



齐泽铮,于璐,郭旭语,等.甜瓜茎基腐病病原菌鉴定及其植物源杀菌剂室内毒力测定[J].黑龙江农业科学,2024(8):33-38.

甜瓜茎基腐病病原菌鉴定及其植物源 杀菌剂室内毒力测定

齐泽铮¹,于璐¹,郭旭语¹,康越¹,张超²,刘秀杰²,王芳¹

(1. 齐齐哈尔大学 生命科学与农林学院/抗性基因工程与寒地生物多样性保护黑龙江省重点实验室,黑龙江 齐齐哈尔 161006;2. 齐齐哈尔市农业技术推广中心,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为明确 2023 年齐齐哈尔市农业技术推广中心甜瓜栽培基地的甜瓜幼苗茎基腐病的发病原因,筛选出对其具有高毒力的植物源杀菌剂,采用组织分离法对发病茎基部的甜瓜幼苗进行病原菌的分离。得到两株病原真菌,经形态学及 ITS-rDNA 分子鉴定,分别为 *Fusarium oxysporum* 和 *Fusarium nirenbergiae*。致病性试验表明两株镰孢菌都能够侵染甜瓜幼苗茎部,导致茎基腐病的发生。5 种植物源杀菌剂对两株病原真菌的菌丝生长抑制和毒力测定试验结果表明,20% 丁子香酚、0.5% 苦参碱和 2.1% 丁子·香芹酚的所有有效浓度对两种致病菌的菌丝生长抑制率均能达到 30% 以上。20% 丁子香酚、0.5% 苦参碱、0.5% 小檗碱、2.1% 丁子·香芹酚、80% 乙蒜素对 *F. oxysporum* 的 EC_{50} 值分别为 9.413, 21.497, 36.670, 48.342 和 48.575 $mg \cdot L^{-1}$;对 *F. nirenbergiae* 的 EC_{50} 值分别为 13.768, 14.697, 43.260, 32.475 和 34.158 $mg \cdot L^{-1}$ 。综合分析表明,5 种植物源杀菌剂中,20% 丁子香酚对甜瓜茎基腐病致病菌的毒力最强。

关键词:甜瓜;镰孢菌;茎基腐病;植物源杀菌剂

甜瓜(*Cucumis melo* L.)又名香瓜,是人们生活中最为常见的园艺作物,其口感清脆,气味香甜,富含大量碳水化合物及营养物质,在我国经济发展中占有十分重要的地位。联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations)统计显示,我国甜瓜生产面积与产量常年居世界首位。齐齐哈尔地区甜瓜栽培历史悠久,具有得天独厚的地理优势以及优良的种植技术,甜瓜已成为齐齐哈尔市的主要经济作物^[1]。但随着种植面积的扩大,甜瓜枯萎病、根腐病、霜霉病等种植中的常见病害日益严重。其中由镰孢菌属真菌侵染引起的病害对甜瓜的产量和品质影响最大,严重影响了齐齐哈尔地区甜瓜产业的发展。

化学杀菌剂效果好、见效快,因此施用化学杀菌剂仍是目前控制镰孢菌病害最普遍的方法。苯醚甲环唑、戊唑醇、咪鲜胺能显著抑制尖孢镰刀菌西瓜专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*)菌株的生长。平均 EC_{50} 分别为 1.099 1, 0.456 7 和

0.049 2 $\mu g \cdot mL^{-1}$ ^[2]。咪鲜胺、戊唑醇和氟硅唑能抑制甜瓜枯萎病致病菌拟轮枝镰刀菌(*Fusarium verticillioides*)的生长, EC_{50} 值分别为 0.029 5, 0.146 7 和 0.190 1 $\mu g \cdot mL^{-1}$,病害防治试验中,0.144 $\mu g \cdot mL^{-1}$ 的咪鲜胺对甜瓜枯萎病的防效达 82.88%^[3]。但化学杀菌剂的长期使用已严重打破生态平衡。植物源杀菌剂是从植物的根、茎、叶、果实等部位提取的有效成分,经过一定的加工方法制成具有杀菌作用的生物农药,对病原菌具有较强的抑制或杀死作用,且低毒、低残留,施用后能够降解,不会严重污染环境,在病害防治研究中得到了推广和应用^[4]。已有研究表明肉桂精油和姜黄油能有效抑制尖孢镰刀菌黄瓜专化型的菌丝生长, EC_{50} 分别为 140.20 和 514.88 $\mu g \cdot mL^{-1}$ ^[5]。桔萆酸可作用于 velet 家族蛋白,改变西瓜枯萎病菌的细胞膜结构并抑制其毒素产生、菌丝生长及孢子萌发等^[6]。

