（**主持人**：余　磊，昆明学院教授，云南省都市特色农业工程技术研究中心/云南省魔芋生物学重点实验室主任，主要研究方向为：高值经济作物抗病良种选育及综合利用.）

铁炮百合枯萎病菌的分离、鉴定及室内药剂筛选*

陈一宙，张婷婷，于　鑫，李嘉妮，李兴杰，李润根**

（宜春学院 江西省作物生长发育调控重点实验室，江西 宜春 336000）

［**摘　要**］为明确铁炮百合（*Lilium longiflorum*）枯萎病的病原菌种类，并初步筛选该病害的防治药剂，采用组织分离法从患病铁炮百合的鳞片上分离纯化病原菌，并用柯赫氏法则验证病原菌的致病性. 形态学结合多基因系统发育分析，鉴定病原菌为尖孢镰刀菌 *Fusarium oxysporum*. 采用菌丝生长速率法对 6 种常用杀菌剂进行室内毒力测定，发现 450 g/L 咪鲜胺 SC 对尖孢镰刀菌的抑菌效果最好，EC_{50}值为 0. 336 mg/L. 研究结果可为铁炮百合枯萎病的防治提供理论基础.

［**关键词**］铁炮百合；枯萎病；尖孢镰刀菌；毒力测定

［**中图分类号**］S436. 8　　［**文献标志码**］A　　［**文章编号**］1674－5639（2024）06－0087－06

DOI：10. 14091/j. cnki. kmxyxb. 2024. 06. 012

铁炮百合（*Lilium longiflorum*），又名为麝香百合，是百合科百合属的多年生球根草本植物，原产于中国台湾和日本南部，在中国分布于华南、华东、北京等地区. 铁炮百合的鳞茎为球形或近球形，鳞片白色. 其鳞茎、花可入药，性凉，味甘微苦，有清热解毒、润肺止咳的功效，也可用作普通食品. 同时，铁炮百合也是一种常见的观赏花卉植物，因其美丽的外观、清淡的香气、适中的价格和易于繁殖的特性，不仅在花卉市场中占有一席之地，也深受广大消费者的喜爱，具有一定的经济价值和广泛的市场需求. 另外，铁炮百合含有高蛋白、高碳水化合物和低脂肪的营养物质，还含有丰富的药用活性成分，如甾体皂苷和生物碱等，具有抗肿瘤、抗炎等作用. 百合枯萎病又被称为百合茎腐病或根腐病，是一种由土传真菌引起的病害，会导致百合叶片枯萎发黄，鳞茎腐烂，最终会导致全株枯死，严重影响百合生长发育并影响其药用及观赏价值，是百合病害中最为严重，造成经济损失最大的病害之一. 准确且快速地鉴定出导致百合枯萎病的病原菌，可进一步明确其致病机制，对百合枯萎病的防治和百合种植业的发展有着重要意义.

李诚等[1]从兰州百合枯萎病标样中分离获取了尖孢镰刀菌（*Fusarium oxysporum*）、茄病镰刀菌（*F. solani*）和串珠镰刀菌（*F. moniliform*），证明了尖孢镰刀菌具有寄主专一性且致病性最强. 牟晓玲等[2]明确了引起甘肃省兰州百合主产区百合枯萎病的致病镰孢菌为尖孢镰刀菌、茄病镰刀菌、三线镰刀菌（*F. tricinctum*）和燕麦镰刀菌（*F. avenaceum*），其中致病力最强的是尖孢镰刀菌. 任胜林等[3]从江苏宜兴百合枯萎病的典型发病植株中分离到 4 株病原菌株 P-OF、P-PF、P-RF 和 P-BF，其中菌株 P-OF 的致病性最强，为尖孢镰刀菌百合专化型（*F. oxysporum* sp. f. *lilii*）. 李润根等[4,5]首次报道了层出镰刀菌（*F. proliferatum*）、共享镰刀菌（*F. commune*）能够引起龙牙百合枯萎病，并通过室内毒力测定发现 12. 5% 烯唑醇 WP，1% 申嗪霉素 SC 对层出镰刀菌的抑菌效果较好，肟菌·戊唑醇 WDG 对共享镰刀菌的抑制作用最强. 近年来，在对龙牙百合[4,5]、兰州百合[2]、卷丹百合[3]等百合品种枯萎病病原菌的鉴定方面有较多研究[6]，而尚未发现铁炮百合枯萎病菌相关的国内文献报道. 据此，本试验拟从患病铁炮百合鳞片上分离

* ［**收稿日期**］2024－05－28

［**作者简介**］陈一宙，男，浙江丽水人，宜春学院在读硕士研究生，研究方向为药物研发与转化.

