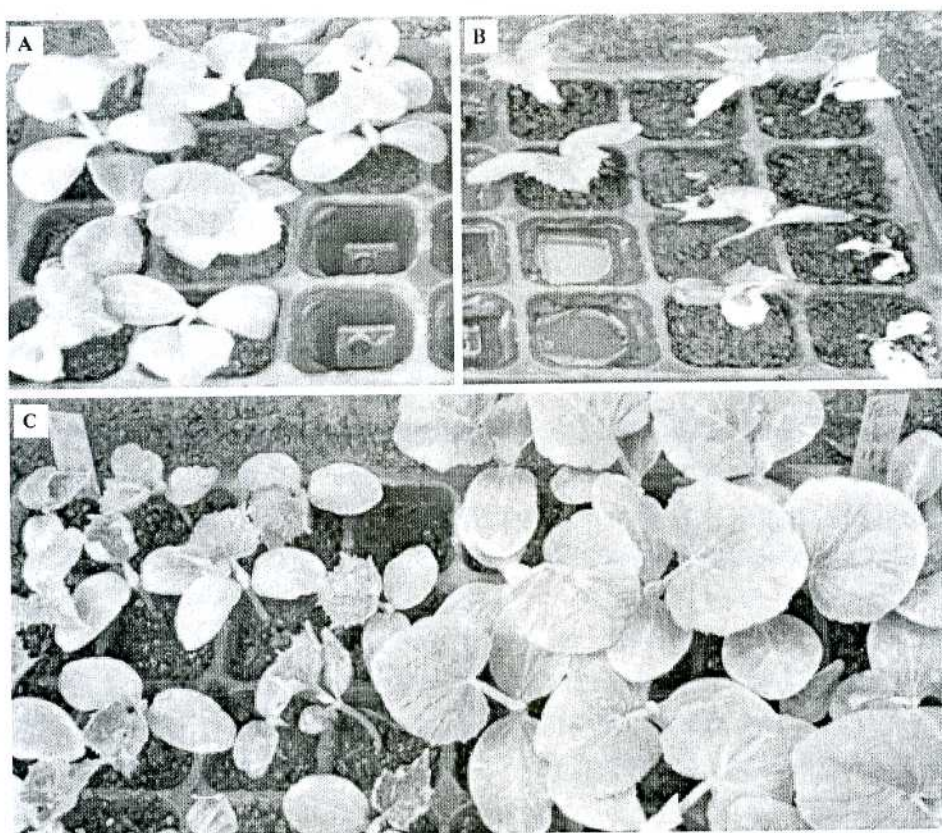
注:A,菌落正面特征;B,菌落背面特征

图1 菌株 CL0307 的菌落特征



注:A,表皮呈黄色;B,表皮粗糙;C,纵向开裂

图2 黄瓜茎基腐病田间发病症状

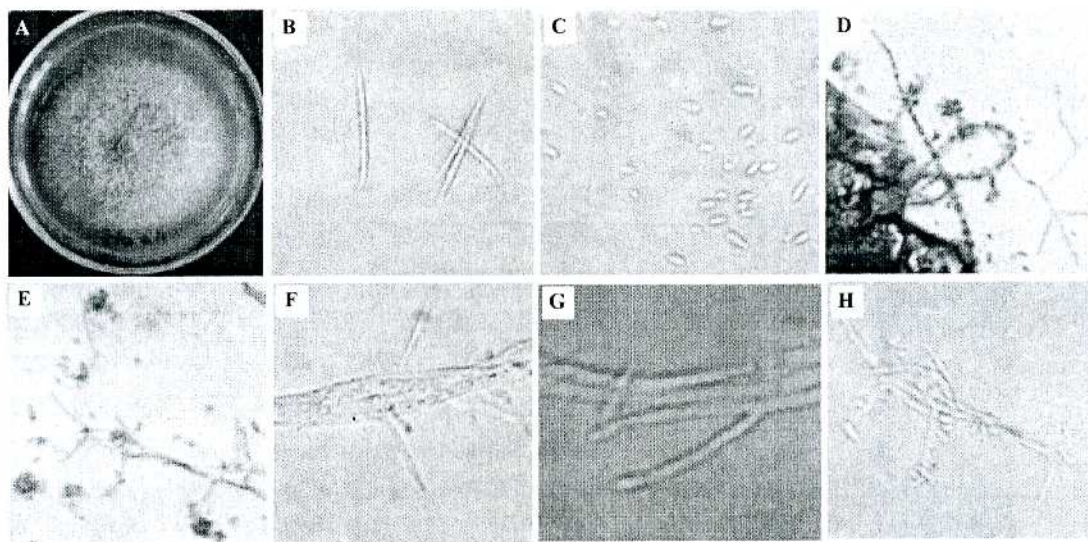


注:A,南瓜发病症状;B,黄瓜发病症状;C,黄瓜和南瓜清水对照

图3 人工接种后南瓜和黄瓜的发病症状

2.3 病原菌的鉴定

在 PDA 培养基上 25 ℃ 黑暗条件下培养 4 d, 白色菌落, 菌丝层致密, 菌落直径为 38 ~ 45 mm, 后期培养基呈淡紫色。大型分生孢子数量少, 细长, 镰刀型, 向两端渐尖, 稍弯曲, 足细胞有或无, 具 2 ~ 5 个真隔膜, 多数为 3 个, 大小为 $22.5 \sim 40.0 \mu\text{m} \times 2.5 \sim 4.0 \mu\text{m}$ 。PDA 上产生大量的小型分生孢子, 在产孢细胞顶端串生或假头生, 大小为 $5.0 \sim 17.5 \mu\text{m} \times 2.0 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 。未见到有厚垣孢子(图 4)。ITS 序列比对结果显示, 菌株 CL0307 与 *Fusarium verticillioides* (登录号 KF031434.1 和 LN482457.1) 序列相似性为 100% (图 5)。