齐齐哈尔市农业技术推广中心连年栽培种植的甜瓜幼苗发生茎基腐病,幼苗根茎腐烂,维管束

收稿日期:2024-03-01

基金项目:黑龙江省省属本科高校基本科研业务费科研项目(145309327);齐齐哈尔大学研究生创新科研项目。

第一作者:齐泽铮(1999—),男,硕士研究生,从事甜瓜病害研究。E-mail:2651462975@qq.com。

通信作者:王芳(1981—),女,博士,副教授,从事植物抗病性研究。E-mail:wangfangnd@hotmail.com。

变褐,造成了甜瓜幼苗的萎蔫甚至死亡,田间发病率达 20%。为明确该病的病因,预防病害的发生,本研究对发病甜瓜幼苗进行病原菌的分离与鉴定。并对 5 种常用植物源杀菌剂苦参碱、丁子香酚、丁子·香芹酚、乙蒜素和小檗碱进行了致病菌的毒力测定及室内药剂筛选,为甜瓜茎基腐病的有效防治提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

2023 年 5 月,从齐齐哈尔市农业技术推广中心采集具有典型发病症状的甜瓜(密冠 8)幼苗作为病样,进行病原菌的分离。

1.2 方 法

1.2.1 病原菌的分离及形态学观察 采用组织分离法进行病原菌分离^[7]。用灭菌剪刀在甜瓜茎基病健交界处剪取 3~5 mm 的组织块,置于 75%酒精浸泡 30 s,再经 1%的 NaClO 消毒 2 min,最后用灭菌水冲洗 3 次。将消毒过的病组织置于 PDA 平板上,于 25℃恒温、黑暗培养。待长出菌落后,挑取菌落边缘的少量菌丝转接到新的 PDA 平板上进行纯化培养,进一步经单孢分离获得病原菌的纯培养物。将纯培养物接种于 PDA 试管中,于 4℃冰箱中保存。25℃恒温培养 7 d 后,观察菌落的生长形状、颜色、气生菌丝的疏密程度以及分生孢子形态、大小等结构。

1.2.2 病原菌 DNA 提取及 ITS-rRNA 序列扩增 采用生工(上海)生物工程有限公司提供的基因组 DNA 快速抽提试剂盒(真菌)进行病菌基因组 DNA 的提取。以真菌基因组 DNA 为模板,采用 ITS 引物 ITS1 P 和 ITS4 进行 PCR 扩增。CR 反应体系为: *Taq* PCR Master Mix 15 μ L,总 DNA 模板 2.0 μ L,ITS1 2.0 μ L,ITS4 2.0 μ L,

ddH₂O 4.0 μ L,反应总体积为 25 μ L。PCR 扩增反应程序:94℃预变性 5 min;94℃变性 1 min,55℃退火 1 min,72℃延伸 1 min,35 个循环,最后 72℃延伸 10 min。PCR 扩增产物经 1%琼脂糖凝胶电泳检测后,送生工(上海)生物工程有限公司进行测序。

1.2.3 致病性测定 刮取在 PDA 培养基上培养 7 d 的病原菌菌丝,置于四层纱布上,使用灭菌水冲洗、过滤获得孢子悬浮液备用。经血球计数板计算,孢子悬浮液浓度为 1×10^7 个 \cdot mL⁻¹。使用 1%NaClO 对甜瓜种子进行消毒,无菌水清洗后晒干,播种于无菌营养土中,温室培养,待长出第一片真叶时采用灌根法^[8]进行接种。每株幼苗加入 20 mL 孢子悬浮液,以加入 20 mL 无菌水为对照。接种 7 d 后观察甜瓜幼苗发病情况。每个处理 3 次重复,每次重复 10 株幼苗。

1.2.4 系统发育树构建 登录 GenBank 网站,采用 BLAST 软件对测序结果进行同源性比较,以 Clustal W 进行多序列比对后,用 MEGA 7.0 的 Neighbor-Joining 法构建系统发育树,采用自举法(bootstrap)对系统发育树进行检验,共 1 000 次循环。