** ［**通信作者**］李润根，男，江西新余人，宜春学院教授，研究方向为百合栽培及其连作障碍防治，E-mail：13507058200@163. com.

［**基金项目**］国家自然科学基金项目（32160674）.

获得病原菌，应用形态学结合分子生物学技术对其进行鉴定，确定病原菌种类，并通过室内毒力测定选出良好的杀菌剂，以期为铁炮百合枯萎病的防治提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 材料

实验材料采自宜春学院农学基地种植的患病铁炮百合鳞片，用于病原菌的分离.

病原菌的分离和鉴定均使用马铃薯葡萄糖琼脂（Potato Dextrose Agar，PDA）培养基，植物基因组 DNA 提取试剂盒（天根生化科技（北京）有限公司）等.

1.2 供试药剂

选择 450 g/L 咪鲜胺 SC 等 6 种杀菌剂对病原菌进行室内毒力测定，供试杀菌剂种类、来源及使用含量见表 1.

表 1 供试杀菌剂种类、来源及使用浓度

药剂名称	药剂生产公司	药剂含量/(mg·L^{-1})
50% 异菌脲 SC	江西禾益化工股份有限公司	5 000，2 500，1 000，500，250，100
430 g/L 戊唑醇 SC	烟台绿云生物科技有限公司	4 300，2 150，860，430，215，86
20% 三唑酮乳油 EC	重庆依尔双丰科技有限公司	2 000，1 000，400，200，100，40
450 g/L 咪鲜胺 SC	青岛瀚生生物科技股份有限公司	9.000，4.500，2.250，0.900，0.450，0.225
250 g/L 嘧菌酯 SC	浙江世佳科技股份有限公司	25 000，12 500，5 000，2 500，1 250，500
1% 申嗪霉素 SC	上海农乐生物制品股份有限公司	100，50，20，10，5，2

1.3 方法

1.3.1 病原菌的分离

病原菌的分离采用组织分离法[1]，从患病百合植株鳞片切取 1 cm×1 cm 的小块组织，先将其浸泡于 75% 的乙醇溶液中消毒 30 s，用无菌水冲洗 3～5 次，然后在 2% 次氯酸钠溶液中浸泡 1 min，再用无菌水冲洗 3～5 次，用无菌滤纸吸干小块叶片组织表面的水分后转接在 PDA 培养基上，置于光照时间为 12 h/d，温度为 25 ℃ 的培养箱中培养 5～7 d，待平板中长出了菌丝后，在无菌超净工作台中用挑针挑取少量菌丝至新的 PDA 培养基上，再培养 5～7 d，用梯度稀释法进行单孢分离和纯化，直至获得病原菌的纯培养，将纯化好的菌落放入 4 ℃ 冰箱保存备用.

1.3.2 病原菌形态学鉴定

在无菌条件下，使用打孔器在分离纯化后得到的菌株上打取直径为 5 mm 的菌柄，接种到新的 PDA 培养基中培养 4～7 d 后，观察菌落的颜色、大小及形态等特征. 待产生孢子后，在显微镜下观察菌丝、大型分生孢子、小型分生孢子和厚垣孢子形态及其产生方式等，并分别测量至少 30 个大、小型分生孢子的长度和宽度等数据. 病原菌的分类鉴定参考文献[7]，初步明确病原菌的分类地位.

