

茭白叶斑病原鉴定及其对 5 种杀菌剂的敏感性测定

蒋冬阳¹, 陈夕军¹, 陈银凤², 陈宸¹, 张治平¹, 魏利辉³

(1. 扬州大学植物保护学院 江苏扬州 225009; 2. 扬州市邗江区农作物技术推广中心 江苏扬州 225100; 3. 江苏省农业科学院植物保护研究所 南京 210014)

摘要:为鉴定茭白叶斑病病原, 筛选可用于病害防治的化学药剂, 对来自扬州市邗江区的茭白病样进行组织分离和分离物致病性测定, 形态和分子生物学鉴定及杀菌剂敏感性测定。结果表明, 分离获得的 2 个菌株 JBYB1 和 ZLC1 为稻平脐蠕孢 *Bipolaris oryzae* 和竹节蓼弯孢 *Curvularia muehlenbeckiae*, 分别引起茭白胡麻叶斑病和茭白弯孢叶斑病。JBYB1 和 ZLC1 最适生长条件为: 在 25~28 °C 或 25~30 °C, pH 值 6~7, 以葡萄糖或蔗糖为碳源、以硝酸盐氮为氮源的 PDA 培养基, 光照或光暗交替培养。5 种杀菌剂(己唑醇、吡唑醚菌酯、咪鲜胺、氟环唑和咯菌腈)对 JBYB1 和 ZLC1 均有较好的抑制作用, 其中咯菌腈毒力最强。综上所述, 分离获得的茭白叶斑病的病菌为 *B. oryzae* 和 *C. muehlenbeckiae*, 供试的 5 种杀菌剂均可用于茭白叶斑病的田间防治。

关键词:叶斑病; 茭白; 病原鉴定; 毒力测定

中图分类号: S645.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-2871(2022)10-034-08

Pathogen identification of cane shoots leaf spot and determination of its sensitivity to five fungicides

JIANG Dongyang¹, CHEN Xijun¹, CHEN Yinfeng², CHEN Chen¹, ZHANG Zhiping¹, WEI Lihui³

(1. College of Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China; 2. Hanjiang District Agricultural Technology Promotion Center, Yangzhou 225100, Jiangsu, China; 3. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Nanjing 210014, Jiangsu, China)

Abstract: In order to identify the pathogens of cane shoots (*Zizania latifolia*) leaf spot and choose the fungicides to control these diseases, tissue isolation of diseased cane shoots plants from Hanjiang district of Yangzhou city and pathogenicity determination, morphologic observation, sequences of ITS and conserved genes blasting, and toxicity of fungicides determination of the isolates were performed. Results showed that two strains, isolated from disease plants and named JBYB1 and ZLC1, were identified as *Bipolaris oryzae* and *Curvularia muehlenbeckiae*, which cause *Bipolaris* leaf spot and *Curvularia* leaf spot of cane shoots, respectively. Analysis of the growth conditions showed that the optimum growth conditions of them include the temperature from 25 to 28 °C of JBYB1 or from 25 to 30 °C of ZLC1, pH from 6 to 7, and pathogens cultured in darkness or alternating darkness with PDA including dextrose or sucrose used as carbon source and nitrate nitrogen used as nitrogen source. Sensitivity assays indicated that fungicides included hexaconazole, pyraclostrobin, prochloraz, epoxiconazole and fludioxonil all had higher virulence to the two fungal isolates. Among these fungicides, fludioxonil had the strongest virulence to the two pathogens. In conclusion, pathogens isolated from diseased leaves of cane shoots leaf spot were *B. oryzae* and *C. muehlenbeckiae*, and all the fungicides tested can be used to control the disease.

Key words: *Zizania latifolia*; Brown spot; Pathogen identification; Virulence detection

茭白(*Zizania latifolia*)又叫作茭瓜、茭笋、高笋、菰首,是我国的一种重要水生蔬菜,主要种植于长江中下游及其以南省份,包括江苏、浙江、安徽、福

建、湖北、湖南和广东等,已有 2000 多年的栽培历史^[1-2]。近年来,随着人们对高品质蔬菜的需求越来越大,茭白的种植面积逐年增长,并不断有新品种

收稿日期:2022-06-09;修回日期:2022-08-25

基金项目:现代农业产业技术体系项目(CARS-24-C-01);江苏省农业科技自主创新资金[CX(18)2005]。

作者简介:蒋冬阳,女,在读硕士研究生,主要从事作物病害防控研究。E-mail:824829122@qq.com

通信作者:陈夕军,男,副教授,主要从事农作物病害防控研究。E-mail:xjchen@yzu.edu.cn

被推出^[3-4]。在有些地区,通过人工湿地中的野茭白可对排入的酸性重金属废水进行净化处理^[5]。在茭白栽培过程中,可能受到多种病害的侵袭,如茭白胡麻叶斑病(*Bipolaris oryzae*)、茭白锈病(*Uromyces coronatus*)、茭白纹枯病(*Rhizoctonia solani*)、茭白褐色菌核病(*Sclerotium oryzae-sativa*)和茭白瘟病(*Pyricularia oryzae*)等^[6-8]。与其他蔬菜相比,虽然茭白的种植面积近年来有所增加,但仍属于小众蔬菜,有关茭白特别是茭白病害研究的报道并不多,目前已报道的茭白病害仅10余种^[9-11]。且已有的多数研究只对茭白病害进行简单的症状描述,从病害症状、病原种类与生物学特性、病害发生规律、影响病害发生因素以及病害防治等方面进行系统研究的报道较少。因此,进一步分离鉴定田间引起茭白病害的病原物,对茭白病害的诊断与防控具有重要意义。

