湖南农业大学学报(自然科学版) 2025，51(4)：48–53. DOI：10.13331/j.cnki.jhau.2025.04.006
Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences)

引用格式：
邹芬，熊正葵，王春庆，罗向东，马辉刚，何烈干. 江西省番茄灰叶斑病病原菌鉴定及部分杀菌剂的防效[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版)，2025，51(4)：48–53.
ZOU F，XIONG Z K，WANG C Q，LUO X D，MA H G，HE L G. Pathogen identification and control efficacy of selected fungicides on gray leaf spot of tomato(*Solanum lycopersicum*) in Jiangxi Provience[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences)，2025，51(4)：48–53.
投稿网址：http://xb.hunau.edu.cn

江西省番茄灰叶斑病病原菌鉴定及部分杀菌剂的防效

邹芬[1,2]，熊正葵[3]，王春庆[1]，罗向东[2]，马辉刚[1]，何烈干[1*]

(1. 江西省农业科学院植物保护研究所，江西 南昌 330200；2. 江西师范大学生命科学学院，江西 南昌 330022；3. 南昌市农业科学院经济作物所，江西 南昌 330200)

摘要：为明确江西省番茄灰叶斑病的病原，筛选合适的药剂防治该病害，本研究基于形态学观察、致病性测定及分子系统学方法对分离的病原菌进行鉴定，并测定19种杀菌剂对番茄灰叶斑病的田间防效。结果表明：分离得到的番茄灰叶斑病病原菌菌落正面呈黄色，背面呈黄褐色，分生孢子呈砖格状，有1～3个横隔膜，数个纵隔膜，结合致病性测定和ITS与*GAPDH*基因序列聚类结果，确定引起江西省番茄灰叶斑病的病原为番茄匍柄霉(*Stemphylium lycopersici*)；65%代森锌可湿性粉剂对灰叶斑病防效最好，防效达71.35%，其次为75%百菌清可湿性粉剂，防效为68.77%，生产上可交替使用这2种杀菌剂，以延缓番茄灰叶斑病的抗药性。

关键词：番茄；灰叶斑；病原菌鉴定；杀菌剂；防效

中图分类号：S436.412.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1007–1032(2025)04–0048–06

Pathogen identification and control efficacy of selected fungicides on gray leaf spot of tomato(*Solanum lycopersicum*) in Jiangxi Provience

ZOU Fen[1,2], XIONG Zhengkui[3], WANG Chunqing[1], LUO Xiangdong[2], MA Huigang[1], HE Liegan[1*]

(1. Institute of Plant Protection, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang, Jiangxi 330200, China; 2. College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China; 3. Industrial Crop Institute, Nanchang Academy of Agricultural Sciences, Nanchang, Jiangxi 330200, China)

Abstract: To identify the causal agent of gray leaf spot on *Solanum lycopersicum* and to screen for effective control measures, the pathogen was characterized through morphological observation, pathogenicity test and phylogenetic analysis, and the field efficacy of 19 fungicides against this disease was evaluated. The results showed that the isolated pathogen formed colonies that were yellow on the obverse and yellowish-brown on the reverse. The conidia were brick-like, with 1-3 transverse and several longitudinal septa. Based on the pathogenicity tests, as well as phylogenetic analysis of the ITS and *GAPDH* gene sequences, the pathogen causing gray leaf spot of *Solanum lycopersicum* in Jiangxi Province was identified as *Stemphylium lycopersici*. 65% zineb wettable powder(WP) showed the best control efficacy against gray leaf spot of *Solanum lycopersicum* with an efficacy of 71.35%, followed by 75% chlorothalonil WP with an efficacy of 68.77%. These fungicides could be used alternately in production to delay the development of resistance in the pathogen causing gray leaf spot on *Solanum lycopersicum*.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; gray leaf spot; pathogen identification; fungicide; control efficacy

收稿日期：2024–11–12 **修回日期**：2025–07–07
基金项目：江西省自然科学基金项目(20232BAB215036)；江西省蔬菜产业技术体系资助项目(JXARS–06)；江西师范大学研究生创新基金项目(YJS2023063)
作者简介：邹芬(1993—)，女，江西宜春人，博士，助理研究员，主要从事蔬菜病害防控研究，zoufen163@163.com；*通信作者，何烈干，硕士，副研究员，主要从事蔬菜病害防控研究，heliegan24@163.com

