中国油料作物学报
Chinese Journal of Oil Crop Sciences
2026,48(4):32-38
doi:10.19802/j.issn.1007-9084.2025261

花生种质资源白绢病抗性鉴定与抗病种质筛选

汪蒙蒙,孙子淇,胡瑶君,齐飞艳,董文召,郑峥,张忠信,徐静,刘华,秦利,张新友*
(河南省作物分子育种研究院/神农种业实验室/农业农村部黄淮海油料作物重点实验室/河南省油料作物遗传改良重点实验室,河南 郑州,450002)

摘要:花生白绢病是由齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii*)引起的真菌性土传病害,对全球花生产业构成严重威胁,在我国花生主产区尤为突出,严重发病时花生产量损失常超50%,甚至绝收。本研究利用8份抗性不同的花生材料,采用菌饼贴壁接种法筛选合适的接种量,结果表明,当菌饼直径为0.7 cm时,能有效区分不同材料的抗性。利用该方法在人工气候室内对392份花生材料进行了苗期白绢病抗性鉴定,筛选出19份中抗(MR)材料。为进一步验证抗性种质的稳定性,本研究分别在温室和田间对392份种质进行了成株期抗性鉴定,其中温室成株期筛选出中抗(MR)材料5份;田间成株期筛选出3份材料表现出抗性。结合392份花生种质在不同环境条件下的鉴定结果,筛选出两份抗性种质,分别为Y135-241和PI。本研究不仅为花生抗白绢病遗传育种提供了核心材料,也为后续抗病基因定位、克隆及分子机制解析奠定了材料基础。

关键词:花生白绢病;接种;抗性鉴定
中图分类号:S565.2;S435.652　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1007-9084(2026)04-0032-07
OSID

Identification and screening of peanut germplasm resources for resistance to southern blight

WANG Meng-meng, SUN Zi-qi, HU Yao-jun, QI Fei-yan, DONG Wen-zhao, ZHENG Zheng, ZHANG Zhong-xin, XU Jing, LIU Hua, QIN Li, ZHANG Xin-you*
(*Institute of Crop Molecular Breeding, Henan Academy of Agricultural Sciences/ The Shennong Laboratory/ Key Laboratory of Oil Crops in Huang-Huai-Hai Plains, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/ Henan Provincial Key Laboratory for Oil Crops Improvement, Zhengzhou* 450002, *China*)

Abstract: Peanut southern blight, a fungal soil-borne disease caused by the soil-borne fungus *Sclerotium rolfsii*, poses a severe threat to peanut production globally, especially in major cultivation regions of China, where it often leads to yield losses of over 50% and even total crop failure under severe infection conditions. In this study, eight peanut accessions with varying resistance levels were selected to optimize the inoculum dosage via the mycelia plug inoculation method. The results showed that a mycelia disc with 0.7 cm diameter effectively distinguished the resistance levels of different peanut accessions.Using this method, the resistance of 392 peanut accessions was evaluated at the seedling stage in an artificial climate chamber, leading to the identification of 19 moderately resistant (MR) materials. To further validate the stability of resistant germplasm, adult-plant resistance assays were conducted on all 392 accessions under both greenhouse and field conditions. Five moderately resistant (MR) accessions were screened in the greenhouse at the adult-plant stage, while three accessions exhibited resistance in the field at the adult-plant stage.Based on the evaluation results across diverse environments, two germplasm lines,, Y135-241 and PI, were ultimately selected. This study will provide germplasm for genetic breeding of peanut resistance to southern blight, and lay a material foundation for subsequent mapping, cloning of resistance genes and dissection of molecular resistance mechanisms.

