

杨小林, 张佑宏, 王佐乾, 等. 鄂北岗地山药病害病原菌鉴定 [J]. 福建农业学报, 2021, 36 (1): 59-64.

YANG X L, ZHANG Y H, WANG Z Q, et al. Pathogens Infecting Chinese Yams Planted on Ridges in Northern Hubei [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2021, 36 (1): 59-64.

鄂北岗地山药病害病原菌鉴定

杨小林^{1,2}, 张佑宏³, 王佐乾², 常向前², 吕亮², 张舒^{2*}, 杨新笋^{4*}

(1. 粮食作物种质创新与遗传改良湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430064; 2. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 湖北 武汉 430064; 3. 湖北省生物农药工程研究中心, 湖北 武汉 430064; 4. 湖北省农业科学院粮食作物研究所, 湖北 武汉 430064)

摘要:【目的】开展鄂北岗地山药病害病原菌的鉴定, 探索引起病害的病原菌及其分类地位, 为进一步研究其发生规律及制定切实有效的防治措施提供依据。【方法】采集鄂北岗地山药地上组织病害样本, 利用植物病理学组织分离法和 ITS-PCR 技术, 通过病原物培养形态、显微观察、ITS 鉴定比对和致病性测定验证, 进行山药病害病原菌的分离和鉴定。【结果】鄂北岗地山药病害的病原真菌系链格孢属互隔交链孢霉 (*Alternaria alternata*), 刺盘孢属果生炭疽菌 (*Colletotrichum fructicola*) 和胶孢炭疽菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*), 毛色二孢属假可可毛色二孢 (*Lasiodiplodia pseudotheobromae*)。【结论】以上结果揭示鄂北岗地山药有多病害发生, 病原菌组成复杂。山药炭疽病及其他病害均可导致山药地上组织枯萎甚至死亡。

关键词: 山药; 病原菌; 形态学; ITS 鉴定; 刺盘孢属

中图分类号: S 432.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-0384 (2021) 01-0059-06

Pathogens Infecting Chinese Yams Planted on Ridges in Northern Hubei

YANG Xiaolin^{1,2}, ZHANG Youhong³, WANG Zuoqian², CHANG Xiangqian²,
LYU Liang², ZHANG Shu^{2*}, YANG Xinsun^{4*}

(1. Hubei Key Laboratory of Food Crop Germplasm and Genetic Improvement, Wuhan, Hubei 430064, China; 2. Institute of Plant Protection and Soil Science, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064, China; 3. Hubei Biological Pesticide Engineering Research Center, Wuhan, Hubei 430064, China; 4. Institute of Food Crops, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064, China)

Abstract: 【Objective】 Pathogens that cause serious diseases on *Dioscorea batatas* Decne grown on the mountain ridges in northern Hubei province were investigated to facilitate drafting effective disease prevention and control measures. 【Method】 Specimens of aboveground parts of the diseased plants were collected for pathogen isolation. The isolates were identified by colonial morphology, microstructure, and blasting sequence of ITS as well as the pathogenicity determination with tissue separation of phytopathology and ITS-PCR. 【Result】 The isolated pathogenic fungi included *Alternaria alternata*, *Colletotrichum fructicola*, *C. gloeosporioides*, and *Lasiodiplodia pseudotheobromae*. 【Conclusion】 The pathogens causing the diseases, such as anthracnose, that can lead to withering or death of Chinese yams at the region were highly diversified and complex.