番茄(*Solanum lycopersicum*)是全球最受欢迎的蔬菜之一，富含维生素A、胡萝卜素、茄红素等营养成分，在世界各地均被广泛种植[1]。目前已报道的危害番茄较重的病害超过40种[2]，给番茄产量和品质造成了严重影响。灰叶斑病是一种重要的叶部病害[3–4]，在美国、韩国、马来西亚等多个国家均有发生[5]，在温暖潮湿地区发生更为严重，若防治不及时，能导致番茄减产20%～80%[6]。番茄灰叶斑病也称番茄匍柄霉叶斑病，由匍柄霉属(*Stemphylium*)真菌引起，主要包括茄匍柄霉(*S. solani*)、番茄匍柄霉(*S. lycopersici*)和葱叶枯匍柄霉(*S. botryosum*)[7]，不同国家或地区报道的病原种类略有不同[8]。NASEHI等[9]报道马来西亚柔佛州该病害的病原为茄匍柄霉；GANNIBAL[10]报道俄罗斯番茄灰叶斑病的病原以番茄匍柄霉为主；ROTEM等[11]报道以色列该病害的病原为葱叶枯匍柄霉。在我国，包括山东[6]、浙江[8]、重庆[12]在内的多个省(市)曾报道该病害的病原菌为茄匍柄霉或番茄匍柄霉，但江西尚未见该病害的报道。

当前，番茄灰叶斑病的防治以使用杀菌剂为主[13]。截至目前，我国已登记的防治番茄灰叶斑病的杀菌剂仅有45%乙霉·苯菌灵可湿性粉剂、200 g/L氟酰羟·苯甲唑悬浮剂和400 g/L氟唑菌酰羟胺·咯菌腈悬浮剂3种。但有研究表明多种杀菌剂可用于防治该病害，如琥珀酸脱氢酶类杀菌剂(succinate dehydrogenase inhibitors, SDHIs)，包括啶酰菌胺、氟唑菌酰羟胺、氟唑菌酰胺，甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂(quinone outside inhibitors, QoIs)，包括吡唑醚菌酯和嘧菌酯，麦角甾醇生物合成抑制剂(ergosterol biosynthesis inhibitors，EBIs)苯醚甲环唑和戊唑醇[14]。鉴于此，本研究选取19种已登记的用于防治蔬菜、果树等真菌病害的常用杀菌剂，以番茄灰叶斑病为研究对象开展田间药效试验，以期筛选出高效安全的防控药剂，为防控该病害提供用药参考。

1　材料与方法

1.1　供试材料

供试病样：2021—2022年，在南昌市农业科学院番茄种植基地采集具有明显症状的番茄灰叶斑病叶片，做好标记并带回实验室。

供试番茄品种为H28，由南昌市农业科学院自主培育。

培养基：胡萝卜琼脂培养基(carrot agar，CA)，胡萝卜200 g、琼脂粉15 g，蒸馏水定容至1 L，121 ℃高压蒸汽灭菌20 min；马铃薯葡萄糖琼脂培养基(potato dextrose agar，PDA)，马铃薯200 g、葡萄糖20 g、琼脂15 g，蒸馏水定容至1 L，121 ℃高压蒸汽灭菌20 min。

供试药剂：10%苯醚甲环唑水分散粒剂(A)、29%吡萘·嘧菌酯悬浮剂(B)，由先正达南通作物保护有限公司出品；50%唑醚·丙森锌水分散粒剂(C)，由山西运城绿康实业有限公司出品；50%腐霉利可湿性粉剂(D)，由日本住友化学株式会社出品；70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(E)，由山东邹平农药有限公司出品；50%嘧菌环胺水分散粒剂(F)、250 g/L丙环唑乳油(G)，由瑞士先正达作物保护有限公司出品；80%多菌灵可湿性粉剂(H)、200 g/L氟酰羟·苯甲唑悬浮剂(I)、400 g/L氟硅唑乳油(J)，由河北冠龙农化有限公司出品；75%百菌清可湿性粉剂(K)，由先正达(苏州)作物保护有限公司出品；65%代森锌可湿性粉剂(L)，由山东利邦农化有限公司出品；250 g/L嘧菌酯悬浮剂(M)，由烟台欧贝斯生物化学有限公司出品；40%苯甲·肟菌酯水分散粒剂(N)，由利民化学有限责任公司出品；250 g/L咪鲜胺乳油(O)，由苏州富美实植物保护剂有限公司出品；50%啶酰菌胺水分散粒剂(P)，由山西泓洋化工有限公司出品；430 g/L戊唑醇悬浮剂(Q)，由青岛泰源科技发展有限公司出品；40%苯甲·吡唑酯悬浮剂(R)，由德州祥龙生化有限公司出品；325 g/L苯甲·嘧菌酯悬浮剂(S)，由浙江宇龙药业有限公司出品。