关于茭白病害防控的药剂,目前仅有井冈霉素和噻呋酰胺被登记用于防治茭白纹枯病,丙环唑和咪鲜胺登记用于防治茭白胡麻叶斑病^[12]。杨绍丽等^[13]测定了苯醚甲环唑、丙环唑、甲基硫菌灵和福美双等8种药剂对茭白胡麻叶斑病(*B.oryzae*)的室内毒力,发现有3种药剂的 EC_{50} 值小于 $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,具有很好的应用潜力。在茭白分蘖盛期用24%噻呋酰胺 $300\sim 450 \text{ mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ 喷施,药后20 d对茭白纹枯病的防效在82.64%~85.44%^[14]。此外,腈菌唑、稻瘟灵、咪鲜胺、己唑醇、啞菌酯等也常被用于茭白相关病害的防控^[13]。但由于登记药剂较少,生产中农民多凭经验甚至任意用药,不仅造成田间防效差,而且加重对环境的污染,食品安全也得不到有效保证。翁丽青等^[15]测定了7种药剂对茭白胡麻叶斑病的防效,12.5%烯唑醇可湿性粉剂2500倍液施用2次后,7 d和14 d防效最高也仅为64.0%和55.67%,其他药剂效果更差。因此,笔者在分离鉴定茭白叶斑病病原的基础上,测定了5种常用杀菌剂对叶斑病菌的毒力,以期能为生产上茭白叶斑病的防控提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试品种:浙茭7号。供试仪器:PCR仪[德国艾本德(Eppendorf)股份公司]、凝胶成像系统、电泳仪[伯乐(BIO-RAD)生物科技有限公司]。供试试剂:DNA提取试剂(北京索来宝科技公司)、ExTaq酶[大连宝生物(TaKaRa)公司]、T4 DNA连接酶、

pMD 19-T质粒、大肠杆菌DH5 α 感受态[赛默飞世尔(Thermo Scientific)科技公司]。供试农药:97%氟环唑原药、95%己唑醇原药(江苏丰登作物保护有限公司),98%吡唑醚菌酯原药(山东省联合农药工业有限公司),97%咪鲜胺原药、97%咯菌腈原药(江苏云帆化工有限公司)。

1.2 菌株分离

茭白叶斑病病样于2019年7月采自江苏省扬州市邗江区丁沟镇。取田间采集的新鲜发病叶片,于室内用去离子水冲洗表面后,取病健交界处组织于10%次氯酸钠溶液中消毒20~30 s,无菌水漂洗3次后置于无菌滤纸上,吸干水分后将病组织置于含有乳酸[每1000 mL培养基加12 mL 25%乳酸(φ ,下同)]的马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA,200 g马铃薯,17 g葡萄糖,20 g琼脂粉,1000 mL水)上,于25℃恒温培养箱中黑暗培养。待组织边缘长出菌落,用挑针取一小块回接至PDA平板,待菌落长满平板后,挑取菌丝于显微镜下观察,镜检是否只有一种菌丝和孢子。若是,则表明获得纯培养菌株,并将该菌株移至PDA斜面,待菌落长满斜面后4℃冰箱保存,备用。

1.3 病原菌致病性测定

通过离体叶片接种法测定病原菌致病性。2020年5月,于扬州市邗江区瓜洲蔬菜基地取健康茭白叶片,95%酒精表面消毒后用无菌水冲洗干净,然后平铺于垫有3层棉纱布(完全浸润)的白瓷盘上。将 $50 \mu\text{L} 1.0\times 10^4$ 个孢子 $\cdot\text{mL}^{-1}$ 孢子液滴在茭白叶片表面,以不接菌处理作对照,每个处理5个叶片,3次重复。用保鲜膜密封瓷盘,置于扬州大学作物病害综合防控实验室25℃恒温光照箱中,12 h/12 h(光/暗)交替培养,观察病斑情况。

1.4 病原菌形态学鉴定

将分离纯化后得到的菌株接种到PDA平板中央,25℃黑暗条件下培养5 d,肉眼观察菌落形态特征,十字交叉法测量菌落直径。用挑针挑取菌落边缘菌丝制成玻片,在显微镜下观察菌丝形态。将从菌落边缘挑取菌块接种至燕麦培养基上,25℃黑暗条件下培养30 d,用挑针挑取病原菌孢子制成水浸片,在显微镜下观察分生孢子和分生孢子梗形态,测量孢子大小,共计100个孢子。

1.5 病原菌分子生物学鉴定

收集马铃薯葡萄糖培养液(PDB)中生长36 h的菌丝,50℃烘箱中干燥48 h后,按北京索来宝科技公司真菌基因组DNA提取试剂盒操作步骤提取

菌株 DNA,以真菌 ITS 区通用扩增引物 ITS4/ITS5 (ITS4: GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG; ITS5: TCCTCCGCTTATTGATATGC)对菌株 DNA 进行 PCR 扩增。扩增体系为:模板 2 μL, *Taq* DNA 聚合酶 0.5 μL, 10× *Taq* Buffer 2 μL, dNTP Mixture 0.5 μL, ITS4/ITS5 各 1 μL, ddH₂O 13 μL, 反应体系总计 20 μL。扩增程序为:94 °C 5 min; 94 °C 45 s, 60 °C 45 s, 72 °C 50 s, 30 个循环; 72 °C 延伸 10 min。PCR 产物经回收后,连接至大肠杆菌 DH5α,并送南京擎科生物技术公司进行测序。所得序列在 GenBank 中进行序列比对后,利用 MEGA7.0 软件构建系统进化树。