Key words: *Dioscorea batatas* Decne; pathogen; morphology; ITS identification; *Colletotrichum*

0 引言

【研究意义】山药 (*Dioscorea batatas* Decne),

又名大薯、薯蕷, 是一种药食两用的深根性草质藤本植物^[1], 是薯类的一个重要类别。由于山药具有较高的药用价值和营养价值^[2-3], 鄂北岗地一直有种植

收稿日期: 2020-07-30 初稿; 2020-12-20 修改稿

作者简介: 杨小林 (1971-), 女, 博士, 研究员, 研究方向: 植物病原菌致病性及病虫害防控技术 (E-mail: 1205600908@qq.com);

共同第一作者: 张佑宏 (1970-), 男, 副研究员, 研究方向: 作物病虫害绿色防控技术 (E-mail: 2430204775@qq.com)

* 通信作者: 张舒 (1964-), 男, 研究员, 研究方向: 作物病虫害研究及防控 (E-mail: zs6410@163.com); 杨新笋 (1967-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 鄂薯系列新品种的创制及应用 (E-mail: yangxinsun@163.com)

基金项目: 粮食作物种质创新与遗传改良湖北省重点实验室基金项目 (2019Lzjj06); 国家重点研发计划项目 (2018YFD0301305)

山药的栽培传统,随着农村产业结构的调整和山药种植面积逐年扩大,山药已成为当地农村经济的主导产业。山药栽培过程中为害地上叶片和茎蔓造成枯叶枯枝的重要病害有炭疽病^[4]、褐斑病等,常年因病害减产 20% 左右,严重年份达到 80%,给山药产业造成了极大的损失。由于对山药主要病害的病原菌欠缺分离和鉴定,致使病害的病原菌不清,因此开展对山药病害病原菌的分离和鉴定是当务之急。【前人研究进展】对造成作物炭疽病害的炭疽菌(刺盘孢属, *Colletotrichum*)的研究,从最初报道发现至今已有很长的历史,炭疽菌已成为世界第八重要植物病原真菌^[4]。基于形态学特征和分子生物学技术,多国学者在其分类方面取得了显著的进展^[5-6]。王国平团队^[7]通过对我国梨品种中的白梨、砂梨和西洋梨炭疽病样品的研究,表明果生炭疽菌 *C. fructicola* 是我国梨树炭疽病的优势流行菌种,研究还发现两个刺盘孢属新种 *C. jinshuiense* 和 *C. pyrifoliae*。山药炭疽病是引起山药地上叶片和藤蔓组织发病的重要病害,国内外关于山药病原菌的研究表明,山药炭疽病原菌属于子囊菌亚门胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz)^[8-11]、*Gloeosporium Pestis*^[12] 或者辣椒炭疽菌(*Colletotrichum capsici*)^[13]。Dean 的研究结果表明,山药炭疽病原菌在地理分布上存在差异^[10]。【本研究切入点】鄂北岗地山药病害严重且病原菌不清,有关鄂北岗地山药病害病原菌的研究未见报道。【拟解决的关键问题】明确鄂北岗地山药病害病原菌的分类地位,科学认识鄂北岗地山药病害的病原特性,通过与其他作物上同类病原菌的分类进行比较,从而有效指导科学用地,避免病害相互侵染。

1 材料与方法

1.1 病样采集和病原菌的获得

1.1.1 鄂北岗地山药病害病样采集 2019年8月于鄂北谷城县调研山药生产情况,发现山药病叶,装袋保存并记录,带回实验室保存备用。

1.1.2 病原菌的分离和纯化 采用组织分离法^[14]对叶片病样进行病原物的分离与纯化。

1.2 致病性测定

准备接种用的 5 mm 菌饼若干。在 9 cm 培养皿底部垫上用无菌水浸湿的纸巾,将新鲜健康山药叶片平铺于培养皿中保湿,采用人工离体接种方法进行致病性测定,接种方法包括有伤、无伤两种处理方式^[15]。

1.3 病原菌的形态特征观察

1.3.1 病原菌 PDA 菌落观察 于 PDA 平板上 25 ℃、

12 h/12 h 光暗交替下培养病原菌 7 d,观察菌落的形态特征;用 0.05% 吐温 20 溶液洗下病原菌孢子,制作玻片在 OLYMPUS 1X2-UCB 显微镜下观察病原菌的形态。