1.2.5 杀菌剂室内毒力测定 以 75%肟菌·戊唑醇水分散颗粒剂(德国拜耳)为化学对照药剂,将供试药剂配制成一定质量浓度的母液,继而稀释成不同质量浓度的药液(表 1)。采用菌丝生长速率法^[9]测定杀菌剂对分离菌株的抑菌作用。将供试菌株接种于 PDA 平板上,于 25℃恒温、黑暗培养 7 d 后,用打孔器切取直径 5 mm 的菌饼,菌丝朝下置于含有系列质量浓度杀菌剂的 PDA 平板中央,以培养基加 1 mL 无菌水平板为对照,每个处理重复 4 次。

表 1 供试杀菌剂母液来源信息及系列质量浓度

杀菌剂	剂型	生产厂家	药剂稀释质量浓度/(mg \cdot L ⁻¹)
75%肟菌·戊唑醇	水分散颗粒剂(WDG)	德国拜耳	0.188,0.375,0.750,1.500,3.000
0.5%苦参碱	水剂(AS)	河北中保绿农作物科技有限公司	3.125,6.250,12.500,25.000,50.000
20%丁子香酚	水乳剂(EW)	江苏箭牌农业股份有限公司	2.50,5.00,10.00,20.00,40.00
2.1%丁子·香芹酚	水剂(AS)	大连云林碳化药业有限公司	7.50,15.00,30.00,60.00,120.00
80%乙蒜素	乳油(EC)	孟州云大高科生物科技有限公司	2.50,5.00,10.00,20.00,40.00
0.5%小檗碱	水剂(AS)	潍坊奥丰作物病害防治有限公司	3.125,6.250,12.500,25.000,50.000

采用十字交叉法测量菌落直径,计算各杀菌剂不同浓度抑菌百分率,比较各药剂的活性大小。

抑制率(%)=(对照组菌落直径-药剂处理组菌落直径)/(对照组菌落直径-菌饼直径)×100

将杀菌剂浓度转化为对数作为横坐标(x),抑制率转化成几率值作为纵坐标(y),利用最小二乘法建立独立回归方程 $Y=aX+b$ 和相关系数 r 。根据此方程计算出药剂的有效抑制中浓度 $EC_{50}(mg\cdot L^{-1})$,即几率值为5,抑制率为50%。

1.2.6 数据分析 对计算得出的结果用SPSS 22.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

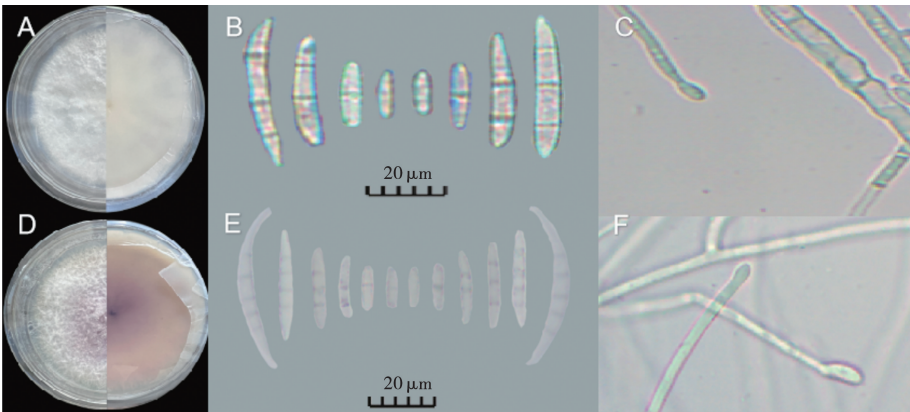
2.1 病原菌的分离及形态学观察

从发生腐烂的幼苗茎基部(图1)分离获得两株代表性真菌,分别编号为TGF-2和TGJ-12。分别接种于PDA培养基,28℃培养7d后,对菌落正反面进行观察,TGF-2菌落呈圆形,正反面均

为白色。气生菌丝茂密紧致,紧贴培养基生长(图2A)。产孢量较少,分生孢子呈肾形,小分生孢子有0~2个隔膜,大分生孢子有3~4个隔膜(图2B);TGJ-12菌落呈圆形,有紫色色素产生,中心呈深紫色,边缘为淡紫色,菌丝茂密蓬松(图2C)。产孢量较多,分生孢子体积较小,小分生孢子呈卵形,有0~2个隔膜,大分生孢子前端稍尖,有3~5个隔膜(图2D)。