1.2　方法

1.2.1　病原菌的分离与纯化

采用组织分离法[15]对样品进行病原菌分离。从叶片病健交界处切取5 mm×5 mm的组织块，用75%乙醇消毒15~30 s，无菌水漂洗3次，于灭菌滤纸上晾干，放入PDA培养基中培养，25 ℃黑暗培养5 d后，挑取边缘菌丝转移至新的PDA中，再进行单孢分离纯化。分离纯化的菌株接种于PDA培养基斜面，保存于13 ℃冰箱备用。

1.2.2　病原菌形态学鉴定

将分离纯化的菌株接种于PDA平板，25 ℃暗培养7 d后，观察记录菌落形态；同时将菌株接种于CA

平板，25 ℃暗培养10 d，诱导产孢，在显微镜下观察菌丝、分生孢子梗及分生孢子的形态特征，同时测量分生孢子的尺寸。

1.2.3 病原菌致病性测定

采用苗期喷雾法进行致病性测定。将纯化的菌株接种于PDA培养基上活化，5 d后转接于CA培养基上培养，10 d后在CA 培养基中加入无菌水洗脱孢子，双层纱布过滤后，制备成1×10^{4}个/mL孢子悬浮液，喷洒于4～6叶期的番茄植株上，以喷施清水为对照，25 ℃下保湿培养，每日观察记录发病情况。

1.2.4 病原菌分子生物学鉴定

将分离纯化的菌株接种于PDA培养基，25 ℃培养7 d，收集菌丝，液氮研磨后提取基因组DNA。用核糖体内转录间隔区(ITS)通用引物ITS1(5′–TCCGTAGGTGAACCTGCGG–3′)/ITS4(5′–TCCTCCGCTTATTGATATGC–3′)和甘油醛–3–磷酸脱氢酶基因(*GAPDH*)引物gpd1(5′–GCACCGACCACAAAAATC–3′)/gpd2(5′–GGGCCGTCAACGACCTTC–3′)进行PCR扩增，扩增产物经1.5%琼脂糖凝胶电泳检测后，送至擎科(湖南)生物技术有限公司进行测序，再将测序结果在NCBI数据库中进行同源性比对，下载相关序列，使用MEGA7.0软件采用邻接法构建系统发育树。