1.3.2 病原菌侵入组织观察 以山药叶片主叶脉为中心,对称切取 2 块 1 cm² 接种后的山药叶片,参照文献^[16]的方法进行染色并保存备用;制作简易玻片^[14],于显微镜下观测病原菌的形态特征并拍照。

1.4 病原菌的分子鉴定

采用 CTAB 方法^[17]提取病原物基因组 DNA,进行 ITS-PCR 鉴定^[18],通过 PCR 产物测序获得病原真菌 ITS 序列,与 GenBank 中的序列进行 BLAST 比对分析。引物合成和 PCR 扩增产物测序分别由上海生工生物工程技术有限公司和武汉天一辉远公司完成。

2 结果与分析

2.1 病原物的形态特征

于鄂北岗地谷城县春天山药种植专业合作社田间采得山药感病叶片,上面清晰可见褐色不规则形状病斑(图 1)。于实验室分离获得真菌分离物,经纯化后获得 4 个代表菌株,分别标记为 C20FG001~C20FG004(图 2)。在 PDA 培养基上,C20FG001 菌落灰色,气生菌丝发达,表面蓬松,边缘整齐。该菌在常规培养基上不产生子实体,后在人工接种 24 h 的山药叶片上发现有分生孢子,孢子大小约 13.77 μm × 4.22 μm,呈长筒形,内有核,分成双孢(图 3-A)。C20FG002 菌落灰白色,短绒状,紧凑,圆形,边缘较整齐。菌丝光滑有隔膜,分生孢子大小约 20.15 μm × 9.83 μm,倒棒状或纺锤形,顶端有喙状突出,成熟的分生孢子内有 2 至多个分隔,分生孢子可数个成链(图 3-B)。C20FG003 菌落色深,近黑色,短绒状,色均,圆形,边缘整齐。营养菌丝光滑有隔,分生孢子大小约 14.92 μm × 4.27 μm,两端钝圆,有的中间略有内陷,棍棒形或圆柱状,内部中间色浅两端色深,显示有物质均匀分布(图 3-C)。C20FG004 菌落深灰色,紧凑,色均,平展,边缘整齐。营养菌丝有隔,分生孢子大小约 13.11 μm × 4.40 μm,两端钝圆,多数呈短圆柱状,少数为纺锤形,孢子内中间色浅两端色深有物质均匀分布(图 3-D)。

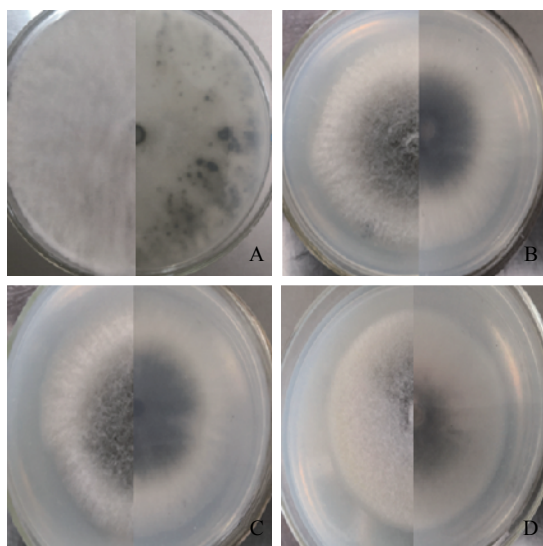
2.2 病原菌的 ITS 鉴定

为进一步明确病菌的分类地位,对菌株进行 DNA-ITS 鉴定(图 4)。4 段序列的大小介于 510~550 bp。比对 Genbank 中已登录的模式序列,发现代表菌株 C20FG001 与假可可毛色二孢(*Lasiodiplodia pseudotheobromae*, 登录号为 KY783459.1)的同源相