收稿日期:2025-12-01
基金项目:神农种业实验室一流课题项目(SN01-2022-03);河南省农业科学院重大应急专项(2024ZDYJ001Z);河南省农业科学院基础性科研工作项目(2025JC03);河南省科技项目(232102110234);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系(CARS-13);河南省花生产业技术体系(S2012-5);河南省农业科学院自主创新项目(2025ZC13)
作者简介:汪蒙蒙(1989-),女,研究实习员,硕士,主要从事花生抗病育种工作,E-mail: wmm1113a@163.com
* 通讯作者:张新友,男,研究员,博士,主要研究方向为作物遗传育种,E-mail: haasz@126.com

Key words: peanut southern blight; inoculation; resistance identification

花生白绢病是由齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii*)侵染花生植株引起的一种真菌性土传病害[1,2]。在各个生育时期均可发生,主要侵染花生的茎基部、根部、果柄和荚果。发病症状为茎基部变褐并长出病斑,表面长出一层白色菌丝,并逐渐在植株间扩散。受害植株最初茎基部组织腐烂,而后叶片变黄干枯,最后枯萎死亡[3,4]。在我国河南、山东、广东等花生主要种植区域均有白绢病害的发生,发病率一般在10%~30%,严重发病下花生减产50%以上甚至绝收[5-7]。

花生白绢病的防治方式主要有农业防治、化学防治和生物防治[8]。化学防治主要依赖的杀菌剂包括戊唑醇、咯菌腈、嘧菌酯、噻呋酰胺等。25%戊唑醇可湿性粉剂连续两次用药后,对花生白绢病的防效在80%以上[9]。21%噻呋酰胺·咯菌腈·嘧菌酯的悬浮种衣剂的2种浓度防效较好,且都高于单剂的防治效果[10]。11%氟环·咯·精甲悬浮种衣剂拌种+240 g/L噻呋酰胺悬浮剂喷雾组合处理对花生白绢病的防效最高,达到93.27%,增产率达30%左右[11]。化学防治虽然有效,但化学农药的过度使用已带来严峻的生态环境风险和食品安全问题[12]。当前花生白绢病的生防菌主要有芽孢杆菌[13,14](*Bacillus*)、假单胞菌(*Pseudomonas*)、链霉菌(*Streptomyces*)、木霉菌(*Trichoderma*)和丛枝菌根真菌等[15,16],生物防治虽然环保,但是却存在防效稳定性差,作用速率慢,应用成本高,受环境与应用条件约束等弊端。农业防治主要包括改良耕作措施以及培育抗病品种。由于环境保护的需要,生产上秸秆禁烧,大量秸秆还田,致使耕作措施改良难度加大。选用抗病品种是最优途径。但受到环境条件、育种周期较长[2]、缺乏抗性种质和白绢病快速鉴定技术等因素影响,抗白绢病育种进展缓慢,现在生产上仍缺乏高产优质抗白绢病品种。

近些年,白绢病接种方法和抗病花生种质资源筛选取得了一定进展。晏立英等[17-19]通过比较菌碟法、牙签法、燕麦粒贴茎法、燕麦粒埋土法、燕麦粒撒土法等5种接种技术,发现带菌燕麦粒贴茎法和撒土法的发病效果最好,并对花生种质资源进行了白绢病抗性鉴定,筛选到中花16、中花212和品系16-A13440等相对抗性材料。梁佳豪等[20]发现的3份抗性材料在苗期茎秆、离体叶片和茎秆、田间根系和荚果都表现出了抗性。

带菌燕麦粒菌丝生长不均匀可能导致实际接种量的差异,且目前仍缺乏稳定的花生白绢病抗性种质。本研究拟通过筛选不同菌饼大小建立菌饼贴壁法鉴定花生苗期白绢病抗性的接种体系,并综合利用温室苗期、温室成株期和田间成株期接种鉴定结果筛选稳定抗病种质。为花生抗白绢病育种提供技术支持和优异抗源。

1 材料与方法

1.1 材料

接种量筛选所用的8个花生材料为PI、TIF、开农308、wt8-0934、安花9号、伏花生、YH15和南阳彩,抗性种质筛选采用河南省作物分子育种研究院花生团队保存的392份来自不同地区的花生种质资源(见首页OSID二维码中的附表1)。

供试白绢病菌株为齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii* Sacc.)菌株ZZ-3,由河南农业大学植物保护学院提供。

1.2 菌饼制备

1.2.1 PDA培养基制备 土豆洗净去皮,取200 g切成小块,加蒸馏水煮烂后用4层纱布过滤,在滤液中加入20 g葡萄糖,溶解后加蒸馏水定容至1 L。分装至5只500 mL三角瓶中,每瓶加入5 g琼脂粉,封口膜封装后121℃高压蒸汽灭菌20 min。灭菌后摇匀,冷却后在无菌条件下倒入直径为9 cm的培养皿中制成平板培养基。