结合菌株形态及分子鉴定结果, 黄瓜茎基腐病的病原菌确定为轮状镰孢菌 (*Fusarium verticillioides*)。



注: A, 菌落形态; B, 分生孢子座上大型分生孢子; C, 小型分生孢子;
D, 链生小孢子; E, 假头生小孢子; F ~ H, 复瓶梗

图 4 菌株 CL0307 的特征

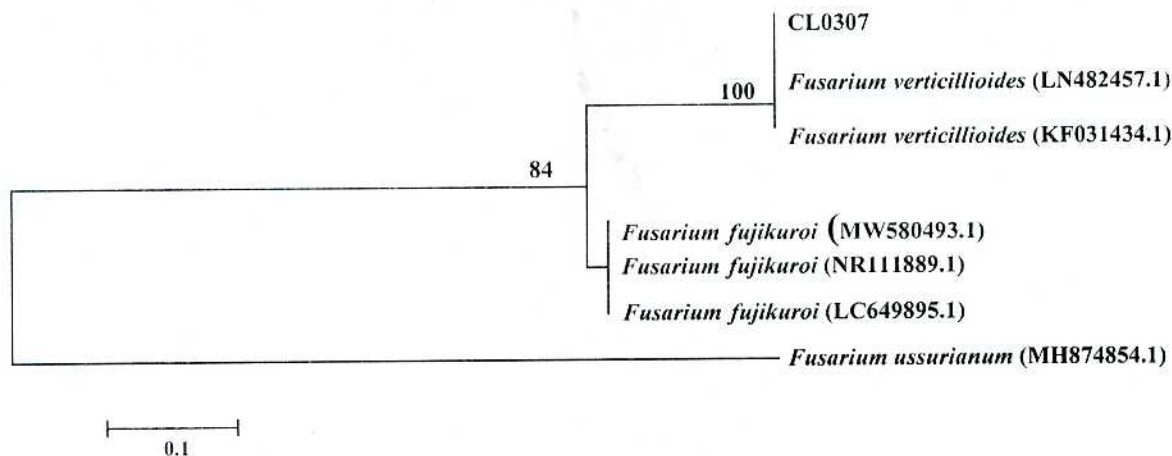


图 5 拟轮枝镰孢菌 (*Fusarium verticillioides*) 的系统发育树

2.4 病原菌的生物学特性

2.4.1 pH 对拟轮枝镰孢菌生长的影响 拟轮枝镰孢菌菌落直径在 pH 为 4.0 和 12.0 时分别为 4.58 cm 和 4.18 cm, 显著低于 pH 为 5.0 和 6.0 时的菌落直径(表 1)。拟轮枝镰孢菌只在 pH 为 5.0 和 6.0 时产生大型分生孢子, 数量分别为 0.83×10^7 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$ 和 0.33×10^7 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$ 。小型分生孢子数量以 pH 为 5.0 时最多, 显著高于其他 pH 的数量。