1.6 菌株的生物学特性测定

配置供试的 6 种培养基。(1)基本培养基:硫酸铵 2.0 g、硫酸镁 0.2 g、氯化钙 0.01 g、硫酸亚铁 0.001 g、磷酸氢二钠 1.5 g、磷酸二氢钾 1.5 g、蔗糖 10 g、琼脂 20 g,水 1000 mL;(2)马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA):马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂 20 g,水 1000 mL;(3)燕麦培养基:燕麦粉 30 g、琼脂 20 g,水 1000 mL;(4)Czapek 培养基:硝酸钠 2.0 g、磷酸氢二钾 1.0 g、氯化钾 0.5 g、硫酸镁 0.5 g、硫酸亚铁 0.01 g、蔗糖 30 g、琼脂 20 g,水 1000 mL;(5)Richard 培养基:硝酸钾 10 g、磷酸氢二钾 5 g、硫酸镁 2.5 g、硫酸亚铁 0.02 g、蔗糖 50 g、琼脂 20 g,水 1000 mL;(6)肉汁胨培养基:酵母浸膏 1.0 g、牛肉浸膏 3.0 g、蛋白胨 10 g、蔗糖 10 g、琼脂 20 g,水 1000 mL。

最适温度与最适 pH 值试验,设定处理为 5、10、15、20、25、28、30、35、37 °C 和 pH 值 3~11;光照条件设定为光照、黑暗或光/暗(12 h/12 h)交替,培养基均为 PDA。碳源利用试验,设定在基本培养基中加入等量葡萄糖含量、麦芽糖、淀粉、半乳糖、鼠李糖或甘露糖替换蔗糖;氮源利用试验直接在基本培养基中加入与 2.0 g 硝酸钠含量相当氮元素的硝酸钾、硝酸钙、硝酸铵、氯化氨或尿素。取 PDA 平板菌落边缘 6 mm 菌丝块接于新的平板中央,除温度或光照试验外其他均置于 25 °C 培养箱中黑暗培养,5 d 后通过十字交叉法测量菌落直径。每个处理 3 皿,试验设 3 次重复。

1.7 5 种杀菌剂对 2 种茭白叶斑病菌的毒力测定

采用菌丝生长速率法测定己唑醇、吡唑醚菌酯、咪鲜胺、氟环唑和咯菌腈对 2 种茭白叶斑病菌的毒力。将己唑醇、吡唑醚菌酯、咪鲜胺、氟环唑和咯菌腈分别溶于丙酮(每 0.01 g 原药加入 200 μL 丙酮)中,完全溶解后使用 ddH₂O 配制成

1000 μg·mL⁻¹ 母液,按比例加入灭菌的 PDA 培养基中,制成系列浓度梯度的含药 PDA 平板(表 1),以不加药剂的平板为对照。在 28 °C 黑暗条件下培养 4 d 的菌落边缘打孔,取直径 6 mm 的菌丝块接种于含药培养基中央。25 °C 恒温培养箱中黑暗条件下培养 5 d,待对照平板菌落直径近长满整个平板时,测量各处理菌落直径。每个处理 3 皿,3 次重复。根据病菌在不同浓度药剂平板上的线性生长速率,计算生长抑制率。以药剂浓度对数值为自变量(x),以菌落生长抑制百分率转换成概率值为因变量(y),求毒力回归方程(y=ax+b)和相关系数(R),并计算出 EC₅₀ 值。

表 1 5 种杀菌剂供试浓度梯度

供试药剂	有效成分质量浓度/(μg·mL ⁻¹)				
己唑醇	2.00	1.00	0.50	0.25	0.10
吡唑醚菌酯	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
咪鲜胺	100.00	50.00	25.00	10.00	5.00
氟环唑	10.00	5.00	2.50	1.00	0.50
咯菌腈	1.00	0.50	0.10	0.05	0.01

$$I/\% = \frac{D_c - D_r}{D_c - 6 \text{ mm}}$$

式中, *I* 表示菌落生长抑制百分率; *D_c* 表示对照菌落直径; *D_r* 表示处理菌落直径。

1.8 数据统计

使用 DPS V6.55L 软件进行单因素方差分析,采用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 2 种茭白叶斑病的田间症状

2019 年 7 月,于扬州市郊发现大量茭白田块出现叶斑病(图 1),且病斑形状有差异。一种病斑初期为小褐点,病斑扩展后呈圆形至长椭圆形,中间枯白色,次外层为褐色,最外层有黄色晕圈,病健交界明显,病斑大小为(1~2) mm×(2~4) mm;另一种病斑为圆形至梭形,中间枯白色,外层为深褐色,两端有褐色坏死线,病健交界不明显。