1.2.2 菌株活化 取4℃保存的白绢病菌菌核,用75%乙醇进行表面消毒1 min,无菌水冲洗3~5次,吸干水分后置于PDA培养基上,30℃黑暗培养3 d,挑取单菌核萌发的无污染、生长状况良好的菌丝尖端进行纯化培养。

1.2.3 病原菌菌饼制备 取活化的白绢病菌菌丝接种于PDA培养基上,30℃条件下黑暗培养3 d,分别利用直径为0.5 cm、0.7 cm、1 cm的无菌打孔器在菌落边缘菌丝处打孔,获得不同直径大小的白绢病菌菌饼。

1.3 花生苗期温室接种

挑选健康、饱满、均匀一致的花生种子,用75%的酒精表面消毒2 min,然后用无菌水多次冲洗,30℃催芽2 d,选择发芽状态一致的花生种子种植于人工气候室中,营养钵直径为18 cm,培养基质为蛭石和营养土(质量比3:1),培养温度为26℃,16 h光

照/8 h黑暗。抗病种质筛选材料每品种3次重复,每个重复4株,共接种12株。

萌发后14 d,选取长势一致的花生幼苗,采用菌饼贴壁方法进行接种,接种部位为茎基部。利用固定长度的无菌带尖钢针对植株茎基部做刺伤处理,将固定直径大小的菌饼长有菌丝的一面贴紧植株伤口,然后做半覆土处理使菌饼紧贴茎基部伤口,同时能观察到菌丝生长情况。接种后,培养温度升高至30℃,相对湿度为80%,保持16 h光照/8 h黑暗。

1.4 花生苗期温室接种抗性评价

接种后21 d,统计每个植株病级,病害等级分级标准参考Shokes等[21]并稍加修改,具体如下:

1级:仅茎上有病斑;

3级:0<全株≤1/4萎蔫和死亡;

5级:1/4<全株≤1/2表现萎蔫和死亡;

7级:1/2<全株≤3/4表现萎蔫和死亡;

9级:全株>3/4表现萎蔫和死亡。

对接种植株逐一调查,记录每株病级,利用病级计算病情指数和相对抗病指数[17,22],计算公式如下:

病情指数(DI)={[Σ(各级病株数×病级代表值)]/(调查总株数×9)}×100

相对抗病指数(RDI)=1-鉴定品种平均病情指数/发病最严重品种的平均病情指数

根据病情指数(DI)评价不同品种苗期花生白绢病的抗病性,抗性评价标准为:免疫,DI=0;高抗(HR),0<DI≤11.11;抗病(R),11.11<DI≤33.33;中抗(MR),33.33<DI≤55.56;感病(S):55.56<DI≤77.78,高感(HS):DI>77.78。

根据相对抗病指数对不同花生品种苗期的花生白绢病抗性进行评价,评价标准为:免疫,RDI=1;高抗(HR),0.8<RDI≤0.99;抗病(R),0.6<RDI≤0.8;中抗(MR),0.4<RDI≤0.6;感病(S):0.2<RDI≤0.4,高感(HS):RDI≤0.2。

1.5 菌饼大小筛选

选取抗性有差异的8个花生材料进行接种量筛选。选取萌发后14 d的花生幼苗,用贴壁法将白绢病菌饼接种于茎基部,接种量分别为直径0.5 cm、0.7 cm、1 cm大小的菌饼。每个处理重复三次,每个重复10~12株,随机排列。接种后7 d、9 d、11 d、14 d、21 d、30 d分别进行病害调查。

1.6 花生种质资源温室成株期抗性鉴定

在玻璃温室内对392份花生种质资源进行成株期接种鉴定,将花生种子种植于直径为30 cm,高为20 cm的营养钵中,每钵播种3粒为一个重复,每份种质设3个重复,随机排列。播种后60 d,参考Shokes[23]的方法,将带菌燕麦粒均匀撒在植株的茎基部,接种量20 g/株。接种后保持高温高湿环境条件,接种后21 d进行病害调查和抗病性评价。