1.3.3 病原菌的分子生物学鉴定

采用 ITS 序列引物（ITS1 和 ITS4）、mtSSU 序列引物（NMS1 和 NMS2）、EF-1α 序列引物（EF-1H 和 EF-2T）（表 2）进行 PCR 扩增，本实验 PCR 扩增体系为 50 μL，正反向引物各 2 μL，Taq 酶 25 μL，DNA 模板 0.5 μL，ddH_2O 20.5 μL，反应参数为 94 ℃ 变性 30 s，58 ℃ 退火 30 s，30 个循环，72 ℃ 延伸 30 s，72 ℃ 终延伸 2 min. 取 5 μL 产物在 1%～1.5% 琼脂糖凝胶内 120 V 电泳 30 min 左右，在凝胶成像系统中观察并拍照记录. 其余产物取 5 μL 左右送至生工生物工程（上海）股份有限公司进行测序，扩增产物测序后登录 NCBI 进行 BLAST 检索，初步确认菌所属的种类，再和已知种属的其他菌株（表 3）比对分析并构建系统发育树.

表 2 PCR 引物及序列

引物	引物序列	参考文献
ITS1	TCCGTAGGTAACCTGGGG	[8]
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	
NMS1	CAGCGTGAGGAATATTGGTCAATG	[9]
NMS2	GCGGATCATCGAATTAAATAACAT	
EF－1H	ATGGGTAAGGAAGACAAGAC	[10]
EF－2T	GGAAGTACCAGTGATCATGTT	

表 3　系统发育树中用到的 GenBank 参考序列

菌株号	种名	EF-1α	mtSSU
ZJ8	*Fusarium commune*	KC430655	KC430697
PUF017	*Fusarium oxysporum*	HQ165848	HQ165812
YC11	*Fusarium commune*	KC430701	KC430644
TF3	*Fusarium commune*	KC430647	KC430704
TF5	*Fusarium commune*	KC430639	KC430717
NRRL13566	*Fusarium fujikuroi*	AF160279	U34499
NRRL13617	*Fusarium phyllophilum*	AF160274	U34516
NRRL22946	*Fusarium pseudocircinatum*	AF160271	U34511
NRRL20433	*Fusarium oxysporum*	AF008479	U34519
NRRL22538	*Fusarium oxysporum*	DQ837681	DQ831929

1.3.4　病原菌致病性测定

病原菌致病性测定采用叶片接种法. 从生长正常且长势良好的铁炮百合植株上获取叶片带回实验室，在自来水下冲洗 0.5 h 后，用 75% 的酒精浸泡 30 s，无菌水冲洗 3 ~5 次，2% 的次氯酸钠溶液处理 10 min 左右，再用无菌水冲洗 3 ~5 次，用无菌滤纸吸干叶片表面残留水分，进行 3 组重复实验，每组 2 片叶片，每片叶片上接菌饼 2 个，以接 PDA 培养基块的叶片作为对照组. 为了补充适量的水分，加入含有一定无菌水的无菌棉球于培养皿中，将培养皿用封口膜封好并做好标签后放入 25 ℃ 恒温培养箱中培养 7 d 后观察叶片的致病情况.

另取无菌培养的铁炮百合鳞片做刺伤处理，设置 4 个处理，分别是接种菌块、以 PDA 培养基块做对照；接种孢子悬浮液、以无菌水为对照，3 次重复，每组 3 片鳞片，5 d 后观察鳞片致病情况.

1.3.5　6 种抑菌剂对尖孢镰刀菌菌丝生长的抑制能力

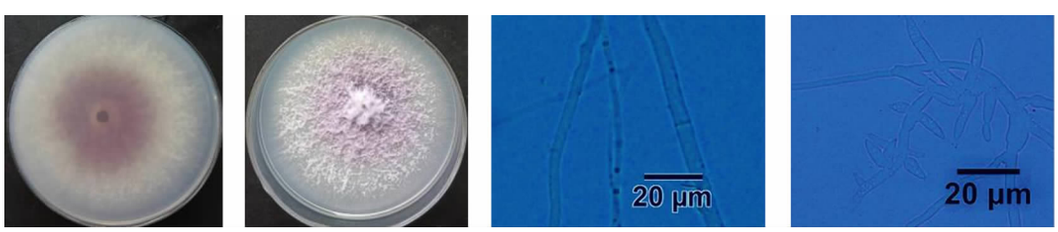
采用菌丝生长速率法进行室内毒力测定[11]. 分别制成含有表 1 中药剂的 PDA 培养基平板，以添加等量无菌水的 PDA 平板作为空白对照，每个组设 3 次重复. 取生长良好的待测病原菌，用打孔器将病原菌打成 5 mm 菌饼，接种于不同药剂浓度和对照的 PDA 平板上，置于 25 ℃ 恒温培养箱中培养 7 d. 采用十字交叉法测量记录各组菌落直径，计算药剂对铁炮百合枯萎病病原菌的菌丝生长抑制率. 根据生物统计概率值换算表，将抑制率转为对应的概率值，以概率值为纵坐标，以各药剂浓度的对数为横坐标，计算毒力回归方程. 再计算各药剂的抑制中浓度 EC_{50}（Half Maximal Effective Concentration）值、斜率和相关系数 r 值. 抑菌率按下式计算：