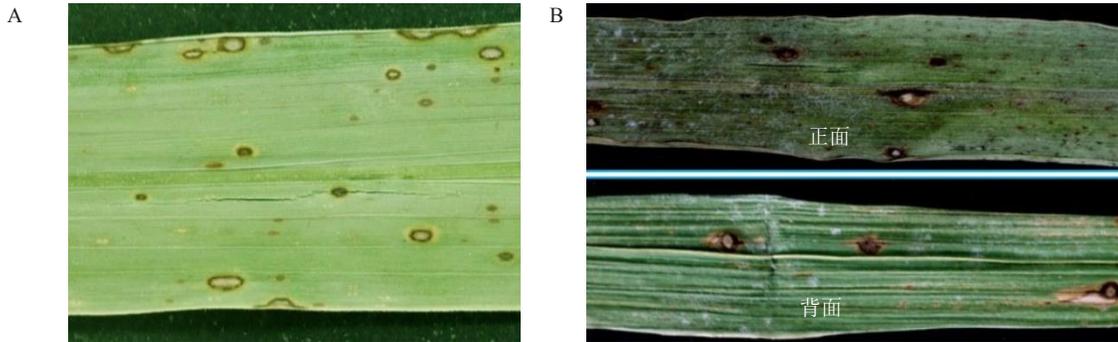
2.2 致病性测定

从 2 种叶斑病病叶上分离病原菌,得到纯培养,图 1-A 病叶上分离的病原菌命名为 JBYB1,图 1-B 病叶上分离的病原菌命名为 ZLC1。JBYB1 菌株在 PDA 培养基上菌落初为灰白色,气生菌丝绒状且致密,后期菌落呈灰褐色,可产生褐色色素;ZLC1 菌丝初期白色,后期灰黑色,可产生深黑色色素(图 2-A)。以 2 种病原菌孢子液接种茭白离体叶片,48 h 后,以 JBYB1 接种的茭白叶片开始出现黄

褐色坏死斑块,72 h 后病斑非常明显,且边缘有黄色晕圈;以 ZLC1 孢子液接种的茭白叶片上出现大量褐色圆形至椭圆形病点,病斑外有黄色晕圈,后

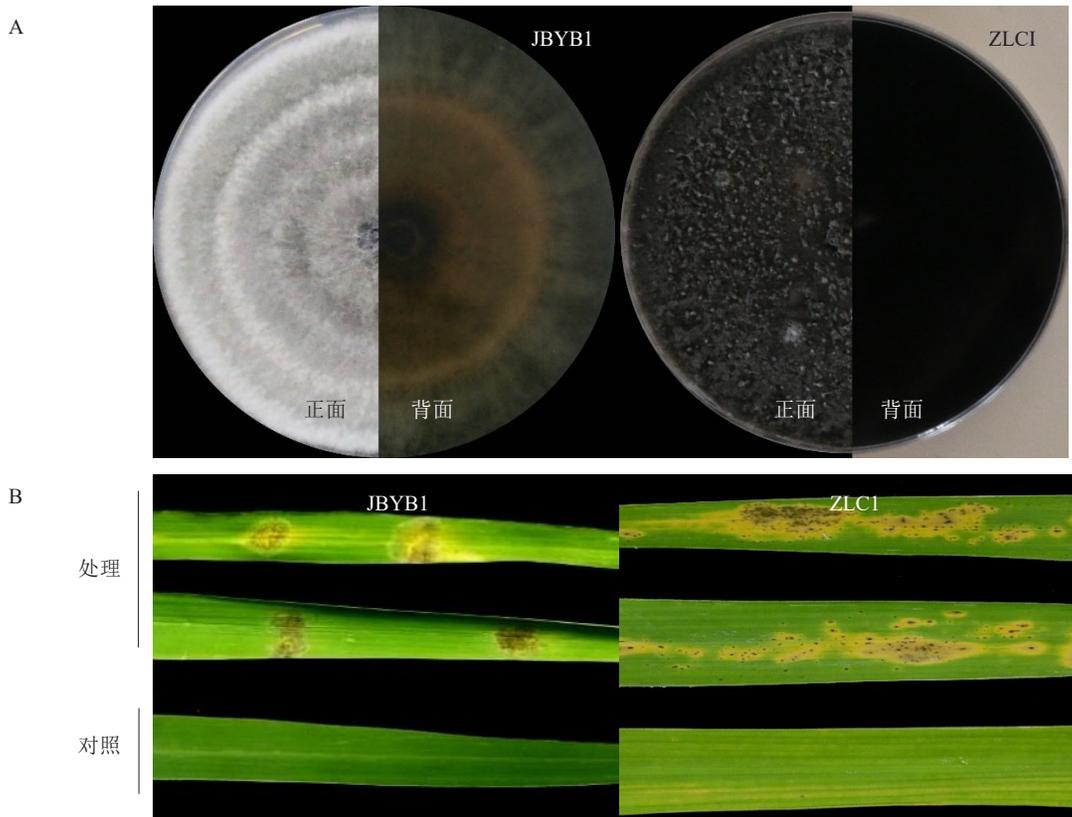
许多小点斑愈合形成不规则大斑(图 2-B)。说明分离获得的两种病原菌均为茭白的致病菌。

