

荆州市花生白绢病菌的分离鉴定

危学华^{1*}, 夏鹏亮^{2*}, 肖永欣¹, 尹军良¹, 马东方¹

¹长江大学农学院, 湿地生态与农业利用教育部工程研究中心, 主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心, 湖北 荆州

²湖北省烟草公司恩施市分公司, 湖北 恩施

收稿日期: 2022年5月12日; 录用日期: 2022年7月1日; 发布日期: 2022年7月13日

摘要

为明确引起湖北省荆州市花生白绢病的病原菌种类, 本试验采用组织分离法、形态学鉴定法和基于ITS基因序列的分子鉴定法, 对采自荆州市具有典型白绢病症状的花生植株进行病原菌的分离、纯化和鉴定。结果表明, 引起花生白绢病的病原菌(QZ)被鉴定为罗氏阿太菌(*Athelia rolfsii*), 属于担子菌亚门真菌; 其无性态为齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii* Sacc.), 属半知菌亚门真菌。

关键词

花生, 白绢病, 罗氏阿太菌, 分离鉴定

Isolation and Identification of Pathogen of Peanut Southern Blight in Jingzhou City

Xuehua Wei^{1*}, Pengliang Xia^{2*}, Yongxin Xiao¹, Junliang Yin¹, Dongfang Ma¹

¹Collaborative Innovation Center for Grain, Engineering Research Center of Ecology and Agricultural Use of Wetland, Ministry of Education, College of Agriculture, Yangtze University, Jingzhou Hubei

²Enshi Tobacco Company of Hubei Province, Enshi Hubei

Received: May 12th, 2022; accepted: Jul. 1st, 2022; published: Jul. 13th, 2022

Abstract

To identify the pathogenic fungus that caused peanut southern blight in Jingzhou City of Hubei Province, the pathogens of peanut southern blight were isolated, purified and identified using the methods of tissue isolation, morphological identification, and molecular identification, which is based on ITS. The pathogenic fungi (QZ) that caused peanut southern blight were identified as

*共同第一作者。

***Athelia rolfsii*, which belonged to the subphylum basidiomycete fungus. The unnatural state is *Sclerotium rolfsii* Sacc., which belongs to the subphylum hemiknophyllum.**

Keywords

Peanut, Southern Blight, *Athelia rolfsii*, Separation Identification

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

花生(*Arachis hypogaea* L.)是全世界重要的经济作物之一, 种植面积在油料作物中高居第二, 是人类生产生活中的重要作物[1]。近年来, 随着感病品种植面积的增多、田间栽培措施的改变以及化肥农药的过量使用等, 花生白绢病也趋于严重, 现已成为我国各大花生产区的重要病害之一[2] [3]。

花生白绢病(Peanut Southern Blight)于 1931 年首次在南非发现[1], 是由 *Sclerotium rolfsii* Sacc.造成的一种严重病害[4]。该病害自发生以来, 现已遍及全球各大花生种植区。乔治亚州拥有美国最大的花生生产区, 每年由花生白绢病造成的产量损失为 25%~80%, 损失估计为 3680 万元[5]; 位于阿根廷的科尔多瓦省南部的花生生产区从 1991 年至 1994 年由该病害造成的产量损失高达 34% [6]; 伊朗桂兰省花生种植区因花生白绢病的发生造成的产量损失在 10%~25%之间[7]。近年来, 花生白绢病在我国辽宁、广东、河南、江西、山东等省份的部分花生生产区大面积发生, 其发病率在 10%~30%之间, 造成花生大面积减产并引起严重的经济损失[8] [9] [10] [11] [12]。2004 年, 山东省临沂市病害发生面积为 60,000 hm², 经济损失高达 9000 万元[12]。