抑菌率 =（对照菌落直径 - 处理菌落直径）/（对照菌落直径 - 菌饼直径）×100%.

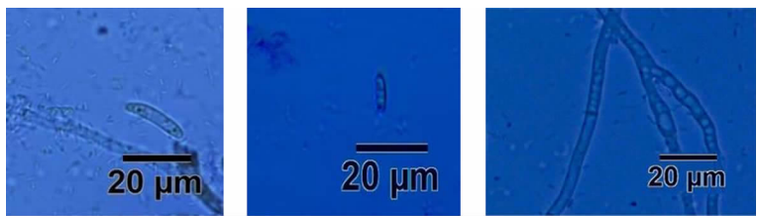
2　结果与分析

2.1　病原菌的形态学鉴定

从患病的百合鳞片上分离到 1 个菌株，该病原菌在 PDA 平板上呈圆形，菌落突起呈絮状，颜色为粉白色，并带有紫色. 菌丝白色质密，从中间向四周放射状生长（图 1（a、b））. 其大型分生孢子呈月牙状，稍弯曲，两端渐尖，多数为 2 ~3 隔. 测得大型分生孢子的平均尺寸为：21.41（18.10 ~28.41）μm ×3.58（3.13 ~5.88）μm（图 1（e））. 小型分生孢子单胞呈卵形或者椭圆形，其平均尺寸为：8.52（5.82 ~12.86）μm ×2.78（2.16 ~4.59）μm（图 1（f））. 厚垣孢子串生，呈球形或椭圆形（图 1（g）），菌丝为有隔菌丝（图 1（c））. 结合潘鑫[12]的方法，根据形态学特征可初步鉴定其为镰刀菌属.



（a）菌落正面　（b）菌落反面　（c）菌丝　（d）分生孢子梗

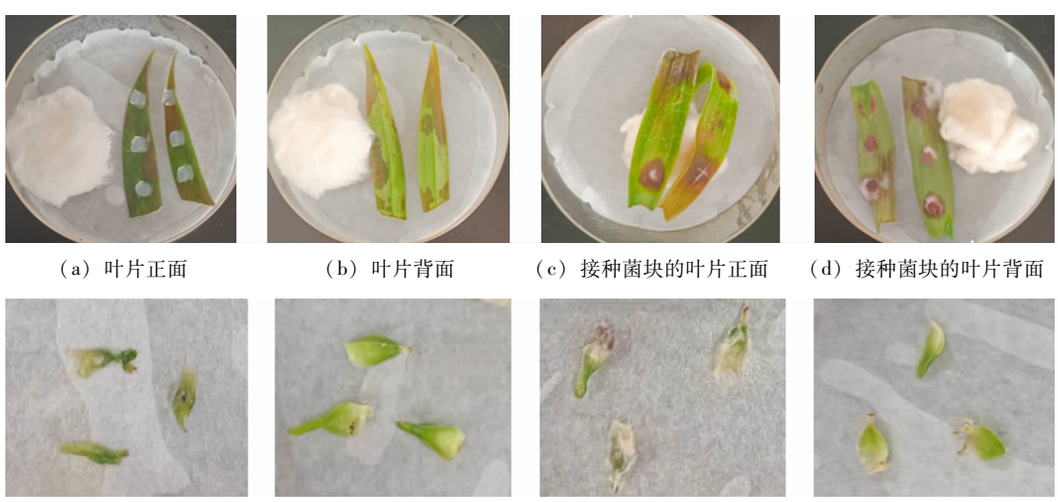


（e）大型分生孢子　（f）小型分生孢子　（g）厚垣孢子

图 1　菌落形态和显微形态特征

2.2　病原菌致病性检测

以接 PDA 培养基块或无菌水的叶片和鳞片为对照，将菌块或孢子悬浮液接在健康的铁炮百合叶片和鳞片上，观察其致病性. 接种 7 d 后，对照组叶片接培养基块部位无明显症状（图 2（a、b）），而接菌叶片有明显病斑，叶片发黄萎蔫，伴有腐烂症状（图 2（c、d））. 百合鳞片接种菌块和孢子悬浮液 5 d 后，鳞片明显软化腐烂（图 2（e、g）），而对照组无症状（图 2（f、h））.