1.7 花生种质资源田间成株期抗性鉴定

在2024年和2025年夏季,将392份花生种质种植于河南现代农业研究开发基地,单粒播种,10粒/行,行距40 cm,株距18 cm,2次重复,随机排列。播种60 d后参考Shokes[23]的方法,将带菌燕麦粒均匀撒在植株的茎基部,接种量为20 g/株,每份材料选取5株进行接种鉴定。接种三周后调查植株死亡率,死亡标准为花生所有枝条均萎蔫,死亡率=死亡植株数/接种株数×100%。

2 结果与分析

2.1 不同接种量的接种效果

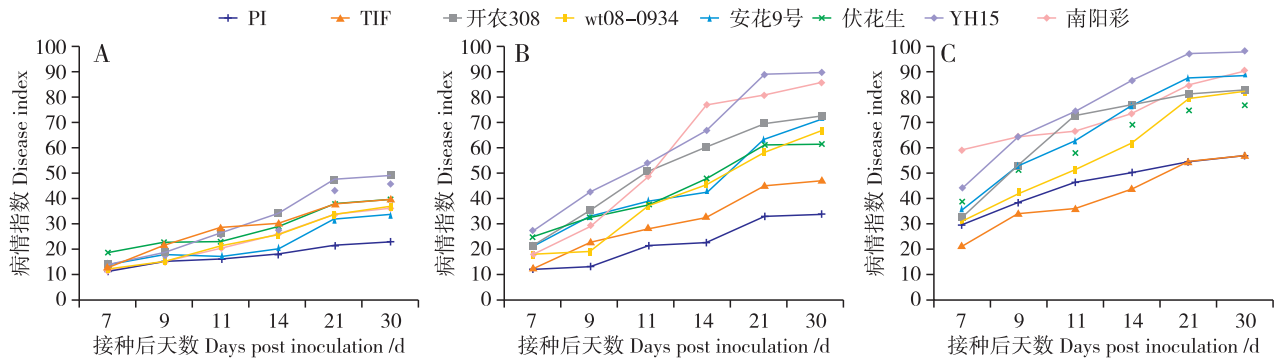
采用温室内菌饼贴壁法接种,在3种接菌量下,病情指数均随着接种时间的增加而增加,第21 d后发病情况趋于稳定(图1)。接种后21 d,当接种直径为0.5 cm菌饼时,8份材料的病情指数均小于50(图1A);当接种直径为0.7 cm菌饼时,PI和TIF两份材料表现为中抗,wt08-0934和伏花生两份材料表现为感病,其他4份材料表现高感(图1B);当接种直径为1 cm菌饼时,除PI和TIF两个抗病材料外,其他接种材料均表现为高感(图1C)。因此,菌饼直径为0.7 cm时最能有效区分不同品种的抗性,故将该接种量作为菌饼贴壁法温室鉴定花生苗期白绢病抗性的最适浓度。

2.2 花生种质资源苗期温室抗性鉴定结果

在人工气候室内,利用直径为0.7 cm的菌饼对392份花生资源进行苗期白绢病抗性鉴定。结果表明,392份花生种质苗期白绢病病情指数范围为38.89~100(图2A),相对抗病指数范围为0~0.61(图2B)。结合病情指数和相对抗病指数分析,392份种质苗期白绢病抗性鉴定结果为高感(HS)材料311份,感病(S)材料62份,中抗(MR)材料19份(附表1)。接种21 d后,不同抗性材料的症状如图3所示,图3A为高感症状HS,图3B为感病症状S,图3C为中抗症状MR。

2.3 花生种质资源成株期温室白绢病抗性鉴定

利用带菌燕麦粒撒土法在玻璃温室内对播种60 d后的花生植株进行白绢病接种鉴定,结果表明,



注:A:接种直径为0.5 cm菌饼;B:接种直径为0.7 cm菌饼;C:接种直径为1.0 cm菌饼

Note: A: inoculation diameter is 0.5 cm; B: inoculation diameter is 0.7 cm; C: inoculation diameter is 1.0 cm