2.4.2 温度对拟轮枝镰孢菌生长的影响 拟轮枝镰孢菌在 15 ~ 30 ℃ 范围内随着温度升高, 菌丝生长速度加快, 菌落直径逐渐增大; 30 ℃ 菌落直径为 8.08 cm(表 2); 35 ℃ 以上菌丝生长开始受到抑制, 35

℃时菌落直径仅 2.08 cm;40 ℃菌丝停止生长。拟轮枝镰孢菌的大型分生孢子生长最适温度为 25 ℃,数量达到 1.25×10^6 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$,其次是 30 ℃,数量为 1.08×10^6 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$,二者差异显著。小型分生孢子生长的适宜温度为 30 ℃,数量达到 17.33×10^7 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$,显著高于其他温度的小型分生孢子数量。

表 1 pH 对拟轮枝镰孢菌生长的影响

pH	菌落直径/cm	大型分生孢子数量/ ($\times 10^7$ 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$)	小型分生孢子数量/ ($\times 10^7$ 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$)
4.0	4.58 ± 0.09 b	0.00 ± 0.00 b	10.55 ± 0.60 e
5.0	6.35 ± 0.35 a	0.83 ± 0.29 a	35.00 ± 2.29 a
6.0	7.50 ± 0.25 a	0.33 ± 0.29 ab	25.50 ± 1.15 b
7.0	5.58 ± 0.18 ab	0.00 ± 0.00 b	25.15 ± 1.26 b
8.0	5.68 ± 0.07 ab	0.00 ± 0.00 b	18.84 ± 1.89 c
9.0	5.95 ± 0.09 ab	0.00 ± 0.00 b	17.80 ± 5.51 c
10.0	5.85 ± 0.09 ab	0.00 ± 0.00 b	16.16 ± 2.47 cd
11.0	5.83 ± 0.03 ab	0.00 ± 0.00 b	12.17 ± 1.04 de
12.0	4.18 ± 0.08 b	0.00 ± 0.00 b	9.50 ± 4.82 e

表 2 温度对拟轮枝镰孢菌生长的影响

温度/℃	菌落直径/cm	大型分生孢子数量/ ($\times 10^6$ 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$)	小型分生孢子数量/ ($\times 10^7$ 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$)
15	3.40 ± 0.25 b	0.33 ± 0.58 c	2.98 ± 0.83 c
20	6.41 ± 0.09 a	0.83 ± 0.14 bc	4.83 ± 0.23 c
25	7.90 ± 0.26 a	1.25 ± 0.25 a	12.50 ± 1.32 b
30	8.08 ± 0.04 a	1.08 ± 0.29 b	17.33 ± 1.61 a
35	2.08 ± 0.12 b	0.25 ± 0.25 c	2.83 ± 1.89 c
40	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d
45	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d

2.4.3 碳源对拟轮枝镰孢菌生长的影响 碳源为淀粉时菌落直径为 5.65 cm,显著低于其他碳源培养基生长速度,所有碳源上拟轮枝镰孢菌的菌落直径差异均不显著(表 3)。拟轮枝镰孢菌大型分生孢子和小型分生孢子的数量均以蔗糖为碳源的培养基上最多,分别为 10.00×10^6 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$ 和 70.83×10^7 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$,均显著高于其他碳源的分生孢子数量。

2.4.4 氮源对拟轮枝镰孢菌生长的影响 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 有利于拟轮枝镰孢菌菌丝生长,菌落直径分别为 7.08 cm 和 6.62 cm,显著高于其他氮源菌丝生长速度(表 4)。 NH_4NO_3 均适合于拟轮枝镰孢菌大型分生孢子和小型分生孢子生长,产孢量分别为 16.67×10^6 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$ 和 11.67×10^7 个 $\cdot \text{mL}^{-1}$,显著高于其他氮源的分生孢子数量。