图 1 山药病叶

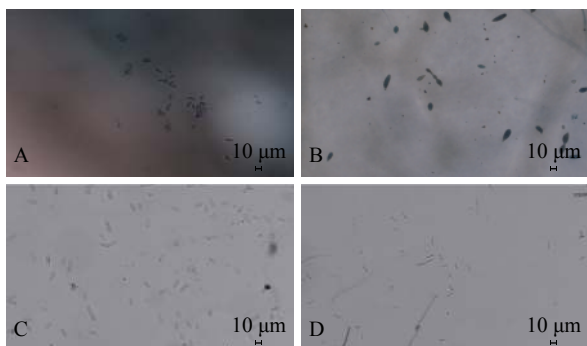
Fig. 1 Diseased leaves on vines of Chinese yam



注：A. C20FG001; B. C20FG002; C. C20FG003; D. C20FG004
Note: A: C20FG001; B: C20FG002; C: C20FG003; D: C20FG004.

图 2 菌落形态

Fig. 2 Colony morphology

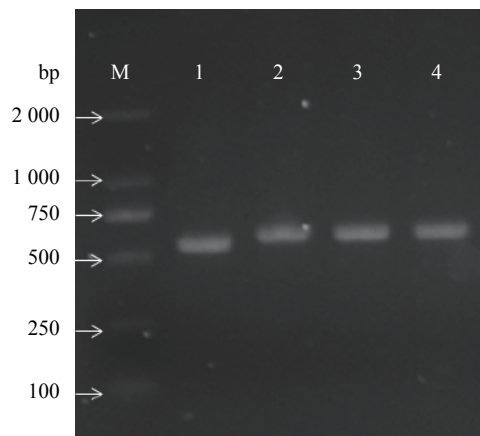


注：A. C20FG001; B. C20FG002; C. C20FG003; D. C20FG004
Note: A: C20FG001; B: C20FG002; C: C20FG003; D: C20FG004.

图 3 显微形态

Fig. 3 Microstructure

似性达 100%，C20FG002 与互隔交链孢霉 (*Alternaria alternata*, 登录号为 KX064978.1) 的同源相似性达



注：M: DL 2000 marker; 泳道 1-4: 菌 C20FG001~C20FG004

Note: M: DL 2000 marker; Lanes 1-4: fungi C20FG001-C20FG004.

图 4 菌株基因组 DNA-ITS

Fig. 4 Applied fragment of pathogenic fungi by DNA-ITS

99.63%，C20FG003 与果生炭疽菌 (*Colletotrichum fructicola*, 登录号为 KP748224.1) 的同源相似性达 99.27%，C20FG004 与胶孢炭疽菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*, 登录号为 MK967281.1) 的同源相似性达 96.37%。根据菌落的培养形态、分生孢子的显微形态及 ITS 序列的比对分析，确定鄂北岗地山药病害的病原菌包括：座囊菌纲 (Dothideomycetes) 葡萄座腔菌目 (Botryosphaerales) 葡萄座腔菌科 (Botryosphaeriaceae) 毛色二孢属 (*Lasiodiplodia*) 的假可可毛色二孢 (*Lasiodiplodia pseudotheobromae*)、座囊菌纲 (Dothideomycetes) 格孢腔菌目 (Pleosporales) 格孢菌科 (Pleosporineae) 链格孢属 (*Alternaria*) 的互隔交链孢霉 (*Alternaria alternata*)，以及粪壳菌纲 (Sordariomycetes) 小丛壳目 (Glomerellales) 小丛壳科 (Glomerellaceae) 刺盘孢属 (*Colletotrichum*) 的果生炭疽菌 (*C. fructicola*) 和胶孢炭疽菌 (*C. gloeosporioides*)。