（a）叶片正面　（b）叶片背面　（c）接种菌块的叶片正面　（d）接种菌块的叶片背面

（e）接种菌块的鳞片　（f）接种 PDA 培养基块的鳞片　（g）接种孢子悬浮液的鳞片　（h）接种无菌水的鳞片

图 2　叶片及鳞片致病情况

2.3　病原菌的分子鉴定

将菌株 TP 提取的 DNA 与引物 ITS1/ITS4、NMS1/NMS2 和 EF-1H/EF-2T 分别进行 PCR 扩增和电泳并测序，结果表明可以分别获得片段大小为 521，679，684 bp 的明亮且单一的清晰条带（图 3）.

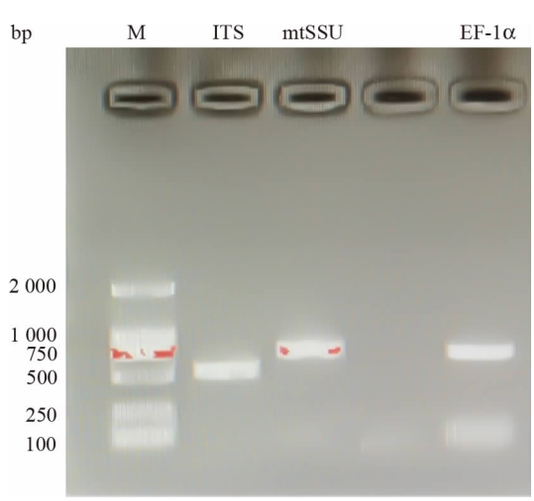


图 3　不同引物扩增产物电泳图

待测菌株 TP 与表 3 中已知明确种类的菌株序列同源性比对，将 EF-1α 基因序列和 mtSSU 基因联合后，与 TF3、TF5、NRRL20433 等菌株序列分析后，分别使用 MEGA 7.0 软件采用邻接法（Neighbor-Joining），1 000 次计算重复检验构建出系统发育树（图 4）. 采用 EF-1α-mtSSU 联合构建，结果表明菌株 TP 与 F. oxysporum 处于同一分支上，结合形态特征和分子鉴定的结果，菌株 TP 可被鉴定为尖孢镰刀菌 *Fusarium oxysporum*.

2.4　杀菌剂室内毒力测定

6 种杀菌剂对尖孢镰刀菌的室内抑制作用如表 4 所示. 450 g/L 咪鲜胺对尖孢镰刀菌表现出很强的抑制效果，EC_{50}值仅为 0.366 mg/L，其次是 430 g/L 戊

唑醇，该药物对病原菌的抑制效果一般，EC_{50}值为 58.883 mg/L，250 g/L 嘧菌酯对病原菌抑制效果最差，EC_{50}值为 1 452 653.926 mg/L（图 5）.