2.4.5 拟轮枝镰孢菌的致死温度 拟轮枝镰孢菌菌丝在 69 ℃水浴锅中处理 10 min 后不再生长,因此确定拟轮枝镰孢菌的致死温度为 69 ℃(表 5)。

表 3 碳源对拟轮枝镰孢菌生长的影响

碳源	菌落直径/cm	大型分生孢子数量/ $\times 10^6$ (个 $\cdot \text{mL}^{-1}$)	小型分生孢子数量/ $\times (10^7$ 个 $\cdot \text{mL}^{-1})$
葡萄糖	8.22 ± 0.03 a	5.00 ± 0.05 b	25.17 ± 3.51 b
麦芽糖	6.64 ± 0.01 ab	1.67 ± 0.89 bc	10.67 ± 2.84 c
蔗糖	5.99 ± 0.09 ab	10.00 ± 3.00 a	70.83 ± 9.29 a
果糖	7.62 ± 0.08 a	0.00 ± 0.00 c	7.17 ± 4.25 c
木糖	7.82 ± 0.03 a	3.33 ± 0.77 b	9.50 ± 2.29 c
淀粉	5.65 ± 0.25 b	0.00 ± 0.00 c	6.72 ± 2.09 c

表4 氮源对拟轮枝镰孢菌生长的影响

氮源	菌落直径/cm	大型分生孢子数量 /($\times 10^6$ 个 $\cdot$ mL $^{-1}$)	小型分生孢子数量 /($\times 10^7$ 个 $\cdot$ mL $^{-1}$)
NH ₄ NO ₃	7.08 $\pm$ 0.16 a	16.67 $\pm$ 7.64 a	11.67 $\pm$ 3.75 a
尿素	5.36 $\pm$ 0.09 b	0.17 $\pm$ 0.29 b	4.05 $\pm$ 0.83 bc
蛋白胨	2.36 $\pm$ 0.05 c	1.67 $\pm$ 1.04 b	7.07 $\pm$ 0.43 b
NaNO ₃	4.37 $\pm$ 0.20 b	0.50 $\pm$ 0.05 b	6.70 $\pm$ 0.74 b
(NH ₄) ₂ SO ₄	6.62 $\pm$ 0.24 a	0.50 $\pm$ 0.07 b	1.95 $\pm$ 0.23 c

3 结论与讨论

镰孢菌是引起枯萎病、根腐病、茎腐病、顶腐病等根、茎、叶部病害的重要病原菌^[8-16],造成作物、蔬菜、果树、中药材的产量下降和品质降低,其中拟轮枝镰孢菌(*F. verticillioides*)不仅是黄瓜茎基腐病的病原菌,也是甜瓜枯萎病^[17]和番木瓜根腐茎腐病^[18]的一种新的致病菌。拟轮枝镰孢菌是由串珠镰孢菌(*Fusarium moniliforme*)更名过来的,与藤仓镰孢菌也有密切关系^[19],串珠镰孢菌侵染玉米茎秆后,随着体外气流传播到玉米穗后引起穗腐病^[20]。刘树森等^[21]报道,引起黄淮海夏玉米主产区玉米穗腐病的主要致病菌包括拟轮枝镰孢菌(*F. verticillioides*)、禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum*)、层出镰孢菌(*Fusarium proliferatum*)、木贼镰孢菌(*Fusarium equiseti*)及藤仓镰孢菌(*Fusarium fujikuroi*),其中拟轮枝镰孢是主要致病菌。昌黎旱黄瓜茎腐病的病原菌与玉米茎腐病和穗腐病的病原菌相同,可能与该地区普遍采用玉米地土壤育苗有关。