图1 不同接种量下30 d内病情指数变化趋势

Fig. 1 Trends of disease index within 30 d under different inoculation doses

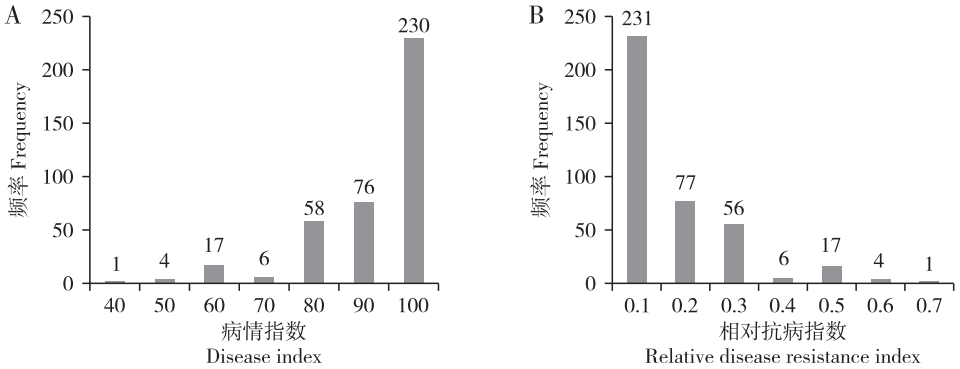


图2 392份花生资源苗期白绢病病情指数(A)和相对抗病指数(B)

Fig. 2 Disease index (A) and relative disease resistance index (B) of 392 peanut accessions at seedling stage

392份花生种质成株期温室鉴定病情指数范围为40~100(图4A),相对抗病指数范围为0~0.60(图4B)。结合病情指数和相对抗病指数分析,392份种质成株期温室白绢病抗性鉴定结果为高感(HS)材料357份,感病(S)材料30份,中抗(MR)材料5份(附表1),其中5份中抗材料为Y135-241、PI290620、PI355268、豫花9805、商花5号,其中抗性最好的材料为Y135-241。

2.4 花生种质资源成株期田间白绢病抗性分析

2024年和2025年,利用带菌燕麦粒撒土法在田间对播种60 d后的花生植株进行白绢病接种鉴定,392份种质成株期田间鉴定死亡率范围为25%~100%(图5),其中两年死亡率均低于或等于40%的3份材料分别为Y135-241、远杂6号和PI。远杂6号在温室苗期和温室成株期病情指数分别为72.22%和70%,结合温室苗期、温室成株期和田间成株期接种鉴定结果,本研究获得两份抗性种质Y135-241和PI,二者在不同时期不同环境中均表现出较好的抗性(表1)。

3 讨论与结论

白绢病是严重危害花生产量和品质的重要病害,近年来危害越来越严重。培育抗白绢病花生品种是最经济有效的防治措施,而稳定高效的接种鉴定方法和优异的抗病种质是培育抗病花生品种的前提。

Tallury等[24]在温室中对110份花生材料进行了白绢病抗性评价,结果表明*Arachis glandulifera*的抗

表1 2份抗性花生种质温室和田间白绢病抗性鉴定

Table 1 Resistance of 2 resistant peanut accessions to southern blight in green house and field /%

材料名称 Peanut accession	苗期病情指数 Disease index_seedling	成株期病情指数 Disease index_adult stage	田间死亡率 Death rate_field
Y135-241	44.44	40.00	40.00
PI	38.89	43.33	40.00



注:A:高感症状HS;B:感病症状S;C:中抗症状MR

Note: A: highly susceptible symptom HS; B: susceptible symptom S; C: moderately resistant symptom MR

图3 不同抗性材料接种花生白绢病菌21 d后症状

Fig. 3 Symptoms of different resistant materials at 21 d after inoculated with *Sclerotium rolfsii* Sacc.