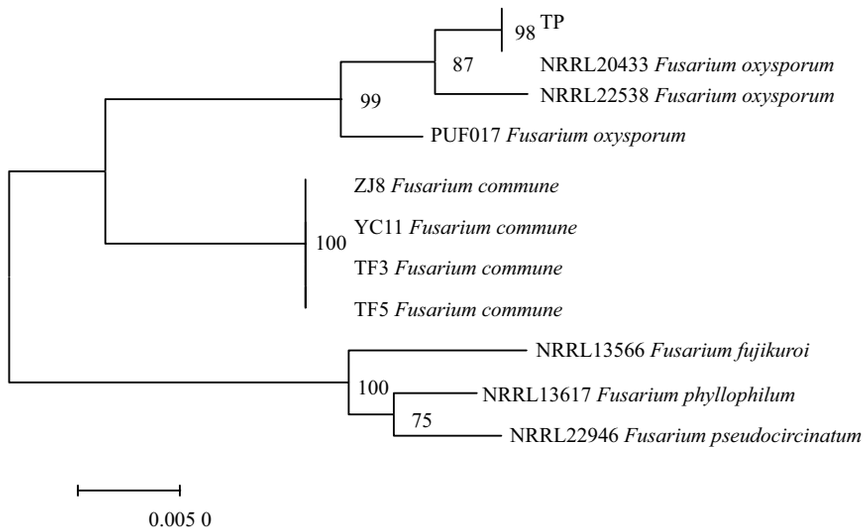
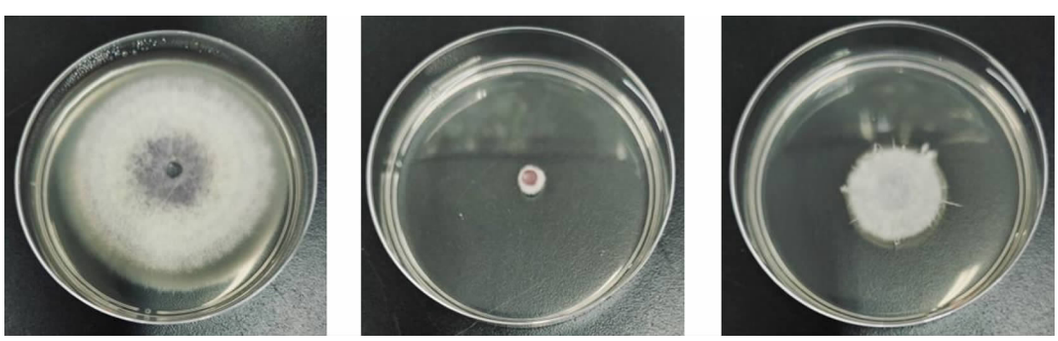


图 4　基于 EF-1α 和 mtSSU 基因结合采用 NJ 法构建系统发育树

表 4　6 种杀菌剂对尖孢镰刀菌的毒力测定

药剂名称	毒力回归方程	相关系数(r)	EC_{50}/(mg·L^{-1})
50% 异菌脲	$y=1.010\ 5x+1.643$	0.972	1 091.463
430 g/L 戊唑醇	$y=1.213\ 0x+2.853$	0.980	58.883
20% 三唑酮乳油	$y=0.498\ 0x+3.513$	0.907	968.153
450 g/L 咪鲜胺	$y=1.052\ 0x+5.498$	0.931	0.366
250 g/L 嘧菌酯	$y=0.074\ 0x+4.544$	0.943	1 452 653.926
1% 申嗪霉素	$y=1.212\ 0x+1.732$	0.859	497.015



（a）未加药剂的处理　（b）450 g/L 咪鲜胺（9.000 mg/L）　（c）430 g/L 戊唑醇（86.000 mg/L）

图 5　杀菌剂对供试菌株菌丝生长的抑制作用对比

3　小结与讨论

因百合种类及栽培地区的差异，引起百合枯萎病的病原菌种类也不尽相同，目前可使百合患枯萎病的病原菌种类较多. 因此，鉴定引起特定种类百合枯萎病的病原菌对于防治至关重要. 本试验从患病的铁炮百合中分离病原菌，结合形态学观察，采用 EF-1α 等多基因联合建树，系统发育分析鉴定了其病原菌为尖孢镰刀菌（*F. oxysporum*）. 镰刀菌枯萎病属于发生最为广泛，且危害最大的百合病害. 在 100 多种重要经济作物中，至少有 81 种作物会发生镰刀菌病害[13]. 镰刀菌形态变异概率大，因此其形态特征在分类鉴定时不易准确把握. 一些形态上较为相近的近缘种镰刀菌之间会难以区分，因此借助基于多基因分析的分子生物学技术对镰刀菌种属间进行准确快速鉴定非常必要[14]. ITS 序列分析在镰刀菌分类鉴定中应用较广. 而相较于 ITS 序列，EF-1α 序列分析能够较好地区分镰刀菌相似种[15]. 相比之下，mtSSU 序列分

析方法在百合镰刀菌鉴定研究方面应用较少. 吕艺瑶等[9]研究表明，联合基因建树比使用单个基因的分析结果更准确可靠.