2.3 病原菌的致病性测定

无伤情况下分别接种 4 个菌株，山药叶片上均未出现病斑；有伤情况下 (图 5)，接种 4 个菌株的菌饼，C20FG001 经 ITS 鉴定为假可可毛色二孢，接种后叶片于 96 h 出现明显病斑，接种处叶片组织变深褐色，水渍腐烂状。C20FG002 经鉴定为互隔交链孢霉，接种处叶片组织于 24 h 感病，病斑边缘深褐色，中央灰白色，周围有水浸状晕圈。C20FG003 和 C20FG004 系炭疽菌，接种后山药叶片组织于 48 h 后出现明显病斑，96 h 后病斑上出现橘色胶质颗粒，表现明显的炭疽病病状和病症。有伤、无伤空白对照无变化。对人工接种 24 h 后的山药叶片进行染色、脱色处理，显微镜检显示接种 C20FG002、C20FG003

和 C20FG004 的叶片出现大量分生孢子, 孢子外形同图 3; C20FG001 在培养基上没有检测到子实体, 接种 24 h 后通过染色、镜检发现叶片上出现成片的分生孢子 (图 3-A)。分别回收病样并作病菌分离和纯化, 获得菌株的培养性状与接种菌株一致, 因此确定代表菌株 C20FG001、C20FG002、C20FG003 和 C20FG004 是引起谷城县春天山药合作社基地山药叶片及茎蔓发生枯萎和死亡的病原真菌。



注: A. C20FG001; B. C20FG002; C. C20FG003; D. C20FG004

Note: A: C20FG001; B: C20FG002; C: C20FG003; D: C20FG004.

图 5 山药叶片接种菌株后的发病情况

Fig. 5 Symptoms on leaves of Chinese yam plants after artificial fungal inoculation

3 讨论与结论

本研究在山药感病叶片上分离获得 11 个菌株, 经培养、显微观察、ITS 鉴定及序列比对, 选择出代表菌株 4 株, 分别为假可可毛色二孢 *Lasiodiplodia pseudotheobromae*、互隔交链孢霉 *Alternaria alternata*、果生炭疽菌 *Colletotrichum fructicola*、胶孢炭疽菌 *Colletotrichum gloeosporioides*。经致病性测定, 确定这 4 个代表菌株均是引起山药健康叶片感病的致病病原菌。

假可可毛色二孢是农、林业的重要植物致病菌, 其寄主范围广泛, 可侵染寄主植物的枝干和果实, 王佳宁等^[19]报道假可可毛色二孢是引起山东青岛胶南蓝莓枝枯病的致病真菌, 该研究也是对假可可毛色二孢侵染蓝莓的首次报道。本研究从鄂北岗地山药枯死的病组织中分离、鉴定出假可可毛色二孢, 在以往的国内外研究中均未见报道假可可毛色二孢可侵染山药。

链格孢是农作物上的重要致病菌, 至今已报道

的有 500 多种, 能引起寄主作物落花落果和枯梢等, 造成的病害包括重要经济作物, 如柑橘链格孢褐斑病 (*Alternaria brown spot, ABS*)^[20-21]、新疆红枣缩果病和枣果黑斑病^[22], 可导致严重的经济损失。本研究分离获得的互隔交链孢霉, 会造成山药叶片和茎蔓出现病斑甚至枯死, 是否会引起山药块茎产生病害, 还需进一步的研究。

本研究中分离获得的胶孢炭疽菌是狭义的胶孢炭疽菌 *C. gloeosporioides* 和分离获得的果生炭疽菌 *C. fructicola* 同属广义的胶孢炭疽病复合群 *C. gloeosporioides*, 该群最初包括 13 个合格种、10 个新种、1 个变种^[23], 之后不断有新种添加进胶孢炭疽病复合群中^[24]。依据形态学特征和 ITS 序列鉴定出的炭疽病菌属于刺盘孢属 *Colletotrichum* 中的重要分支——胶孢炭疽病复合群 *C. gloeosporioides*, 表明鄂北岗地山药炭疽病系由复合群内多个分类单位的真菌引起的, 其精细分类地位尚需在后续研究中进行多基因与 ApMat 系统发育分析。已报道的鄂西地区山药炭疽病病原为胶孢刺盘孢 (*C. gloeosporioides*)^[4], 其与本研究鉴定出的胶孢刺盘孢 (*C. gloeosporioides*) 是否属于同一种下分类单位, 还需作进一步的采样与鉴定研究。