花生白绢病的寄主范围非常广泛, 很多作物如辣椒[13]、芝麻[14]、苹果树[15]、烟草[16]、铁皮石斛[17]、茉莉[18]、韭菜[19]、草莓[20]、魔芋[21]、柳叶白前[22]、太子参[23]、紫菀[24]等均受到了白绢病的危害。引起花生白绢病的真菌的无性态齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii* Sacc.), 其菌落在培养基上呈白色细丝状, 菌丝扭结则开始形成菌核, 不产孢子。菌核初期为白色, 颜色逐渐变黄至褐色或者深褐色, 切开菌核内部呈灰白色; 菌核质地较硬, 表面光滑, 形状为球形或不规则球形。其有性态为罗氏阿太菌(*Athelia rolfsii*), 但在自然环境和人工培养均不常见。花生白绢病在高湿、高温、空气流通差的条件下较易发生[25], 可以在花生的整个生育期造成危害。其危害部位主要在花生根部、茎基部、果柄等部位。病原菌可侵染病植株的茎基部时, 侵染部位和邻近土壤能够形成白色绢丝状菌丝, 因此被称为白绢病。发病初期病株茎基部颜色逐渐变深, 一段时间后会呈现白色菌丝, 随着菌核的形成, 其自身颜色逐渐变深为黄褐色; 病原菌侵染植株的叶片时, 叶片会出现变黄、腐烂等症状[26] [27]。

对于花生白绢病的防治研究早有报道。1987 年 Branch 等人[28]首次在美国进行花生抗白绢病的试验研究, 并在田间接种条件下鉴别出一些具有抗性的品种。Xie 等[29]在美国南部采集了 84 株花生白绢病株并进行致病力和表型多样性研究, 结果表明从花生上分离出的菌株致病力最高。Shoke 等人[30]测试了田间 120 个花生基因型, 发现了中抗型 Southem Runner 型, 感病型的 Florunner 型。Jebaraj 等人[31]研究发现花生被不同白绢病菌分离物侵染后, 不仅影响种子的萌发率, 且在病情指数和死亡率上均存在差异。杨家珍是我国针对花生白绢病进行防治的最早研究者, 在 1957 年开始对花生白绢病的发展情况展开调查, 并进行药剂防治的初步研究[32]。谢瑾卉等人[33]为研究室内花生白绢病的药效而采用了 9 种杀菌剂,

结果表明三唑类杀菌剂己唑醇对白绢病菌的毒力最强。陆燕等人[34]研究发现解淀粉芽孢杆菌对花生白绢病有较好的生防效果。李亮亮等人通过平板对峙试验和菌丝生长速率法筛选出的解淀粉芽孢杆菌,不仅可以抑制花生白绢病菌菌丝的生长,还能抑制菌核的产生[4]。

荆州市位于湖北省中南部,年平均气温 15.9℃~16.6℃,年降雨量 1100~1300 mm,花生是当地重要油料和经济作物之一[35]。近些年来,花生白绢病已逐渐成为当地花生生产上的常发病害之一,并对该地花生产量造成较大影响,但对当地花生白绢病病原菌的研究和报道较少。本文通过对荆州市花生白绢病的病原菌进行分离,纯化以及进行形态与分子学的鉴定,以期为该病害的进一步研究提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

花生白绢病菌分离自 2021 年 9 月从湖北省荆州市通过五点取样法采集的花生病株,命名为 QZ。

2.2. 试验方法

2.2.1. 菌株的分离

采用组织分离法:在花生植株的发病与健康相交处分别剪取 5 mm 长的茎段和 5 mm 见方的叶片,用 75% 的酒精对材料和工具进行表面消毒后于超净工作台中进行操作。先用 75% 的乙醇处理 30 s,再用 30% 次氯酸钠处理 2 min,之后用无菌水冲洗 3 遍,最后用无菌滤纸吸干组织上的水分后转接到 PSA 培养基上,然后置于 25℃ 培养箱中黑暗培养至萌发菌丝。每天观察菌丝的生长情况。

PSA 培养基:200 g 新鲜马铃薯去皮煮汁,蔗糖 20 g,琼脂粉 20 g,蒸馏水定容至 1000 mL。

2.2.2. 菌株的纯化和保存

培养菌落至菌丝快要铺满整个培养皿时,用打孔器在菌落边缘打取直径为 6 mm 的菌饼重新接种到 PSA 平板中央进行纯化,然后置于 25℃ 培养箱中进行黑暗培养,重复这一过程直至获得单一纯种菌落。获得纯化菌株后,一份用接种环勾取菌丝进行斜面保存,放 4℃ 冰箱中备用;一份将打取的菌饼置于灭菌的 50% 的甘油管中于 -80℃ 超低温冰箱中长期保存。