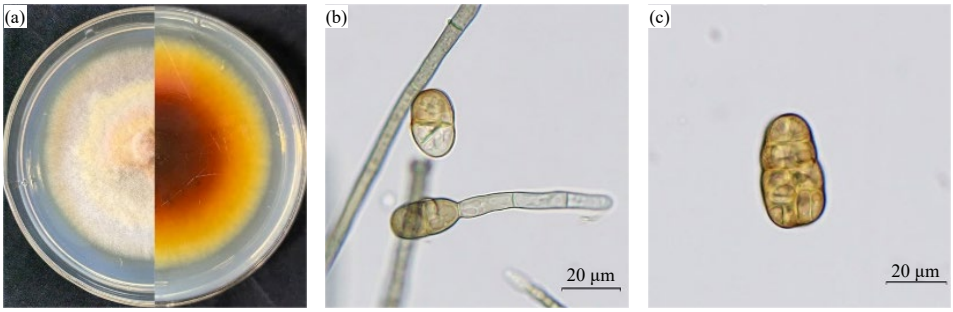
1.2.5 不同药剂对番茄灰叶斑病的田间防治效果测定

试验地点位于南昌市农业科学院实验基地，实验地块为灰叶斑病常发重发区。试验共设置20个处理，分别为A药剂1 500 g/hm^2，B药剂900 mL/hm^2，C药剂525 mL/hm^2，D药剂1 500 g/hm^2，E药剂810 g/hm^2，F药剂1 605 g/hm^2，G药剂750 mL/hm^2，H药剂1 312.5 g/hm^2，I药剂750 mL/hm^2，J药剂150 mL/hm^2，K药剂3 900 g/hm^2，L药剂5 550 g/hm^2，M药剂1 350 mL/hm^2，N药剂262.5 mL/hm^2，O药剂2 100 mL/hm^2，P药剂675 g/hm^2，Q药剂525 mL/hm^2，R药剂700.5 mL/hm^2，S药剂750 mL/hm^2，以清水处理为对照，每个小区面积11.36 m^2，每个处理3个重复。于2024年6月4日即发病初期第一次施药，于6月14日第二次施药，6月21日调查发病情况，计算防治效果。每小区5点取样，每点调查3株番茄，每株调查上、中、下各10片成熟叶。统计总叶片数和各级发病叶片数。叶片病情分级标准如下：0级，无病斑；1级，病斑面积占整个叶面积的5%及以下；3级，病斑面积占整个叶面积的6%～10%；5级，病斑面积占整个叶面积的11%～20%；7 级，病斑面积占整个叶面积的21%～50%；9级，病斑面积占整个叶面积的51%及以上。依据文献[16]的方法计算病情指数及防治效果。

2 结果与分析

2.1 病原菌形态学观察结果

病原菌菌落在PDA培养基上呈近圆形，正面呈浅黄色，背面呈黄褐色，有部分气生菌丝(图1(a))；分生孢子梗淡褐色，圆柱状，有横隔；分生孢子呈砖格状，大小为(15.4~41.9) μm×(9.8~20.0) μm，顶端和基部均钝圆，淡褐色至深褐色，有1～3个横隔膜，数个纵斜隔膜，中腰部横隔膜处隘缩(图1(b)、图1(c))，与李宝聚等[17]描述的番茄匍柄霉形态基本一致。



(a) 菌落；(b) 分生孢子梗；(c) 分生孢子

图1 番茄灰叶斑病菌的形态特征

Fig.1 Morphological characteristics of the pathogen causing gray leaf spot in *Solanum lycopersicum*

2.2　病原菌致病性的测定结果

人工接种病原菌2～3 d后，叶片上出现棕黑色细小斑点，随后病斑扩大，病斑中央呈灰色，边缘呈黄褐色；接种7 d后，症状和田间发病病株的症状相似，而对照植物基本无症状(图2)。从接种病原菌后发病的番茄叶片上取样，再进行病原菌分离操作，所得病原菌的形态特征与从田间病株上分离得到的病原菌一致。表明该病原菌为番茄灰叶斑病病原菌。

(a) 田间病害发病症状；(b) 田间病害发病症状；(c) 室内接种7 d后番茄的发病症状；(d) 对照

图2　番茄灰叶斑病田间自然发病症状和分离菌株室内接种番茄发病症状

Fig.2　Field symptoms of natural gray leaf spot infection and indoor symptoms induced by inoculation of isolated strains on *Solanum lycopersicum*

2.3　病原菌分子生物学鉴定结果

以HYB–1、HYB–2菌株为代表，用ITS序列和*GAPDH*基因引物分别进行PCR扩增，将获得的序列提交至GenBank，HYB–1菌株登录号分别为OL455728、PP117926，HYB–2菌株登录号分别为PP094762、PP117927。2株菌株的ITS和*GAPDH*序列与NCBI上番茄匍柄霉(*Stemphylium lycopersici*)序列一致性均为99%以上。下载番茄匍柄霉邻近属种的ITS和*GAPDH*序列，以链格孢菌(*Alternaria alternata*)为外群，构建ITS–*GAPDH*双基因系统发育树(图3)，结果显示HYB–1、HYB–2和番茄匍柄霉聚类于同一分支。因此，结合形态学特征、致病性和系统发育树结果，确定江西省番茄灰叶斑病的病原为番茄匍柄霉。