图1 甜瓜幼苗茎基腐烂症状



A. TGF-2 菌落形态; B. TGF-2 分生孢子; C. TGF-2 足细胞;
D. TGJ-12 菌落形态; E. TGJ-12 分生孢子; F. TGJ-12 足细胞。

图2 病原菌菌落及孢子形态

2.2 病原菌分子鉴定及系统发育树构建

利用ITS引物对靶标基因序列扩增,得到目的片段序列。测序结果经NCBI数据库BLAST分析比对,使用Mega 7.0邻接法构建系统发育树(图3)。结果发现菌株TGF-2与*Fusarium oxysporum* (KY318502)聚在同一分支,TGJ-12与*Fusarium nirenbergiae* (MW016585)聚在同一分支,因此将菌株TGF-2鉴定为*Fusarium oxysporum*,将菌株TGJ-12鉴定为*Fusarium nirenbergiae*。

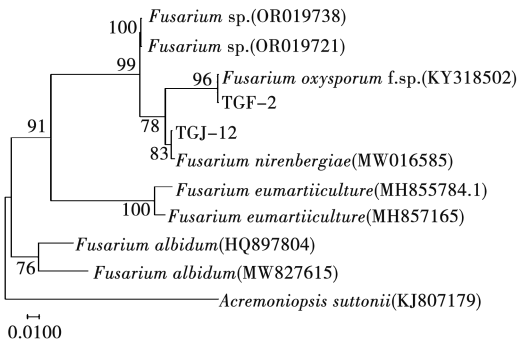


图3 基于ITS基因序列的系统进化树

2.3 病原菌致病性测定

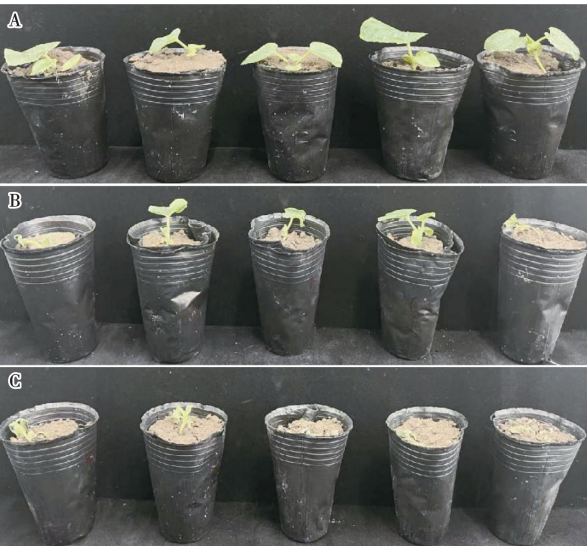
病原菌接种 7 d 后,观察甜瓜幼苗发病情况。与对照相比(图 4A),接种 TGF-2 和 TGJ-12 孢子悬浮液的甜瓜幼苗茎基部枯萎腐烂和变黑,叶片出现萎蔫。其中,接种 TGF-2 孢子悬浮液的部分甜瓜幼苗枯萎死亡(图 4B),接种 TGJ-12 孢子悬浮液的幼苗全部萎蔫致死(图 4C)。结果表明,两株镰孢菌均能侵染甜瓜幼苗,导致病害发生,但两株镰孢菌的致病能力不同,TGJ-12 的致病性要强于 TGF-2。

2.4 杀菌剂室内毒力测定

不同稀释浓度的 6 种杀菌剂均能显著抑制两种镰孢菌菌丝的生长。根据供试杀菌剂的有效浓度及对两种镰孢菌的抑菌率求得 6 种杀菌剂的毒力回归方程及 EC_{50} 。由表 2 可知,6 种杀菌剂中对 TGF-2 毒力最好的为 20%丁子香酚,其 EC_{50} 值为 $9.413\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。其次为 75%脞菌·戊唑醇、0.5%苦参碱、0.5%小檗碱、2.1%丁子·香芹酚, EC_{50} 值分别为 $15.555,21.497,36.670$ 和 $48.342\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。 EC_{50} 值最大的为 80%乙蒜素,达到 $48.575\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。说明 20%丁子香酚对 TGF-2 的抑制效果最好,80%乙蒜素对 TGF-2 的抑制效果最差。