目前对尖孢镰刀菌引起植物病害的防治药物以化学药物为主，长期使用会对土壤和生态系统造成严重的危害. 研究病原物的生物学特性和室内药剂筛选对于探究和掌握病害发生、流行和防治等具有重要意义. 本试验进行了 6 种杀菌剂对尖孢镰刀菌的室内毒力测试. 结果表明，药物咪鲜胺和戊唑醇对病原菌的抑制效果较好，与夏智杰等[16]对安徽甜瓜和栝楼蔓枯病的研究结果类似. 而嘧菌酯对病原菌抑制效果最差，与李润根等[11]对龙牙百合枯萎病的研究不同，推测其差异性来源于百合品种和生长环境的不同，因而分离得到的病原菌也存在着一定的差异.

本试验明确了被试的铁炮百合枯萎病的病原菌种类，并通过室内毒力测试筛选出了高效的抗菌药物，为进一步诊断该病害的发生、掌握其流行规律和防治提供了理论依据，为铁炮百合枯萎病防治提供了理论和用药依据. 但杀菌剂室内毒力测定结果只能说明该药剂在室内离体条件下对尖孢镰刀菌具有的杀菌活性. 室内试验与实际自然环境相比，仍然存在一定差异. 药剂的实际应用效果还需进一步的田间试验证实.

［参考文献］

［1］李诚，李俊杰. 百合枯萎病病原菌鉴定［J］. 植物病理学报，1996（2）：97.

［2］牟晓玲，李潇潇，师桂英，等. 兰州百合枯萎病病原菌鉴定及罹病组织超微结构观察［J］. 植物保护学报，2022，49（4）：1111-1118.

［3］任胜林，梅慧玲，李映萱，等. 百合枯萎病病原菌的分离鉴定及其接种浓度对发病程度的影响［J］. 南京农业大学学报，2020，43（6）：1097-1106.

［4］李润根，程华，张鹏，等. 百合枯萎病菌 *Fusarium proliferatum* 的鉴定、生物学特性及抑菌药剂筛选［J］. 基因组学与应用生物学，2018，37（9）：3844-3851.

［5］李润根，曾慧兰，卢其能，等. 百合枯萎病菌 *Fusarium commune* 的鉴定及其对杀菌剂敏感性研究［J］. 园艺学报，2021，48（1）：162-172.

［6］王丽波，崔玥晗，岳玲，等. 百合枯萎病的研究进展［J］. 园艺与种苗，2018，38（12）：50-53.

［7］魏景超. 真菌鉴定手册［M］. 上海：上海科学技术出版社，1979：101-649.

［8］WHITE T J，BRUNS T，LEE S，et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics［M］//GARFIELD O H，SNINSKY J J，WHITE T J. protocols：PCR，a guide to methods and applications. Amsterdam：Elsevier，1990：315-322.

［9］吕艺瑶. 植物病原镰孢菌遗传多样性及系统发育研究［D］. 太原：山西农业大学硕士学位论文，2017.

［10］O'DONNELL K，KISTLER H C，CIGELNIK E，et al. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana：Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene fungus causing genealogies［J］. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America，1998，95（5）：2044-2049.

［11］李润根，王愉，程华. 百合枯萎病病原菌分离鉴定及药剂室内筛选［J］. 湖北农业科学，2016，55（10）：2551-2554.

［12］潘鑫，闫书味，胡新颖，等. 河南省花生根、茎和荚果部镰孢菌的分离鉴定［J］. 花生学报，2023，52（1）：25-32.

［13］刘慧迪，黄继宁，成志军，等. 作物镰刀菌枯萎病及其生物防治的研究进展［J］. 植物医学，2022，1（5）：8-22.

［14］曾莉莎，郑芝波，吕顺，等. 荷花腐败病病原菌的形态学与多基因分子系统学鉴定［J］. 植物病理学报，2017，47（2）：162-173.

［15］姜雪，黄启凤，杨新宇. 辽宁省大豆根腐病病原菌的分离鉴定及其生物学特性和对常用杀菌剂的敏感性［J］. 植物保护学报，2023，50（1）：240-248.

［16］夏智杰. 安徽甜瓜和栝楼蔓枯病的病原菌鉴定及其有效药剂筛选［D］. 合肥：安徽农业大学硕士学位论文，2023.