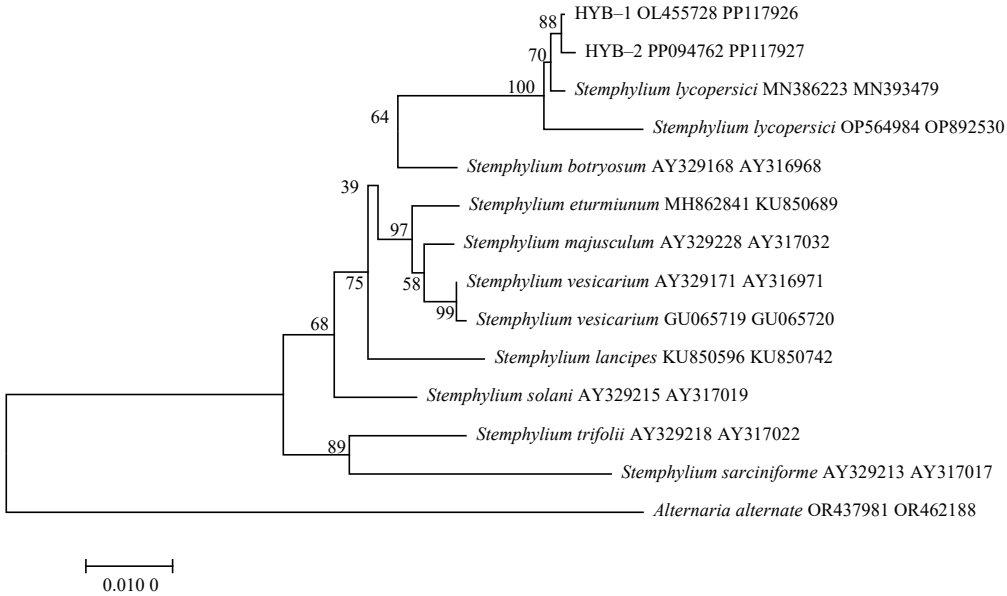


图3　根据ITS和*GAPDH*基因序列构建的系统发育树

Fig.3　Phylogenetic tree based on ITS and *GAPDH* gene sequences

2.4　不同药剂对番茄灰叶斑病的田间防效

选取19种药剂开展田间防效试验，结果(表1)表明，65%代森锌可湿性粉剂对番茄灰叶斑病的防治效果最好，防治效果可达71.35%；其次为75%百菌清可湿性粉剂和250 g/L丙环唑乳油，防治效果分别为68.77%和61.03%。

表1 不同杀菌剂对番茄灰叶斑病的田间防效

Table 1 Field efficacies of different fungicides against gray leaf spot of *Solanum lycopersicum*

处理	病情指数/%	防治效果/%
10%苯醚甲环唑水分散粒剂	52.59	38.97ef
29%吡萘·嘧菌酯悬浮剂	59.75	30.66f
50%唑醚·丙森锌水分散粒剂	65.93	23.50g
50%腐霉利可湿性粉剂	48.58	43.63de
70%甲基硫菌灵可湿性粉剂	42.72	50.43c
50%嘧菌环胺水分散粒剂	56.05	34.96f
250 g/L丙环唑乳油	33.58	61.03b
80%多菌灵可湿性粉剂	79.26	8.02i
200 g/L氟酰羟·苯甲唑悬浮剂	39.75	53.87c
400 g/L氟硅唑乳油	76.30	11.46hi
75%百菌清可湿性粉剂	26.91	68.77a
65%代森锌可湿性粉剂	24.69	71.35a
250 g/L嘧菌酯悬浮剂	77.28	10.32i
40%苯甲·肟菌酯水分散粒剂	72.84	15.47h
250 g/L咪鲜胺乳油	48.15	44.13d
50%啶酰菌胺水分散粒剂	48.64	43.55de
430 g/L戊唑醇悬浮剂	52.10	39.54e
40%苯甲·吡唑酯悬浮剂	66.91	22.35g
325 g/L苯甲·嘧菌酯悬浮剂	47.90	44.41d
清水对照	86.17	