6 种杀菌剂中对 TGJ-12 毒力最好的为 75%

脞菌·戊唑醇,其 EC_{50} 值为 $4.129\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,其次为 20%丁子香酚、0.5%苦参碱、2.1%丁子·香芹酚、80%乙蒜素, EC_{50} 值分别为 $13.768,14.697,32.475$ 和 $34.158\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。 EC_{50} 值最大的为 0.5%小檗碱,达到 $43.260\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。说明 75%脞菌·戊唑醇对 TGJ-12 的抑制效果最好,而 0.5%小檗碱对 TGJ-12 的抑制效果最差。



A. 对照甜瓜幼苗;B. TGF-2 接种甜瓜幼苗;
C. TGJ-12 接种甜瓜幼苗。

图 4 病原菌致病性测定

表 2 不同杀菌剂对 TGF-2 和 TGJ-12 的毒力测定

杀菌剂	TGF-2			TGJ-12		
	毒力回归方程	相关性系数 (R^2)	EC_{50} / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	毒力回归方程	相关性系数 (R^2)	EC_{50} / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
0.5%苦参碱	$Y=0.803X+3.936$	0.976	21.497	$Y=0.499X+4.421$	0.982	14.697
20%丁子香酚	$Y=0.653X+4.366$	0.996	9.413	$Y=0.724X+4.178$	0.997	13.768
2.1%丁子·香芹酚	$Y=0.684X+3.847$	0.983	48.342	$Y=0.607X+4.081$	0.990	32.475
80%乙蒜素	$Y=0.530X+4.104$	0.988	48.575	$Y=0.582X+4.107$	0.996	34.158
0.5%小檗碱	$Y=0.547X+4.149$	0.986	36.670	$Y=0.478X+4.221$	0.991	43.260
75%脞菌·戊唑醇	$Y=0.646X+4.194$	0.985	15.555	$Y=1.066X+4.342$	0.976	4.129

3 讨论

镰孢菌属(*Fusarium*)真菌在自然界中分布广泛,是世界范围内最具破坏性的土传病原真菌之一,可以引起植物、动物和人类的疾病^[10]。镰孢菌属具有腐生性和致病性成员^[11-12],在病原真菌分离过程中经常遇到镰孢菌菌株。致病性菌株能够在 150 多种主要经济作物中引起严重的病

害,其中包括西瓜、甜瓜、小麦等^[13]。受侵染的植株会表现出如萎蔫、坏死、落叶、维管束系统变褐等症状。每年由不同种镰孢菌引起的病害对不同作物造成的减产约为 30%~80%,甚至更多^[14-15]。近年来,由镰孢菌导致的多种植物茎基腐病频繁发生。假禾谷镰孢菌(*F. pseudograminearum*)侵染小麦导致茎基腐;拟轮枝镰孢菌(*F. verticillioides*)侵

染早黄瓜引起茎基腐;尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)、木贼镰孢菌(*F. equiseti*)、茄腐镰刀菌(*F. solani*)等多种镰孢菌单一或联合侵染引起百香果茎基腐^[16-18]。本研究从发生茎基腐病的甜瓜幼苗茎基部分离、纯化获得两株代表性真菌 TGF-2 及 TGJ-12。经形态学和分子生物学鉴定,TGF-2 为 *F. oxysporum*,TGJ-12 为 *F. nirenbergiae*。病原菌致病性试验证明两株镰孢菌均能引起甜瓜幼苗茎基部的腐烂坏死与维管束变褐。*F. oxysporum* 在十大真菌病原体中排在第五位。寄主广泛,可侵染多种植物,引起枯萎病、根腐病等病害。目前,常以施用化学杀菌剂、轮作、分子育种等方式对其引起的病害进行防治^[19]。*F. nirenbergiae* 能侵染复叶槭、百香果等植物引起枯萎病。研究表明咪鲜胺及多菌灵对其菌丝生长有较好的抑制效果,EC₅₀ 为 0.049 2 和 0.626 6 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ^[20]。