2.3. 病原菌的鉴定

2.3.1. 形态学鉴定

在纯化后得到的病原菌 QZ 的菌落边缘打取菌饼,将其转接到新的 PSA 平板中央,并于 25℃ 黑暗条件下培养,三天后观察菌落的形态及颜色;在新转接的 PSA 平板的菌饼周围插入无菌盖玻片,相同的培养条件下培养两到三天后,取下盖玻片在显微镜下观察菌丝的形态以及有无隔膜等;继续对其进行培养,观察菌核的颜色、形状、大小和色泽等。

2.3.2. 分子生物学鉴定

采用 CTAB 法提取病原菌菌株的 DNA,具体操作如下:

将菌株接种在 PSA 平板上,在 25℃ 培养箱中黑暗条件下培养三天,收集适量菌丝体,液氮速冻,用研磨棒将菌丝研磨成粉状,然后转移至 2 ml 的无菌离心管中。加入 600 μ l CTAB 溶液,在 65℃ 水浴锅中静置 30 min,每隔 10 min 进行翻转混匀。加入等体积的 DNA 提取液,在离心管中混匀,室温下在水平摇仪上轻摇 20 min, 50 rpm,然后进行 4000 rpm, 5 min 离心。将上清液转入新的离心管中,加入等体积的氯仿:异戊醇(24:1),室温下在水平摇仪上轻摇 20 min, 50 rpm,然后进行 4000 rpm, 5 min 离心。将

上清液转入新的离心管中,加入 1/10 体积 3 摩尔每升的醋酸钠溶液和 2 倍体积的 100% 乙醇。在 4℃, 10,000 rpm 条件下, 离心 10 min, 使 DNA 沉淀。离心后弃去上清, 先用 75% 的乙醇清洗沉淀, 再用 100% 的乙醇清洗一遍, 晾干后用无菌水溶解沉淀, 测量浓度后于 -20℃ 保存。

利用 16S rDNA 对菌株 QZ 进行分子生物学鉴定。以提取菌株的 DNA 为模板, 对病菌进行 PCR 扩增。使用真菌核糖体基因内转录间隔区(rDNA-ITS)通用引物序列: ITS1: TCCGTAGGTGAACCTGCGG; ITS4: TCCTCCGCTTATTGATATGC。PCR 反应程序: 94℃ 2 min, 94℃ 30 s, 55℃ 30 s, 72℃ 40 s, 35 cycles; 72℃ 5 min。PCR 扩增产物经 1% 琼脂糖凝胶电泳检测后, 使用凝胶成像仪来观测 PCR 产物的大小, 将符合要求的 PCR 扩增产物交由擎科生物科技有限公司进行测序。将测序结果在 NCBI 网站上进行 Blast 比对分析。

2.4. 构建系统发育树

将测得序列上传到 GenBank 数据库进行比对, 选取并下载相似度较高的菌株序列, 用 MEGA 7.0 软件中的 ClustaIW 进行序列比对后, 选择 NJ (Neighbor-Joining) 算法构建系统发育树。

3. 结果与分析

形态学鉴定

分离菌株 QZ 的生长结果见图 1。菌落颜色呈白色, 边缘均匀, 菌丝为细丝状, 有光泽, 从中央向四周辐射生长。显微镜下观察到菌株 QZ 的菌丝呈淡灰色, 有隔膜, 多分枝, 且分支多为直角。经观测可知, QZ 菌株生长速度较快, 培养箱 25℃ 条件下培养三天左右, 即可长满直径为 90 mm 平板。继续培养菌丝体交叉缠绕即开始形成菌核, 开始为白色, 逐渐变为黄色, 最后转为深褐色。菌核多为球形, 或不规则球形, 大小不一, 内部灰白色, 表面光滑, 有光泽, 质地坚硬, 在培养皿中分布不均匀。以上形态学特征及《作物病虫害诊断与防治彩色图谱》[36]和相关文献表明, 可以将造成荆州市花生白绢病的真菌初步鉴定为罗氏阿太菌(*Athelia rolfsii*)。