刺盘孢 (*Colletotrichum*) 中重要的分支菌群胶孢炭疽菌 (*C. gloeosporioides*) 不仅能侵染山药, 而且能够侵染茶叶^[25]、茶源植物多穗柯^[26]、辣椒^[27]、大豆^[28]、草莓^[29]、菠萝蜜^[30]等, 严重影响作物的健康生长, 降低其产量和品质。王薇^[31]通过对苹果炭疽叶枯病的研究, 鉴定出其病原菌为胶孢刺盘孢复合群下的 3 个种: 果生刺盘孢 *C. fructicola*、隐秘刺盘孢 *C. aenigma* 和嘎拉刺盘孢 *C. galae*, 同时对苹果园周边的辣椒、猕猴桃、葡萄等寄主作物的炭疽病标样进行分析测定, 研究结果表明: 来自苹果园周边寄主的炭疽菌可以作为苹果炭疽病的侵染源。鄂北岗地山药生产基地炭疽病菌的来源及周边农作物是否相互感病尚待进一步深入研究。

本研究在形态学鉴定的基础上, 结合现代分子生物学方法对病害的病原菌进行了系统鉴定和分析, 结果显示: 鄂北岗地大田山药的生长环境复杂, 有多病害发生, 厘清病原菌的组成及分类地位, 对于病害的预防和防治, 尤其是对于通过绿色防控措施降低大田环境中的重要病害菌源、减少重要病害造成的经济损失, 以及保障山药产业的健康发展均具有积极意义。

致谢: 感谢湖北省农业科学院薛敏峰博士在测序结果分析中给予的热心帮助!