生物学特性表明拟轮枝镰孢菌最适生长温度为30℃,最适pH为6.0,最适碳源为葡萄糖,最适氮源为NH₄NO₃,致死温度为69℃,这与郭成等^[22]报道基本一致。因镰孢菌形态变化较大,且土壤环境因素复杂,连作也会造成病原菌菌源积累^[23]。因此,关注拟轮枝镰孢与其他种类镰孢菌的种群动态变化是防治该病害的关键因素之一,还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 刘洋,李宝聚,石延霞,等.李宝聚博士诊病手记(二十六)引起嫁接黄瓜死秧的病害原因分析[J].中国蔬菜,2010(13):21-22.
- [2] 曾蓉,高萍,丁国强,等.上海地区黄瓜茎基腐病的病原鉴定[J].上海农业学报,2021,37(3):42-46.
- [3] 何淑青.西葫芦、黄瓜茎基腐病在太原保护地发生与防治[J].中国农技推广,2010(11):43.
- [4] Tirado Ramírez M A, López Orona C A, Lopez Billard J, et al. First report of *Fusarium verticillioides* causing safflower root rot in Sinaloa, Mexico[J]. Plant disease, 2023(5).
- [5] Booth C. The Genus *Fusarium*[M]. Kew, England: Commonwealth Mycological Institute Press, 1971: 1-237.
- [6] 陈鸿逵,王拱辰.浙江镰刀菌志[M].杭州:浙江科学技术出版社,1992.
- [7] 李盼亮.我国蔬菜根部病原镰孢菌鉴定和新病害发现[D].北京:中国农业科学院,2017.
- [8] 董京萍,齐晓花,徐强,等.黄瓜枯萎病菌分离鉴定及品种抗性差异分析[J].分子植物育种,2017,15(9):3 648-3 653.
- [9] 王惠哲.黄瓜根腐病病原菌的分离鉴定及室内药剂筛选[D].保定:河北农业大学,2003.
- [10] 李婕,李银焯,普家荣,等.两种甘蔗梢腐病病原分子检测技术体系的建立及应用[J].农业生物技术学报,2022,30(6):1 210-1 218.
- [11] 崔凌霄,杨成德,田有辉,等.甘肃省玉米镰孢茎腐病病原鉴定及其生物学特性[J].草业科学,2018,35(10):2 373-2 380.

表5 拟轮枝镰孢菌菌丝致死温度

温度/℃	菌落直径/cm	是否生长
50	5.02 $\pm$ 0.06	+
60	4.71 $\pm$ 0.03	+
65	4.17 $\pm$ 0.05	+
66	4.17 $\pm$ 0.03	+
67	3.47 $\pm$ 0.28	+
68	2.40 $\pm$ 0.28	+
69	0.00 $\pm$ 0.00	-
70	0.00 $\pm$ 0.00	-
71	0.00 $\pm$ 0.00	-
72	0.00 $\pm$ 0.00	-
73	0.00 $\pm$ 0.00	-

注:表中“+”表示有菌落,“-”表示无菌落。

- [12] Neeraja B, Snehalatha Rani A, Chalapathi Rao N B V, et al. Early detection and integrated disease management against coconut basal stem rot disease[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, 1179(1): 012004.
- [13] 周洁, 文生巧, 齐传东, 等. 明日叶茎基腐病原菌鉴定及生物学特性研究[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(5): 44-50.
- [14] 宋嘉庆, 潘鑫, 闫书味, 等. 假禾谷镰孢菌的分离及其对小麦茎基部和穗部的致病力分析[J]. 麦类作物学报, 2022, 42(12): 1575-1581.
- [15] 海燕, 贾娇, 白雪, 等. 吉林省玉米穗腐病致病镰孢菌的鉴定与部分菌株对杀菌剂的敏感性[J]. 中国农业科学, 2023, 56(1): 64-78.
- [16] 常浩, 李文学, 徐志鹏, 等. 甘肃省玉米鞘腐病原菌鉴定及生物学特性观察[J]. 玉米科学, 2022, 30(2): 168-175.
- [17] 蔺秀婷, 杜茜, 路杨, 等. 甜瓜枯萎病原菌鉴定及高效低毒化学防治农药筛选[J]. 北方园艺, 2023(8): 9-16.
- [18] Vega Gutiérrez Tomas Aaron, Tirado Ramírez Martín Abraham, Molina Cárdenas Lorena, et al. *Fusarium verticillioides* Causing Root and Stem Rot in Papaya (*Carica papaya*) in Mexico[J]. Plant disease, 2023.
- [19] 吕国忠, 赵志慧, 孙晓东, 等. 串珠镰孢菌种名的废弃及其与腾仓赤霉复合种的关系[J]. 菌物学报, 2010, 29(1): 143-151.
- [20] 邹庆道, 许远, 王立, 等. 玉米镰孢菌穗腐病和茎腐病侵染规律相互关系的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(5): 487-489.
- [21] 刘树森, 马红霞, 郭宁, 等. 黄淮海夏玉米主产区茎腐病主要病原菌及优势种分析[J]. 中国农业科学, 2019, 52(2): 262-272.
- [22] 郭成, 魏宏玉, 郭满库, 等. 甘肃玉米穗腐病样品中轮枝镰孢菌的分离鉴定及生物学特性[J]. 植物病理学报, 2014, 44(1): 17-25.
- [23] 李伟东. 小麦茎基腐病菌消长规律及其病害综合防治研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2021.