Figure 1. Characteristic of colony, mycelium and sclerotium from strain
图 1. 菌株的菌落、菌丝和菌核形态

分子生物学鉴定

将 QZ 菌株的 DNA 作为模板, 对其 ITS 序列进行 PCR 扩增。结果见图 2, 扩增产物经电泳检测后, 结果约为 650 bp 的单一一条带。将菌株 QZ 的 16S rDNA 序列进行测序, 可得到长度为 660 bp 的基因序列。将菌株 QZ 的序列与 GenBank 数据库中的序列进行 Blast 比对, 将比对获得的同源序列与测定序列进行同源性比较, 构建系统发育树见图 3。从图中可看出菌株 QZ 与罗氏阿太菌(*Athelia rolfsii* KT337414.1)有最

大相似性，亲缘关系接近且同属一个遗传分枝[37]。结合菌落形态特征与分子生物学分析，最终将菌株 QZ 鉴定为罗氏阿太菌，其无性态为齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii* Sacc.)。以上结果表明，引起荆州市花生白绢病的真菌为罗氏阿太菌。

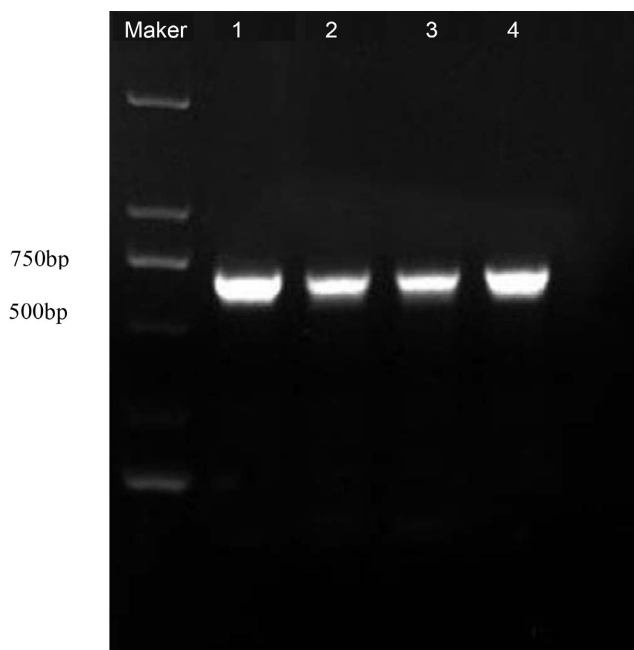


Figure 2. PCR products of ITS for the pathogen. Note: 1, 2, 3 and 4 mean the ITS PCR products of southern blight