2.3 JBYB1 菌株的鉴定



注: A. 茭白胡麻叶斑病;B. 茭白弯孢叶斑病。

图 1 茭白 2 种叶斑病症状



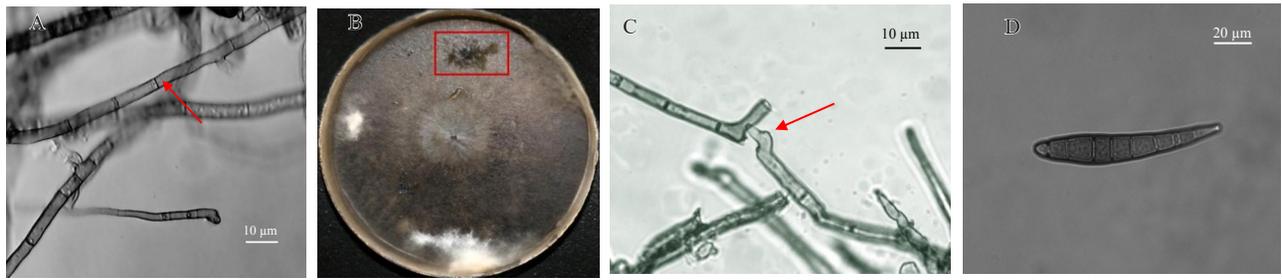
注: A. 分离菌株菌落形态;B. 接种 72 h 后茭白叶片病斑。

图 2 接种 JBYB1 和 ZLC1 后茭白叶片症状

JBYB1 的菌丝为有隔菌丝,初期白色,后期深褐色(图 3-A);黑暗条件下 25 °C 恒温培养 30 d 可产生大量深褐色黏质团,为病原菌的分生孢子堆(图 3-B);分生孢子梗有隔,呈曲膝状(图 3-C);分生孢子呈倒棍棒形,表面光滑,脐点平截至略突出,有 5~8 个隔膜,大小为(73.27~89.48) μm×(19.28~29.88) μm(图 3-D)。

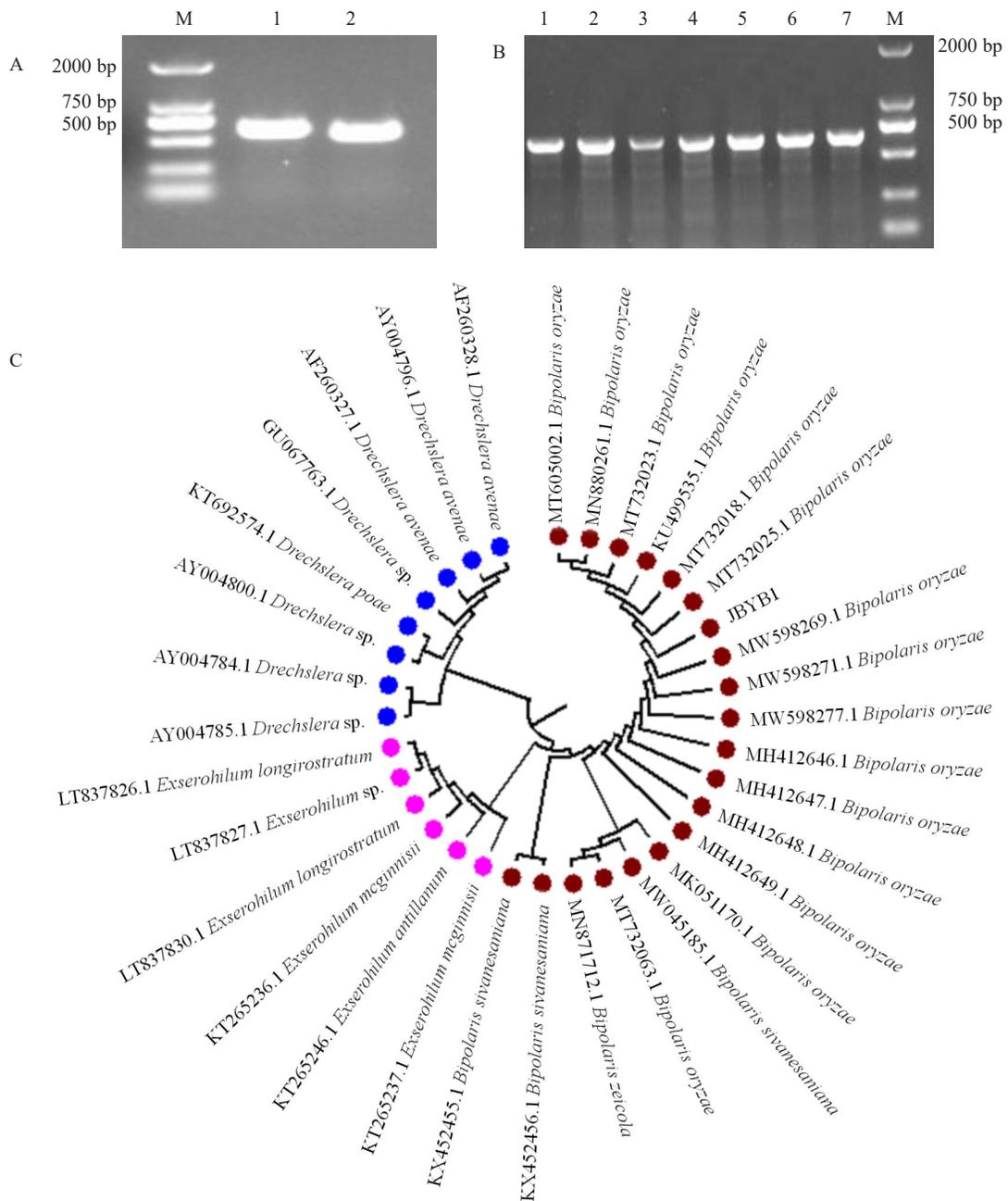
采用病原真菌 ITS 区扩增通用引物 ITS4/ITS5 扩增 JBYB1 基因组 DNA,扩增产物大小为 600 bp