（下转第 113 页）

65-71.
[23] 魏峤，王伟威，李馨园，等. 大豆抗腐霉根腐病的生理差异研究［J］. 大豆科学，2017，36（3）：425-429.
[24] 张林，陈翔，吴宇，等. 脯氨酸在植物抗逆中的研究进展［J］. 江汉大学学报（自然科学版），2023，51（1）：42-51.
[25] 马晨曦，张瑜，孔德馨，等. 黄微孢属真菌改善盐碱胁迫下绿豆生长作用分析［J］. 植物研究，2024，44（2）：239-247.

Evaluation on Resistance of 16 Strawberry Varieties to Root Rot of *N. clavispora* and Differences in Physiological Indicators of Leaves

XIE Yingying[1], NING Tiao[1], SUN Tian[2], DENG Changjun[3], CUI Xingguo[4], LI Jing[1,5]
(1. *Urban Modern Agriculture Engineering Center for Yunnan Universities, School of Agronomy and Life Sciences, Kunming University, Kunming, Yunnan, China* 650214; 2. *College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian, China* 350002; 3. *Yunnan Hanzhe Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China* 650106; 4. *Yulong County Jiuhe Xinxing Agricultural Development and Planting Co., Ltd., Lijiang, Yunnan, China* 674100; 5. *Shangri La Cangmei Agricultural Technology Co., Ltd., Diqing, Yunnan, China* 674400)

Abstract: The resistance performance of 16 strawberry varieties widely cultivated in Yunnan Province were evaluated systematically to the root rot of *N. clavispora*. The differentiated strawberry variety leaves were determined by the spathered optical method for the physiological and biochemical indicators, which intended to explore the potential correlation between these indicators and their resistance performance to the root rot of *N. clavispora*. The experimental results showed significant differences in resistance performance among different strawberry varieties, and the specific manifestations are 3 varieties accounting for 18.75%, showing high resistance performance with the representative of Jiandehong, 5 varieties accounting for 31.25%, showing middle resistance performance with the representative of Tianxianzui, 4 varieties accounting for 25%, showing middle sense with the representative of Hongyan and 4 varieties accounting for 25%, showing high sense with the representative of Tianchali. The root rot of *N. clavispora* disease indicators of high resistance varieties, including Jiandehong, Yuexiu and Monterey were only 4.55, 6.37 and 9.09, respectively, but the disease indicators of the high sense varieties were as high as 50.30 and 55.76. After inoculation with spore of *N. clavispora*, the soluble protein and proline concentrations in the leaves of resistant varieties were significantly higher than those of susceptible varieties, while the malondialdehyde concentration was significantly lower than that of susceptible varieties. However, there was no significant correlation between chlorophyll concentration and disease resistance. High-resistant varieties Jiandehong, Yuexiu and Monterey can further widely planted in Yunnan.
Key words: strawberry; different varieties; root rot of *N. clavispora*; resistance differences; physiological indicators

（责任编辑：陈伟超）

（上接第 92 页）

Isolation, Characterisation and Screening of Indoor Agents for the Wilt Disease of *Lilium longiflorum*

CHEN Yizhou, ZHANG Tingting, YU Xin, LI Jiani, LI Xingjie, LI Rungen
(*Jiangxi Key Laboratory of Crop Growth Regulation, Yichun University, Yichun, Jiangxi, China* 336000)

Abstract: In order to identify the species of pathogenic bacteria responsible for wilt disease of *Lilium longiflorum* and preliminary screen of agents for the control of this disease. The pathogenic bacteria were isolated and purified from the bulb of diseased *Lilium longiflorum* by tissue isolation method, and the pathogenicity was identified according to Koch's Rule. The pathogen was identified as *Fusarium oxysporum* by morphological and multigene phylogenetic analyses. The indoor virulence of six commonly used fungicides was determined by the mycelial growth rate method, among which 450 g/L Prochloraz SC had the best inhibitory effect on *Fusarium oxysporum*, with an EC_{50} value of 0.336 mg/L. The study provides a theoretical basis for the control of wilt disease of *Lilium longiflorum*.
Key words: *Lilium longiflorum*; wilt disease; *Fusarium oxysporum*; toxicity test

（责任编辑：陈伟超）