图 2. 病原菌的 ITS 序列电泳图。注：1、2、3、4 为白绢病菌的 ITS PCR 产物

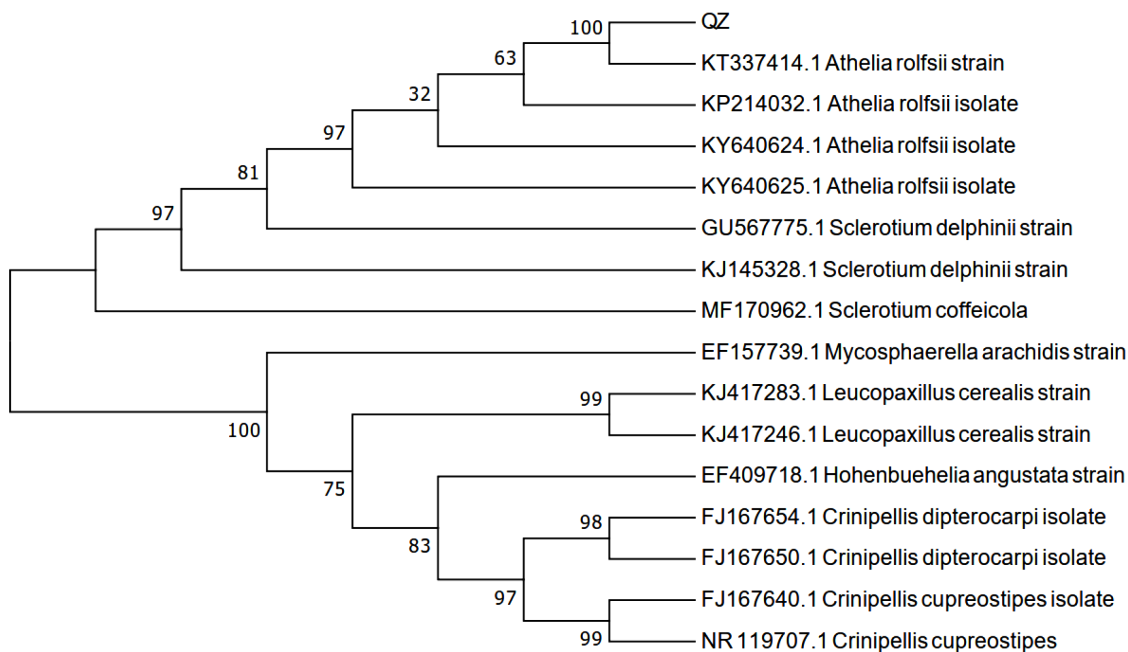


Figure 3. Phylogenetic tree of the pathogen

图 3. 病原菌系统发育树

4. 讨论

白绢病最早被叫做南方枯萎病, 后来也有人将其叫做菌核性根腐病或菌核性苗枯病, 是一种广泛发生的植物病害。在我国最早是由魏景超于 1979 年把白绢病病原菌的无性态归为小核菌属并将其叫做罗氏白绢小核菌, 在同一年被戴芳澜称作齐整小核菌; 其有性态被叫做罗氏阿太菌。自 1891 年美国佛罗里达州首次报道了番茄白绢病后, 对各种植物白绢病的研究成为植物病害研究中的热点问题[38]。2011 年唐伟首次在美国加拿大一枝黄花白绢病上分离出齐整小核菌, 且首次在国内作为生物除草剂而被研究报道[39]。白绢病是一种全球性病害, 寄主范围广泛, Weber 在 1931 年首次整理纪录了齐整小核菌能够侵染的 189 种寄主植物, 现已发现能侵染 500 多种寄主植物, 新寄主还在陆续被研究报道[39]。近些年来, 花生白绢病的危害越来越严重, 侵害范围越来越广, 该病原菌适应性强, 当处于不利环境时, 菌核具有较强的抗逆性, 可长期在土壤中存活, 因此对该病害的研究是十分必要的。

传统形态学鉴定方法与基因组 DNA 序列分析相结合可以提高植物病原物种类鉴定的准确性, 本文采用组织分离法分离出病原菌后, 结合形态学观察和 rDNA-ITS 序列分析, 将病株分离出的菌株 QZ 鉴定为罗氏阿太菌, 明确了引起荆州市花生白绢病的病原菌。这不仅与李亮亮[37]等, 傅俊范等[40]分离的河南和辽宁花生白绢病的病原菌相一致, 也为后期对荆州市花生白绢病病原菌的生物学特性及药剂筛选等进一步的研究奠定基础, 为病害预测及防治提供一定的思路, 助力荆州市花生生产的良好发展。