参考文献：

- [1] 韩帅,张河庆,吴婕,等.四川省山药黑斑病病原菌的鉴定[J].植物保护,2019,45(2):68-74.
HAN S, ZHANG H Q, WU J, et al. Identification of the pathogen causing black rot of yam in Sichuan Province [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (2) : 68-74. (in Chinese)
- [2] 廖朝晖,朱必凤,刘安玲,等.山药主要生化成分含量的测定[J].韶关学院学报,2003,24(6):67-69.
LIAO Z H, ZHU B F, LIU A L, et al. Analysis of major biochemical components in Chinese yam [J]. *Journal of Shaoguan University*, 2003, 24 (6) : 67-69. (in Chinese)
- [3] 覃维治,黄报应,黄开航,等.桂南地区淮山药炭疽病发生规律及防治技术研究[J].河南农业科学,2015,44(7):94-98.
QIN W Z, HUANG B Y, HUANG K H, et al. Occurrence regularity and control techniques of yam anthracnose in southern Guangxi [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44 (7) : 94-98. (in Chinese)
- [4] 刘永清.山药炭疽病病原鉴定及其药剂筛选研究[J].安徽农业科学,2005,33(12):2327,2339.
LIU Y Q. Study on the identification and the fungicide screening of the anthracnose pathogen of Chinese yam [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2005, 33 (12) : 2327, 2339. (in Chinese)
- [5] 黄云,王洪波,李庆,等.山药炭疽病研究: I 炭疽病的症状及其病原鉴定[J].西南农业大学学报,2004,26(1):44-46,54.
HUANG Y, WANG H B, LI Q, et al. Studies on yam anthracnose - symptoms of yam anthracnose and identification of its pathogen [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2004, 26 (1) : 44-46, 54. (in Chinese)
- [6] 朱桂宁,蔡健和,胡春锦,等.广西山药炭疽病病原菌的鉴定与ITS序列分析[J].植物病理学报,2007,37(6):572-577.
ZHU G N, CAI J H, HU C J, et al. Identification and ITS sequence analysis of the pathogen of yam anthracnose in Guangxi [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2007, 37 (6) : 572-577. (in Chinese)
- [7] 傅俊范,王思文,周如军,等.辽宁山药炭疽病病原鉴定及其生物学特性[J].吉林农业大学学报,2014,36(4):395-400.
FU J F, WANG S W, ZHOU R J, et al. Pathogen identification of yam anthracnose and its biological characteristics in Liaoning Province [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2014, 36 (4) : 395-400. (in Chinese)
- [8] 《英汉植物病理学词汇》编辑委员会.英汉植物病理学词汇[M].第2版.北京:中国农业出版社,2001.
- [9] 林永康.福建沙县山药炭疽病病原鉴定及其防治[J].亚热带植物通讯,1998(2):30-33.
LIN Y K. Identification and control of the pathogen of Chinese yam anthracnose in Shaxian, Fujian [J]. *Subtropical Plant Science*, 1998 (2) : 30-33. (in Chinese)
- [10] DEAN R, VAN KAN J A L, PRETORIUS Z A, et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology [J]. *Molecular Plant Pathology*, 2012, 13 (4) : 414-430.
- [11] SREENIVASAPRASAD S, BROWN A E, MILLS P R. DNA sequence variation and interrelationships among *Colletotrichum* species causing strawberry anthracnose [J]. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1992, 41 (4) : 265-281.
- [12] HYDE K D, CAI L, CANNON P F, et al. *Colletotrichum*-names in current use [J]. *Fungal Diversity*, 2009, 39: 147-182.
- [13] FU M, CROUS P W, BAI Q, et al. *Colletotrichum* species associated with anthracnose of *Pyrus* spp. in China [J]. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2019, 42 (1) : 1-35.
- [14] 方中达.植病研究方法[M].第3版.北京:中国农业出版社,1998.
- [15] 刘娟.柑桔园链格孢菌的鉴定与防治[D].重庆:西南大学,2011.
LIU J. Identification and control of *Alternaria* sp. in citrus orchards[D]. Chongqing: Southwest University, 2011. (in Chinese)
- [16] 杨小军,倪汉文,杨立军,等.小麦叶片上小麦白粉病菌的三种染色方法比较[J].华中农业大学学报,2004,33:39-40.
YANG X J, NI H W, YANG L J, et al. Comparison of three dyeing methods of wheat powdery mildew on wheat leaves [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2004, 33: 39-40. (in Chinese)
- [17] 何月秋.真菌菌丝体培养和提取DNA方法的改进[J].菌物系统,2000,19(3):434.
HE Y Q. An improved protocol for fungal DNA preparation [J]. *Mycosystema*, 2000, 19 (3) : 434. (in Chinese)
- [18] 张永信,刘晓杰,冯争光,等.金银花褐斑病病原检测和ITS鉴定[J].河北农业大学学报,2016,39(4):73-77.
ZHANG Y X, LIU X J, FENG Z G, et al. Pathogen detection and ITS identification of *Lonicera japonica* brown spot [J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2016, 39 (4) : 73-77. (in Chinese)
- [19] 王佳宁,赵洪海,尉莹莹,等.蓝莓毛色二胞枝枯病的病原菌[J].菌物学报,2016,35(6):657-665.
WANG J N, ZHAO H H, YU Y Y, et al. The pathogen causing *Lasiodiplodia* twig blight of blueberry [J]. *Mycosystema*, 2016, 35 (6) : 657-665. (in Chinese)
- [20] 李红叶,梅秀凤,符雨诗,等.柑橘链格孢褐斑病的发生危害风险和治理对策[J].果树学报,2015,32(5):969-976.
LI H Y, MEI X F, FU Y S, et al. *Alternaria* brown spot of citrus: The risk and management strategy [J]. *Journal of Fruit Science*, 2015, 32 (5) : 969-976. (in Chinese)
- [21] 葛慈斌,黄素芳,阮传清,等.建阳桔柚两种真菌病原菌的鉴定[J].福建农业学报,2019,34(8):958-964.
GE C B, HUANG S F, RUAN C Q, et al. Pathogens of diseases on Jianyang tangelos [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2019, 34 (8) : 958-964. (in Chinese)
- [22] 何丽.新疆枣果黑斑病菌交链格孢菌产生毒素种类及其致病作用研究[D].石河子:石河子大学,2017.
HE L. Mycotoxins analysis to *Alternaria alternata* that mainly pathogen of ujujbe black spot and toxins caused disease effect to ujujbe in Xinjiang[D]. Shihezi : Shihezi University, 2017. (in Chinese)
- [23] WEIR B S, JOHNSTON P R, DAMM U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex [J]. *Studies in Mycology*, 2012, 73: 115-180.
- [24] LIU F, DAMM U, CAI L, et al. Species of the *Colletotrichum*