植物源杀菌剂的天然抑菌活性物质均源自植物,对病原菌的生长起到显著的抑制作用,降低对环境的污染以及对人类健康的危害^[21]。对羊肚菌子实体烂柄病的致病菌镰孢菌(*Fusarium* spp.)毒力测定实验发现,当 0.3%苦参碱、0.3%丁子香酚及 6%春雷霉素的浓度为 1 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,对镰孢菌菌丝生长的抑制率分别达到 76.74%、52.33% 和 52.33%,结果表明植物源杀菌剂能够抑制羊肚菌子实体烂柄病的致病菌镰孢菌的生长^[22]。使用丁子香酚、5%香芹酚、20%乙蒜素、0.5%小檗碱和 1.3%苦参碱对苹果树腐烂病菌(*Valsa mali*)的毒力测定结果表明,所使用的植物源杀菌剂对苹果树腐烂病原菌也能够起到抑制作用^[23]。植物源杀菌剂在由镰孢菌引起的茎基腐病的防治中也得到了广泛研究。对小麦茎基腐病的病原菌假禾谷镰孢菌的毒力测定试验表明,厚朴酚、香芹酚、牛至油等八种植物源杀菌剂均能有效抑制禾谷镰孢菌的生长,且都能够减轻病害的发生^[24]。

本研究使用的 5 种植物源杀菌剂在 TGF-2 的毒力测定试验中,20%丁子香酚的 EC₅₀ 值最低且低于作为阳性对照的 75%脲菌·戊唑醇。在对 TGJ-12 的毒力测定试验中,5 种植物源杀菌剂的 EC₅₀ 值均高于作为阳性对照的 75%脲菌·戊唑

醇,其中 EC₅₀ 值最低的也为 20%丁子香酚。综合结果表明在 5 种植物源杀菌剂中 20%丁子香酚对甜瓜茎腐病的两种致病镰孢菌均能起到最好的抑制效果。但本研究未探究 20%丁子香酚对甜瓜茎基腐病的影响,因此后续仍需补充盆栽防治试验验证 20%丁子香酚的防治能力并对其抑菌机理进行探究。

4 结论

本研究从发生茎基腐病的甜瓜幼苗根茎组织中分离得到两株真菌,经鉴定分别为 *F. oxysporum* 和 *F. nirenbergiae*。致病性试验表明两种镰孢菌均能侵染甜瓜导致茎基腐病的发生。在 5 种植物源杀菌剂对两种致病菌的毒力测定试验中发现,20%丁子香酚对 *F. oxysporum* 和 *F. nirenbergiae* 的 EC₅₀ 值最低,分别为 9.413 和 13.768 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,表明 20%丁子香酚对致病菌的毒力最强。本研究旨在为防治甜瓜茎基腐病高效植物源杀菌剂的选择提供理论依据。

参考文献:

- [1] 中国园艺学会西瓜甜瓜专业委员会,全国西瓜甜瓜科研与生产协作组,中国农业科学院郑州果树研究所. 纪念全国西瓜甜瓜科研与生产协作 50 周年暨第 12 次全国西瓜甜瓜学术研讨会论文摘要集[C]. 2009.
- [2] 中国植物病理学会. 中国植物病理学会 2019 年学术年会论文集[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,2019.
- [3] 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.
- [4] 李凡海,王桂清. 我国生物源农药应用现状及对策探讨[J]. 农业科技与装备,2014(8):58-60.
- [5] 高富涛,孙淑君,游秀峰,等. 肉桂精油和姜黄油对四种植物病原菌的抑制作用[J]. 湖北农业科学,2023,62(9):74-77.
- [6] 孙扬. 枯茗酸抑菌活性及其对西瓜枯萎病原菌的抑菌机理研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2020.
- [7] 方中达. 植病研究方法[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,1998.
- [8] 张晶晶,张宁,侯微,等. 一株人参内生真菌的鉴定及对人参根腐病的防效[J]. 东北农业科学,2024,49(1):80-84.
- [9] MAHARACHCHIKUMBURA S S N, HYDE K D, GROENEWALD J Z, et al. Pestalotiopsis revisited[J]. Studies in Mycology, 2014,79:121-186.
- [10] GORDON T R. *Fusarium oxysporum* and the *Fusarium* wilt syndrome[J]. Annual Review of Phytopathology, 2017, 55: 23-39.
- [11] MARTYN R. *Fusarium* wilt of watermelon: 120 years of research[J]. Horticultural Reviews,2014,42:349-442.

[12] ZHOU X G, EVERTS K L, BRUTON B D. Race 3, a new and highly virulent race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* causing *Fusarium* Wilt in watermelon[J]. Plant Disease, 2010, 94(1): 92-98.