参考文献

- [1] 陈坤荣, 任莉, 徐理, 陈旺, 刘凡, 方小平. 花生白绢病研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(2): 302-308.
- [2] 戚佳晨. 花生白绢病菌群体表型特性及遗传多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2020. <https://doi.org/10.27327/d.cnki.gshnu.2020.000120>
- [3] 于东洋, 晏立英, 宋万朵, 康彦平, 雷永, 陈玉宁, 淮东欣, 王欣, 王志慧, 罗怀勇, 周小静, 黄莉, 刘念, 陈伟刚, 姜慧芳, 廖伯寿. 花生白绢病病原菌致病力分化的研究进展[J/OL]. 中国油料作物学报. <https://doi.org/10.19802/j.issn.1007-9084.2021256>
- [4] 李亮亮, 雷高, 李磊, 岳丹丹, 甄静, 王继雯. 一株花生白绢病菌拮抗细菌的筛选、鉴定及发酵液中活性物质稳定性研究[J]. 花生学报, 2021, 50(1): 12-18.
- [5] Franke, M.D., Breneman, T.B., Stevenson, K.L. and Padgett, G.B. (1998) Sensitivity of Isolates of *Sclerotium rolfsii* from Peanut in Georgia to Selected Fungicides. *Plant Disease*, **82**, 578-583. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.5.578>
- [6] Marinelli, A., March, G.J., Rago, A. and Giuggia, J. (1998) Assessment of Crop Loss in Peanut Caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor*, and *Sclerotium rolfsii* in Argentina. *International Journal of Pest Management*, **44**, 251-254. <https://doi.org/10.1080/096708798228185>
- [7] Amirkyaei, Gh.A., Mousanejad, S., Safaie, N. and Khodaparast, S.A. (2022) Temporal Development of Stem Rot Caused by *Athelia rolfsii* in Peanut Fields in Iran. *Hellenic Plant Protection Journal*, **15**, 10-20. <https://doi.org/10.2478/hppi-2022-0002>
- [8] 宋国华, 吴微微. 花生白绢病的发生规律与防治对策[J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2008, 10(1): 12, 17. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-0517.2008.01.006>
- [9] 肖翔, 陈晓兰, 邓铭光, 等. 广东省花生白绢病菌的分布和生物学性状研究初报[J]. 广东农业科学, 2012, 39(17): 71-73, 237. <https://doi.org/10.16768/j.issn.1004-874x.2012.17.040>
- [10] 许欣然, 张新友, 黄冰艳, 等. 河南省局部地区花生白绢病暴发原因分析及其防治对策[J]. 河南农业科学, 2011, 40(10): 99-101. <https://doi.org/10.15933/j.cnki.1004-3268.2011.10.013>
- [11] 陈荣华, 方先兰, 曾三长, 等. 江西花生主要病害的发生与防治措施[J]. 江西农业学报, 2009, 21(12): 106-109. <https://doi.org/10.19386/j.cnki.jxnyxb.2009.12.032>
- [12] 卞建波, 陈香艳, 张永涛, 等. 花生白绢病致病因素及生态控制技术[J]. 现代农业科技, 2007(10): 88-89, 91. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5739.2007.10.063>
- [13] 吴永红, 文湘钰, 王俊莹, 张纯, 周书栋, 李雪峰, 朱春晖, 廖红东, 郑井元. 辣椒种质资源白绢病抗病性鉴定及综合评价[J/OL]. 分子植物育种, 1-12.