注：同列数据不同小写字母表示处理间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。

3 结论与讨论

灰叶斑病是番茄中新出现的流行病害，随着全球气温的不断升高，该病害的发生有逐渐加重的趋势。江西地处长江中下游，春、夏季温度高，雨水偏多，易导致该病害的发生和蔓延。本研究结合形态学观察、致病性测定和分子系统学分析，明确了番茄匍柄霉为引起江西省番茄灰叶斑病的病原菌。番茄匍柄霉寄主广泛，可为害包括番茄、辣椒[18]等园艺作物和菊花[19]、长寿花[20]等观赏作物以及橡胶树[21]等经济作物在内的30多种作物[22]，引起叶斑病或褐斑病，因此应加强对该病原的防范和管理。

番茄灰叶斑病田间药效试验结果表明，65%代森锌可湿性粉剂防治效果最好，达71.35%。代森锌是一种具有保护作用的二硫代氨基甲酸盐类杀菌剂，被广泛用于蔬菜、果树等作物的病害防治[23]，但鲜见利用该药剂对番茄灰叶斑病进行防治的报道。本研究结果表明生产上可优先选用代森锌用于番茄灰叶斑病的防治。另外，本研究结果表明百菌清对番茄灰叶斑病的田间防治效果也较好，防效达68.77%，而李戌清等[14]的研究结果表明，75%百菌清可湿性粉剂对番茄灰叶斑病菌的抑菌效果一般，EC_{50}为0.33 μg/mL，推测可能是田间和室内测定结果存在差异的原因。DEVI等[24]的研究结果表明，250 mg/L的25%丙环唑乳油对番茄匍柄霉具有100%的抑制作用，该药剂联合25.9%戊唑醇乳油使用，田间防效可达88.0%～89.3%。本研究中，250 g/L丙环唑乳油单独使用时的田间防效为61.03%，效果较好。丙环唑属于三唑类杀菌剂，但本研究中同为三唑类杀菌剂的苯醚甲环唑和戊唑醇对番茄灰叶斑病的田间防治效果较差，因此生产上应谨慎用药，且注意轮换用药，在最大程度实现病害防控的同时减少抗药性的产生。此外，DEVI等[24]还发现50%多菌灵可湿性粉剂对番茄匍柄霉的抑制效果较差，本研究中80%多菌灵可湿性粉剂的田间防治效果也较差。

啶酰菌胺在由茄匍柄霉引起的番茄匍柄霉叶斑病防控中发挥重要作用，谢学文[25]和LIN等[26]分别采用菌丝生长法测定了啶酰菌胺对茄匍柄霉的敏感性基线，平均EC_{50}值分别为1.07、0.62 μg/mL；LIN等[26]的研究结果表明该药剂存在36.7%的抗药性风险。本研究中啶酰菌胺对番茄灰叶斑病的田间防治效果一般，为43.55%，一方面可能该病原菌对啶酰菌胺产生了抗药性，另一方面本研究中番茄灰叶斑病病原为番茄匍柄霉，与茄匍柄霉相比，番茄匍柄霉可能对啶酰菌胺的敏感性更低。

本研究结果表明，生产上可选用代森锌和百菌清2种药剂防治江西省的番茄灰叶斑病。

参考文献：

[1] 李文治，马诗经，何文江，等. 番茄红素微胶囊的制备及抗炎活性分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版)，2024，50(1)：113–118.

[2] 杜永臣，严准，王孝宣，等. 番茄育种研究主要进展[J]. 园艺学报，1999，26(3)：161–169.

[3] WANG H，SANCHEZ-MOLINA J A，LI M，et al. Development of an empirical tomato crop disease model：a case study on gray leaf spot[J]. European Journal of Plant Pathology，2020，156(2)：477–490.

[4] YANG H H，ZHAO T T，JIANG J B，et al. Transcriptome analysis of the *Sm*-mediated hypersensitive response to *Stemphylium lycopersici* in tomato[J]. Frontiers in Plant Science，2017，8：1257.

[5] SU X M，ZHU G T，HUANG Z J，et al. Fine mapping and molecular marker development of the *Sm* gene conferring resistance to gray leaf spot(*Stemphylium* spp.) in tomato[J]. Theoretical and Applied Genetics，2019，132(4)：871–882.

[6] 刘安敏，孙家栋，陶秀珍，等. 保护地番茄灰叶斑病的发生与综合防治[J]. 中国植保导刊，2004，24(4)：23–24.