左右(图 4-A)。将扩增产物连接至 pMD19-T,获得的阳性转化子经 PCR 验证后送南京擎科生物科技有限公司测序,结果显示,扩增产物长为 600 bp(图 4-B)。经 NCBI 比对结果显示,其与稻双极蠕孢菌(*Bipolaris oryzae*)具有较高的同源性,在覆盖率 98%的基础上二者相似度达 98%;而与原属长蠕孢属的其他两个属——德氏蠕孢属、突脐蠕孢属的 ITS 区分属不同进化分支,即使在双极蠕孢属同属间与其他种距离亦较远(图 4-C)。因此,鉴定



注: A. 菌落; B. 分生孢子堆; C. 分生孢子梗; D. 分生孢子。

图3 菌株 JBYB1 形态



注: A. 菌株 ITS 区扩增产物; M.Marker, 泳道 1~2. ITS 区 PCR 扩增结果。 B. 阳性转化子验证 PCR 扩增产物; M.Marker, 泳道 1~7. 不同阳性转化子 PCR 扩增结果。 C. 系统进化树。

图4 菌株 JBYB1 的分子生物学鉴定

JBYB1 菌株为稻双极蠕孢菌。采用组织分离法重新从发病叶片上分离病原菌,并将分离的病原菌接种至燕麦培养基,可以观察到相同形状的分生孢子,说明所分离的病原菌为引起茭白叶斑病的病原。

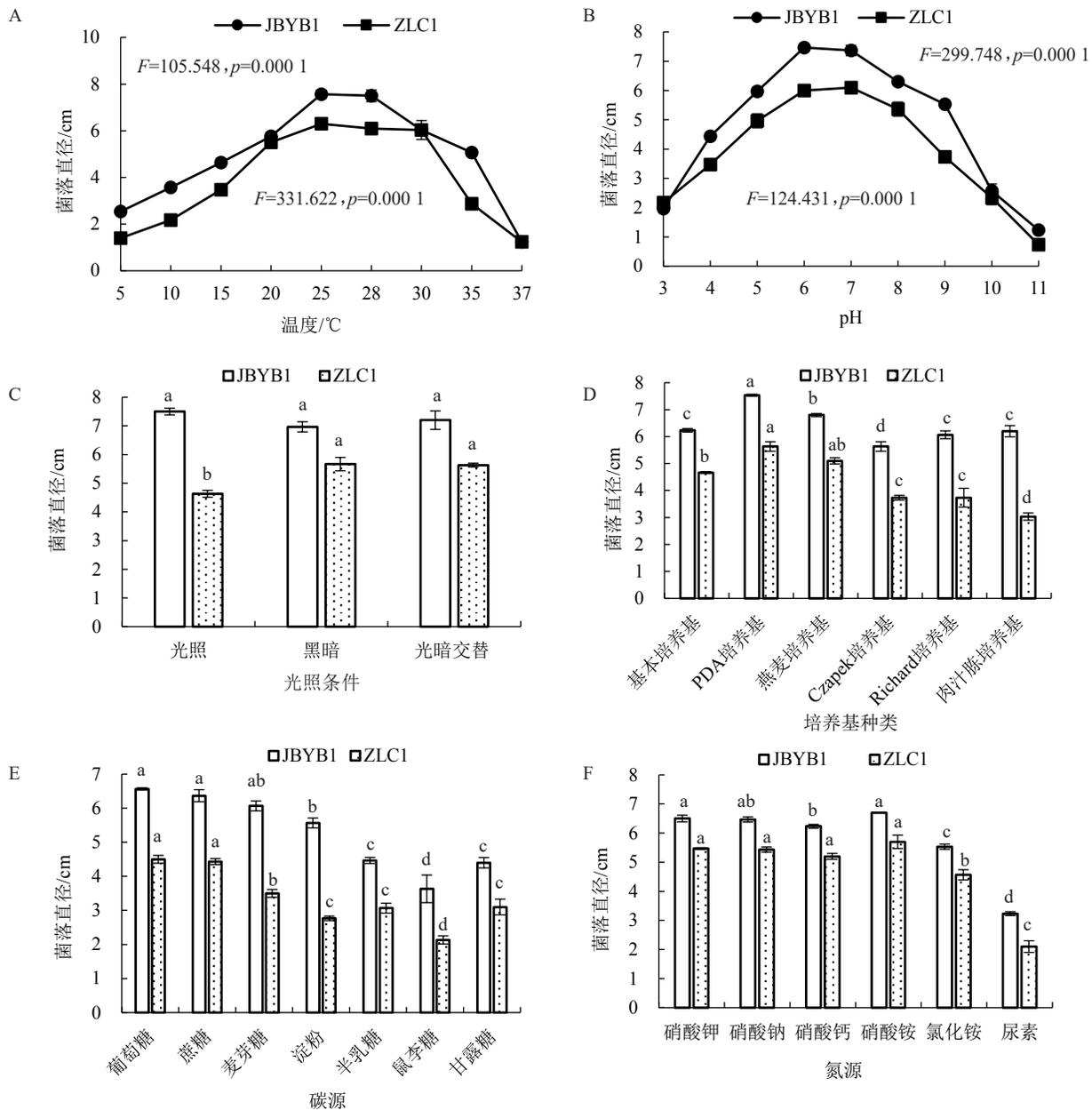
2.4 菌株的生物学特性

JBYB1 和 ZLC1 在供试的温度和 pH 值范围内均能生长,但最适生长温度和 pH 值分别为 25~28 °C、25~30 °C(图 5-A)和 pH 值 6~7(图 5-B);光照对 JBYB1 的生长没有影响,但显著抑制了 ZLC1