[13] BERTOLDO C, GILARDI G, SPADARO D, et al. Genetic diversity and virulence of Italian strains of *Fusarium oxysporum* isolated from *Eustoma grandiflorum*[J]. European Journal of Plant Pathology, 2015, 141(1): 83-97.

[14] LÜ G Y, GUO S G, ZHANG H Y, et al. Transcriptional profiling of watermelon during its incompatible interaction with *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*[J]. European Journal of Plant Pathology, 2011, 131(4): 585-601.

[15] MARTYN R D, NETZER D. Resistance to races 0, 1, and 2 of *Fusarium* Wilt of watermelon in *Citrullus* sp. PI-296341-FR[J]. HortScience, 1991, 26(4): 429-432.

[16] 吴玉星,韩森,王亚娇,等. 河北省小麦主栽品种对茎基腐病抗性鉴定及评价指标相关性分析[J]. 植物保护, 2023, 49(6):267-271,283.

[17] 金鸽,闵康,陈怡铭,等. 早黄瓜茎基腐病菌鉴定及其生物学特性[J]. 河北科技师范学院学报, 2023, 37(2):12-18.

[18] 杨翠凤,滕峥,刘正鲁,等. 15 种中草药提取物对百香果茎基腐病菌的抑制效果[J]. 中国农学通报, 2023, 39(13): 102-108.

[19] 乔帆,陈汉清,李恒,等. 与尖孢镰刀菌枯萎病相关的抑病型土壤研究进展[J]. 热带作物学报, 2019, 40(8):1665-1670.

[20] 赵祥慧. 复叶槭枯萎病病原研究[D]. 南京:南京林业大学, 2020.

[21] 郭宇俊,韩俊艳,李志强,等. 植物源农药的研究与应用[J]. 黑龙江农业科学, 2019(4):131-133.

[22] 胡淑慧,安建松,冯军,等. 羊肚菌烂柄病病原菌的分离纯化及复配型防治药剂的筛选[J]. 农药, 2023, 62(9):684-688.

[23] 毛维兴,李焰,张树武,等. 5 种植物源药剂对苹果树腐烂病室内防效评价[J]. 植物保护, 2019, 45(4):282-287.

[24] 周锋,罗奥迪,韩奥辉,等. 8 种植物源杀菌剂对假禾谷镰刀菌的抑菌活性及对小麦茎基腐病的防效探究[J]. 麦类作物学报, 2023, 43(12):1629-1635.

Identification of Pathogens Causing Muskmelon Stem Basal Rot and Screening of Botanical Fungicides

QI Zezheng¹, YU Lu¹, GUO Xuyu¹, KANG Yue¹, ZHANG Chao², LIU Xiujie², WANG Fang¹

(1. College of Life Sciences and Agroforestry, Qiqihar University / Heilongjiang Provincial Key Laboratory of Resistance Gene Engineering and Protection of Biodiversity in Cold Areas, Qiqihar 161006, China; 2. Qiqihar Agricultural Technology Extension Center, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In 2023, stem basal rot disease of muskmelon seedlings was found in the muskmelon cultivation base of Qiqihar Agricultural Technology Extension Center. In order to identify the cause of the disease and screen out effective botanical fungicides with high virulence against pathogens, tissue separation method was used to isolate the pathogens from infected stem. Two pathogenic fungi were and purified from diseased seedlings, and were identified as *Fusarium oxysporum* and *Fusarium nirenbergiae* by morphological characteristic and ITS-rDNA sequences. Pathogenicity experiments showed that both strains can infect melon seedlings, leading to the occurrence of stem rot disease. Five plant botanical fungicides were accessed the inhibition on the mycelial growth and the toxicity to two fungi. The results showed that all effective concentrations of 20% eugenol, 0.5% matrine and 2.1% carvacrol can inhibit the hyphae growth of two pathogens by more than 30%. The EC₅₀ values of 20% eugenol, 0.5% matrine, 0.5% berberine, 2.1% eugenol, and 80% allicin for *F. oxysporum* were 9.413, 21.497, 36.670, 48.342 and 48.575 mg·L⁻¹, respectively. The EC₅₀ values for *F. nirenbergiae* were 13.768, 14.697, 43.260, 32.475 and 34.158 mg·L⁻¹, respectively. It indicates that among the five botanical fungicides, 20% eugenol has the strongest virulence against the pathogens of musk melon stem basal rot disease.

Keywords: melon; *Fusarium*; stem basal rot; botanical fungicides