- gloeosporioides* complex associated with anthracnose diseases of Proteaceae [J]. *Fungal Diversity*, 2013, 61 (1) : 89–105.
- [25] 谢响焯, 曾思锦, 袁月, 等. 浙江省新昌县茶叶炭疽病病原鉴定及其药剂敏感性测定 [J]. *浙江农业学报*, 2018, 30 (7) : 1188–1193.
- XIE Y Y, ZENG S J, YUAN Y, et al. Pathogen identification and susceptibility to fungicides on tea anthracnose in Xinchang of Zhejiang Province [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2018, 30 (7) : 1188–1193. (in Chinese)
- [26] 宋慧云, 段志豪, 韦嘉怡, 等. 多穗柯炭疽病病原鉴定及其不同杀菌剂的室内毒力测定 [J]. *南方农业学报*, 2019, 50 (3) : 593–599.
- SONG H Y, DUAN Z H, WEI J Y, et al. Pathogen identification of *Lithocarpus polystachyus* Rehd. anthracnose and indoor toxicity measurement of different fungicides [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2019, 50 (3) : 593–599. (in Chinese)
- [27] 王妮, 尹显慧, 彭丽娟, 等. 辣椒炭疽病病原鉴定及其杀菌剂毒力测定 [J]. *植物保护*, 2019, 45 (4) : 216–223.
- WANG N, YIN X H, PENG L J, et al. Identification of the pathogen and toxicity test of fungicides to capsicum anthracnos [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4) : 216–223. (in Chinese)
- [28] 李海云, 靳帅, 张学勤, 等. 大豆炭疽病菌 *Colletotrichum chlorophyti* 的鉴定 [J]. *植物保护*, 2017, 43 (2) : 163–166.
- LI H Y, JIN S, ZHANG X Q, et al. Identification of *Colletotrichum chlorophyti* causing soybean anthracnose [J]. *Plant Protection*, 2017, 43 (2) : 163–166. (in Chinese)
- [29] 王步云, 乔岩, 张涛, 等. 北京地区草莓炭疽病病原鉴定及生物防治药剂筛选 [J]. *河南农业科学*, 2019, 48 (4) : 88–92.
- WANG B Y, QIAO Y, ZHANG T, et al. Identification of pathogens causing strawberry anthracnose and screening of biopesticides in Beijing area [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2019, 48 (4) : 88–92. (in Chinese)
- [30] 顾红杰, 郭利军, 赵亚, 等. 菠萝蜜炭疽病病原菌的形态学与多基因分子系统学鉴定 [J]. *分子植物育种*, 2019, 17 (5) : 1487–1492.
- GU H J, GUO L J, ZHAO Y, et al. Identification of pathogen causing jackfruit anthracnose based on morphology and multi-gene sequence analysis [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2019, 17 (5) : 1487–1492. (in Chinese)
- [31] 王薇. 苹果炭疽叶枯病病原学及苹果炭疽病感染来源研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- WANG W. Etiology of apple glomerallaleaf spot caused by *Colletotrichum* and infection sources of apple bitter bot[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2017. (in Chinese).

(责任编辑: 杨小萍)