[7] KIM B S，CHO H J，HWANG H S，et al. Gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium solani*[J]. Plant Pathology Journal，1999，15：348–350.

[8] 李戌清，田忠玲，王宏，等. 浙江番茄灰叶斑病病原菌[J]. 菌物学报，2016，35(9)：1151–1156.

[9] NASEHI A，KADIR J B，ABIDIN M Z，et al. First report of tomato gray leaf spot disease caused by *Stemphylium solani* in Malaysia[J]. Plant Disease，2012，96(8)：1226.

[10] GANNIBAL P B. First report of *Stemphylium lycopersici* from Far East Russia：a new record and new host[J]. Mycotaxon，2013，121(1)：371–374.

[11] ROTEM J，COHEN Y，WAHL I. A new tomato foliage disease in Israel caused by *Stemphylium botryosum*[J]. Canadian Journal of Plant Science，1966，46(3)：265–270.

[12] 杨琦凤，潘光辉，汝学娟，等. 重庆地区番茄灰叶斑病的发生与防治[J]. 南方农业，2012，6(6)：28–29.

[13] BHATIA J N，CHAHAL D. Studies on effectiveness of certain new fungicides in controlling *Stemphylium* blight of onion seed crop[J]. Agricultural Science Digest：a Research Journal，2014，34(3)：237.

[14] 李戌清，田忠玲，郑积荣，等. 番茄灰叶斑病病原菌生物学特性及杀菌剂筛选[J]. 浙江农业学报，2015，27(11)：1953–1959.

[15] 方中达. 植病研究方法[M]. 3版. 北京：中国农业出版社，1998.

[16] 卫鑫辰，赵子璇，谢学文，等. 番茄溃疡病拮抗菌ZF516分离鉴定及生防效果研究[J/OL]. 植物病理学报，2024：1–13. (2024–12–16). https://link.cnki.net/doi/10.13926/j.cnki.apps.001674.

[17] 李宝聚，周艳芳，李金萍，等. 李宝聚博士诊病手记(三十) 番茄匍柄霉叶斑病(灰叶斑病)的诊断与防治[J]. 中国蔬菜，2010(23)：24–26.

[18] KIM B S，YU S H，CHO H J，et al. Gray leaf spot in peppers caused by *Stemphylium solani* and *S. lycopersici*[J]. The Plant Pathology Journal，2004，20(2)：85–91.

[19] NISHI N，MUTA T，ITO Y，et al. Ray speck of *Chrysanthemum* caused by *Stemphylium lycopersici* in Japan[J]. Journal of General Plant Pathology，2009，75(1)：80–82.

[20] TOMIOKA K，SATO T，SASAYA T，et al. Leaf spot of kalanchoe caused by *Stemphylium lycopersici*[J]. Japanese Journal of Phytopathology，1997，63(4)：337–340.

[21] XU X Z，JI X B，SHI Z K，et al. First report of *Stemphylium lycopersici* causing leaf spot on *Hevea brasiliensis* in China[J]. Plant Disease，2022，106(8)：2259.

[22] FRANCO M E E，LÓPEZ S M Y，MEDINA R，et al. The mitochondrial genome of the plant-pathogenic fungus *Stemphylium lycopersici* uncovers a dynamic structure due to repetitive and mobile elements[J]. PLoS One，2017，12(10)：e0185545.

[23] 叶倩，朱富伟，黄聪灵，等. 代森锌及其代谢物乙撑硫脲在蔬菜中残留风险评估[J]. 中国农学通报，2024，40(22)：143–148.

[24] DEVI M，BANYAL D K，ANUDEEP B M，et al. Management of gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium lycopersici* under protected cultivation[J]. Plant Disease Research，2021，36(2)：154-160.

[25] 谢学文. 我国蔬菜匍柄霉叶斑病的病原学及对啶酰菌胺抗药性研究[D]. 沈阳：沈阳农业大学，2017.

[26] LIN S Y，FAN H Y. The occurrence and mechanism of field resistance to boscalid and pyraclostrobin in *Stemphylium solani*，the causal agent of tomato gray leaf spot in China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology，2024，204：106028.

责任编辑：毛友纯
英文编辑：罗　维