- <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20220409.1826.010.html>, 2022-07-04.
- [14] 王雅, 黄思良, 何朋朋, 牛小瑞, 黎起秦. 芝麻白绢病病原菌的分离鉴定及其生物学特性[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(1): 84-91.
- [15] 高常燕, 李栋, 李保华, 张俊丽, 董向丽. 苹果白绢病防治药剂的筛选及使用方法[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 255-260+270.
- [16] 过赋文, 张绍升. 烟草白绢病病原鉴定及生物学特性[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(35): 184-186.
- [17] 梁君, 张科立, 张珂莹, 谢云陆, 成卓敏. 铁皮石斛白绢病防治药剂筛选试验[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(6): 839-842.
- [18] 覃丽萍, 黄思良. 茉莉白绢病菌的生物学特性研究[J]. 广西农业科学, 2006, 37(2): 139-141.
- [19] 丁彩平, 黄思良, 陆少峰. 韭菜白绢病菌的分离及其特性鉴定[J]. 西南农业学报, 2005, 18(3): 302-305.
- [20] 李阳, 金薇, 黄俊斌. 草莓白绢病的病原鉴定及生物学特性[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(3): 250-253.
- [21] 崔月贞, 郝兴顺, 魏芳勤, 张春辉, 王晓娥, 陈永刚, 蒙天竣, 李旭. 秦巴山区魔芋白绢病病原菌的鉴定及生物学特性的测定[J]. 江西农业学报, 2020, 32(4): 103-107.
- [22] 李金鑫, 陈巧环, 苗玉焕, 王铁霖, 刘大会. 柳叶白前白绢病病原菌的鉴定、生物学特性及其有效杀菌剂研究[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(13): 3303-3310.
- [23] 陈燕萍, 肖荣凤, 金国, 陈梅春, 郑雪芳, 朱育菁, 刘波, 王阶平. 太子参白绢病病原菌的分离鉴定及生防菌筛选[J]. 福建农业学报, 2021, 36(10): 1203-1209.
- [24] 袁文佳, 李金鑫, 陈红, 王铁霖, 苗玉焕, 刘大会. 紫菀白绢病病原菌的鉴定、生物学特性及防治药剂筛选[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(11): 2915-2923.
- [25] 王国荣, 沈伟东, 孙超, 沈肖玲, 邱春英, 苏珍珠, 楼兵干. 铁皮石斛茎基部 2 种主要病害病原菌的分离与鉴定[J]. 植物保护, 2017, 43(1): 168-172.
- [26] 张艳. 花生白绢病的发生规律和综合防治[J]. 农业科技通讯, 2019(1): 187-188.
- [27] 任迪. 花生白绢病的发生与防治[J]. 现代农村科技, 2020(5): 25.
- [28] Branch, W.D. and Csinos, A.S. (1987) Evaluation of Peanut Cultivars for Resistance to Field Infection by *Sclerotium rolfsii*. *Plant Disease*, **71**, 268-270. <https://doi.org/10.1094/PD-71-0268>
- [29] Xie, C., Huang, C.H. and Vallad, G.E. (2012) Mycelial Compatibility and Pathogenic Diversity among *Sclerotium rolfsii* Isolates in the Southern United States. *Plant Disease*, **98**, 1685-1694. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-13-0861-RE>
- [30] Shokes, F.M., Weber, Z., Gorbet, D.W., et al. (1998) Evaluation of Peanut Genotypes for Resistance to Southern Stem Rot Using an Agar Disk Technique. *Peanut Science*, **25**, 12-17. <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-25-1-4>
- [31] Jebaraj, D., Aiyathan, A. and Nakkeeran, S. (2018) Phenotypic and Pathological Variability among the Isolates of *Sclerotium rolfsii* Inciting Stem Rot Disease in Groundnut. <https://www.researchgate.net/publication/325313719>
- [32] 杨家珍. 花生白绢病防治研究[J]. 安徽农业科学, 1963(3): 12-15. <https://doi.org/10.13989/j.cnki.0517-6611.1963.03.004>
- [33] 谢瑾卉, 朱茂山. 9 种杀菌剂对花生白绢病菌的室内毒力测定[J]. 辽宁农业科学, 2015(3): 70-72.
- [34] 陆燕, 李澄, 陈志德, 等. 解淀粉芽孢杆菌 41B-1 对花生白绢病的生防效果[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(4): 487-494.
- [35] 顾尧. 近年来荆州市空气质量变化中 PM_{2.5} 污染特征及区域传输作用研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2021. <https://doi.org/10.27248/d.cnki.gnjqc.2021.000915>
- [36] 邱强. 作物病虫害诊断与防治彩色图谱[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2013.
- [37] 李亮亮, 杨文玲, 杜志敏, 甄静, 王继雯. 汝南县花生白绢病菌的鉴定、生物学特性及室内抗病药筛选[J]. 河南科学, 2021, 39(4): 551-558.
- [38] 金苹, 高晓余. 白绢病的研究[J]. 农业灾害研究, 2011, 1(1): 14-22.
- [39] 唐伟. 齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii*)菌株 SC64 开发作为生物除草剂的潜力研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [40] 傅俊范, 刘波, 周如军, 王思文. 辽宁花生白绢病病原鉴定及其生物学研究[J]. 中国油料作物学报, 2014, 36(5): 635-640.