的生长(图 5-C);供试培养基以 PDA 为最佳(图 5-D),碳源为葡萄糖和蔗糖菌株长势较好(图 5-E);在氮元素含量相当的情况下,不同硝态氮对病原菌生长影响差异不大,但在氮元素含量相同的情况下,病原菌对氨态氮的利用效果明显较差(图 5-F)。

2.5 5种杀菌剂对茭白胡麻叶斑病菌的毒力测定

采用菌丝生长速率法测定了己唑醇、吡唑醚菌酯、咪鲜胺、氟环唑和咯菌腈对 JBYB1 和 ZLC1 的毒力。结果表明,5 种药剂对 2 种茭白叶斑病菌均



注: A. 温度; B. pH 值; C. 光照与黑暗处理; D. 培养基; E. 碳源; F. 氮源。小写字母表示同一种病原菌不同处理间在 0.05 水平差异显著。

图 5 不同条件下 JBYB1 和 ZLC1 的菌落直径

有较好的抑制效果,对 JBYB1 的 EC_{50} 值分别为 0.256 9、0.898 8、12.786 2、1.942 8、0.070 9 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (表 2),对 ZLC1 的 EC_{50} 值分别为 0.794 4、0.089 6、16.208 8、1.708 8、0.028 6 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (表 3)。说明这几种药剂均可用于茭白叶斑病的防治。

表 2 5 种杀菌剂对 JBYB1 的毒力

杀菌剂	毒力回归方程	相关系数(R)	$EC_{50}/(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
己唑醇	$y=0.498\ 6x+5.294\ 3$	0.998 9	0.256 9
吡唑醚菌酯	$y=0.447\ 6x+5.020\ 7$	0.971 0	0.898 8
咪鲜胺	$y=0.358\ 3x+4.603\ 4$	0.881 7	12.786 2
氟环唑	$y=0.452\ 3x+4.869\ 5$	0.996 8	1.942 8
咯菌腈	$y=1.350\ 3x+6.551\ 5$	0.992 4	0.070 9

表 3 5 种杀菌剂对 ZLC1 的毒力

杀菌剂	毒力回归方程	相关系数(R)	$EC_{50}/(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
己唑醇	$y=1.548\ 3x+5.154\ 8$	0.988 2	0.794 4
吡唑醚菌酯	$y=0.780\ 8x+5.817\ 9$	0.942 0	0.089 6
咪鲜胺	$y=1.362\ 1x+3.352\ 2$	0.973 0	16.208 8
氟环唑	$y=0.795\ 9x+4.814\ 8$	0.956 3	1.708 8
咯菌腈	$y=0.681\ 9x+6.052\ 2$	0.966 4	0.028 6

3 讨论与结论

茭白是我国的一种重要水生蔬菜,在长江中下游地区普遍种植。已有多种茭白病害被报道,如胡麻叶斑病、锈病、纹枯病、褐色菌核病和茭白瘟病^[8,14,16-17]等。但对于茭白病害的系统研究较少,特别是一些易于混淆或症状相似病害,常被认为是一种病害。甚至有着相似的症状,经鉴定后为不同的病原。如茭白灰白斑病(又称茭白瘟病),最初通过形态学方法鉴定其为 *Pyricularia zizaniae*^[18]。刘锦涛等^[17]通过形态结合分子生物学的方法,又将其病原鉴定为 *Xenopyricularia zizaniicola*,这到底是前期鉴定有误,还是本就是两个病原还不得而知。笔者于 2019 年在扬州市进行茭白病害调查时发现,被当地植保技术人员称为茭白胡麻叶斑病的茭白叶片上的病斑并不完全相同。经分离鉴定发现,一种病斑圆形至长椭圆形,病斑中间枯白色、次外层褐色、最外层为黄色晕圈,且病健交界清晰的为茭白胡麻叶斑病,病原为稻双极蠕孢菌。另一种病斑圆形至梭形、中间枯白色、外层深褐色,有时两端可见明显的褐色坏死线,是一种新的病害,命名为茭白弯孢叶斑病,病原为竹节蓼弯孢菌^[19]。已有报道显示,该病原菌可导致杉木叶斑病,也有从菜豆或豌豆病根部分离得到该病原菌的报道^[20-21]。