第一作者简介: 金鸽(1999-), 女, 硕士研究生。研究方向: 植物病害生物防治。

(责任编辑: 朱宝昌, 蔡瑞国)

Identification and Biological Characterization of Pathogen Causing Stem Basal Rot of Cucumber

JIN Ge¹, MIN Kang¹, CHEN Yiming¹, CAO Meng¹,
ZHANG Yuping¹, HAN Yamei¹, GAO Yufeng², HE Zidian¹

(1 College of Agronomy and Biotechnology, Hebei Key Laboratory of Crop Stress Biology;

2 Journal Editorial Department, Hebei Normal University of Science & Technology,

Qinhuangdao HeBei, 066004, China)

Abstract: The pathogen was isolated and cultured with tissue isolation method and the pathogenicity of pathogen was determined with acupuncture method. The biological characterization of pathogen was studied after the pathogen variety causing stem basal rot of cucumber in Changli County was identified with morphology and IIS sequence analysis. The results showed that the pathogen of cucumber stem basal rot was *Fusarium verticillioides*. The optimum temperature, pH, carbon source, nitrogen source and lethal temperature for *F. verticillioides* mycelial growth were 30 °C, 6.0, glucose, ammonium nitrate, 69 °C and 10 min, respectively. The optimum growth temperature of macroconidia was different from microconidia, 25 °C and 30 °C, respectively. The optimum pH, carbon source and nitrogen source of macroconidia and microconidia were both 5.0, sucrose, and ammonium nitrate.

Key words: Cucumber stem basal rot; pathogenicity; biological characterization; *Fusarium verticillioides*

《河北科技师范学院学报》

第九届编辑委员会

主任委员：郭鸿湧

副主任委员：闫立英

委 员：（以姓氏笔画为序）

于凤鸣 马玉泉 马增军 王利江 车永和 牛 奎
白俊东 巩元芳 吕金凤 朱天志 朱凤妹 朱英波
朱建佳 任 海 刘志亮 刘荣昌 刘素稳 齐秀东
闫立英 孙伟明 杜 彬 李志新 李国防 杨越冬
邹德文 宋士清 张传生 张国君 张京政 陈丽娜
武军凯 林小虎 侍朋宝 赵立强 郭鸿湧 常学东
蔡爱军

主 编：杨越冬

副 主 编：邹德文

HEBEI KEJI SHIFAN XUEYUAN XUEBAO

河北科技师范学院学报

季刊 1987 年创刊

第 37 卷 第 2 期（总第 146 期）

2023 年 6 月出版

JOURNAL OF HEBEI NORMAL UNIVERSITY
OF SCIENCE & TECHNOLOGY

Quarterly, Founded in 1987

Vol.37 No.2(General Serial No.146)

Published in Jun.2023

主管单位：河北省教育厅

主办单位：河北科技师范学院

主 编：杨越冬

主 任：邹德文

编辑出版：河北科技师范学院学报编辑部

电 话：0335-8076375

E-mail: ksxbyj@163.com

印刷单位：秦皇岛市昌黎文苑印刷有限公司

国内发行：河北科技师范学院学报编辑部

（河北秦皇岛，邮政编码：066004）

海外发行：中国国际图书贸易集团有限公司

国外发行代号 Q 462

Supervised by: Hebei Education Department

Sponsored by: Hebei Normal University of
Science & Technology

Editor-in-Chief: YANG Yuedong

Director: ZOU Dewen

Published by: Journal Editorial Department of
Hebei Normal University of
Science & Technology

Distributed Abroad by: China Interational Book
Trading Cprporation
(Code NO. Q462)

公开发行

国际标准连续出版物号 ISSN 1672-7983

国内统一连续出版物号 CN 13-1344/N

定价：10.00 元