截至目前,生产上还未见有育成的抗胡麻叶斑病的茭白品种,主要是通过化学药剂来防治茭白胡麻叶斑病。杨绍丽等^[13]测定了 8 种杀菌剂对茭白胡麻叶斑病菌的毒力,发现苯甲·丙环唑、百菌清、苯醚甲环唑等几种单剂或复配剂对茭白胡麻叶斑病菌均有较好的抑制效果, EC_{50} 值均小于 0.1 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。丙环唑、己唑醇、唑醚·氟酰胺、啞菌酯等对茭白胡麻叶斑病防效均可达 80%^[22]。唑醚·氟酰胺、代森锰锌在 2 次药后第 9 天对茭白胡麻叶斑病的防效为 76.69%和 74.78%,在药后 14 d 可达 88.83%和 86.11%^[23]。笔者的研究结果表明,己唑醇、吡唑醚菌酯、咪鲜胺、氟环唑和咯菌腈对茭白的 2 种叶斑病菌均有较高的毒力,除咪鲜胺的 EC_{50} 值大于 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 外,己唑醇、吡唑醚菌酯和咯菌腈的 EC_{50} 值均小于 1.0 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,甚至低于 0.1 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,说明这些药剂均可用来登记防治茭白的 2 种叶斑病。但我国农药使用条例明确规定,化学农药在田间应用时非登记不得使用。因此,在该研究结果的基础上,进一步验证这些药剂对茭白叶斑病的防治效果,将为这些药剂的登记和在生产中的使用提供依据。

综上所述,茭白叶斑病可能由多种病原菌引起,如 *B. oryzae* 和 *C. muehlenbeckiae* 等。笔者的研究结果显示,目前生产上常用的广谱性杀菌剂,如己唑醇、吡唑醚菌酯和咯菌腈等对这 2 种叶斑病菌均有较好的毒力,可用于田间茭白叶斑病的防治。

参考文献

- [1] GUO H B, LI S M, PENG J, et al. *Zizania latifolia* Turcz. cultivated in china[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2007, 54(6):1211-1217.
- [2] 陈建明,俞晓平,陈列忠,等.浙江省茭白高效安全生产技术研究与应用现状[J].长江蔬菜,2010(14):123-125.
- [3] 陈建明,庞英华,张珏锋,等.不同灌溉方式对双季茭白(秋茭)生长和产量的影响[J].浙江农业学报,2015,27(2):148-153.
- [4] 沈学根,陈建明,徐杰,等.双季茭白新品种‘龙茭 2 号’[J].园艺学报,2010,37(1):165-166.
- [5] 姚运先,刘晶晶,李倦生,等.人工湿地野茭白对酸性重金属废水的处理效能研究[J].安徽农业科学,2010,38(23):12661-12662.
- [6] 赖传雅,梁钧.广西水生经济植物病害初步调查 II. 慈菇、荸荠、茭白病害[J].广西农业科学,1998,29(2):79-82.
- [7] 陈雯,陈夕军,陈春峰,等.我国水生蔬菜主要病害研究进展[J].长江蔬菜,2017(18):72-76.
- [8] 杨绍丽,吴仁锋,蔡翔.茭白胡麻叶斑病研究进展[J].蔬菜,2020(12):22-26.
- [9] 陈建明,周锦连,王来亮.茭白病虫害识别与生态控制[M].北京:中国农业出版社,2016.

- [10] 刘义满,赵娟,匡晶.我国茭白细菌性病害研究概况[J].长江蔬菜,2018(2):33-36.
- [11] 彭辉,杨梦飞,葛鑫涛,等.茭白叶黑斑病的病原鉴定和防治药剂筛选[J].植物病理学报,2022. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2184.Q.20220613.2352.002.html>.
- [12] 农业农村部农药检定所.中国农药信息网数据中心登记信息[DB/OL]. [2022-03-05]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [13] 杨绍丽,吴仁锋,马晓龙.8种杀菌剂对茭白胡麻叶斑病菌的室内毒力测定[J].长江蔬菜,2016(12):25-27.
- [14] 沈菊红.24%满穗悬浮剂防治茭白纹枯病药效研究[J].现代农业科技,2017(10):116-120.
- [15] 翁丽青,张珏锋,陈建明,等.几种化学杀菌剂对茭白胡麻叶斑病的控制效果[J].中国瓜菜,2021,34(2):65-67.
- [16] 林海华,张敏芳.茭白锈病的发生及防治[J].长江蔬菜,2007(1):13.
- [17] 刘锦涛,谢帅,王如锋,等.辽宁丹东茭白瘟病的病原物鉴定[J].植物病理学报,2022,52(1):118-122.
- [18] 杨文成.茭白灰心斑病的初步研究茭白灰心斑病的初步研究[J].湖北农业科学,1991,30(5):28-30.
- [19] CHE X J, TANG T, CHEN C, et al. First report of *Curvularia* leaf spot caused by *Curvularia muehlenbeckiae* on *Zizania latifolia* in China[J]. Journal of Plant Pathology, 2021, 103(3):1073.
- [20] CUI W L, LU X Q, BIAN J Y, et al. *Curvularia spicifera* and *Curvularia muehlenbeckiae* causing leaf blight on *Cunninghamia lanceolata*[J]. Plant Pathology, 2020, 69(6):1139-1147.
- [21] AI-JARADI A, AI-MAHMOOLI I, JANKE R, et al. Isolation and identification of pathogenic fungi and oomycetes associated with beans and cowpea root diseases in oman[J]. PeerJ, 2018, 6:e6064.
- [22] 朱丽燕,张发成,周小军,等.几种药剂对茭白胡麻叶斑病的防治效果[J].浙江农业科学,2018,59(9):1545-1546.
- [23] 冯明慧,吴嘉维,曹亮亮,等.防治茭白胡麻斑病的药剂筛选及安全性评价[J].中国植保导刊,2019,39(7):67-69.