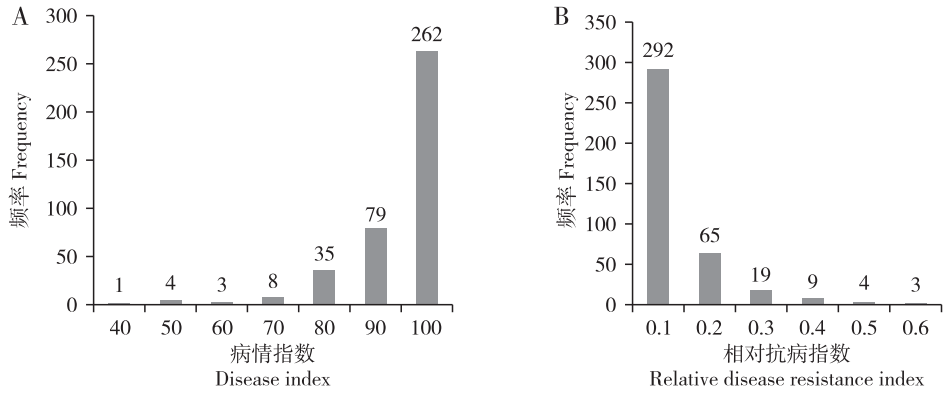


图4 392份花生资源成株期温室白绢病病情指数(A)和相对抗病指数(B)

Fig. 4 Disease index (A) and relative disease resistance index (B) of 392 peanut accessions to southern blight at the adult stage in greenhouses

病性最好。Palaiah等[25]通过在连续多年建立并维护的花生病圃播种鉴定,获得20个中抗花生品种。二者均为单一环境鉴定,本研究在温室苗期、温室成株期和田间成株期三个不同环境下对392份花生种质资源进行了白绢病抗性鉴定,三种不同环境鉴定体系明确了花生白绢病抗性兼具一致性与生态特异性,这与前人报道的白绢病抗性可能受多基因控制且易受环境影响的结论一致[18,26,27]。研究采用的菌饼贴壁接种法相较于燕麦粒法,具有菌丝生长均匀,菌丝与茎秆紧密接触且提供营养基质,发病稳定的特点,这与Shokes[23]等的研究一致。Gorbet等[28]利用燕麦、玉米谷物培养基培养的高致病性齐整小核菌分离株,在播种后55~65 d对早、中、晚熟材料进行田间人工接种,结果表明晚熟品系抗病性最强,晚熟特性或许与花生对白绢病的抗性存在关联,这与本研究筛选出PI为晚熟品种是一致的。

本研究筛选的Y135-241、PI两份抗性较好的种质,为花生抗白绢病育种发掘了稳定的抗源材料,

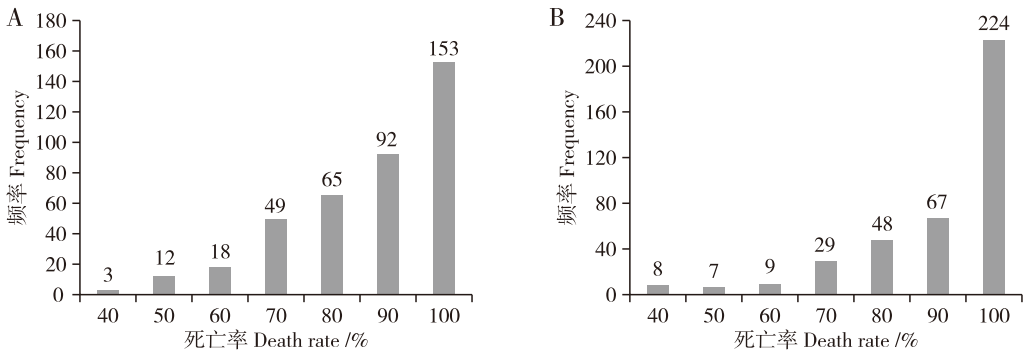


图5 392份花生资源2024年(A)和2025年(B)成株期田间接种鉴定死亡率

Fig. 5 Death rates of 392 peanut accessions at adult stage in field inoculation identification of 2024 (A) and 2025 (B)

杂交亲本选择上,Y135-241可与主推优质高产感病品种杂交,培育适配早熟产区的新品种;PI可与不同生态区主栽品种杂交,提升品种适应性,这对于培育具有持久抗性的花生新品种具有重要意义。基因定位方面,两份种质可作为核心材料构建杂交群体,定位克隆关键基因、开发分子标记,推动分子育种发展。

参考文献:

[1] Pandey M K, Sarma B K, Singh U P. Induction of sexual stage and colony morphology of some isolates of*Sclerotium rolfsii* causing spotted leaf rot in plants[J]. Mycobiology, 2005, 33(1): 7. DOI:10.4489/myco.2005.33.1.007.

[2] Redhead S A, Mullineux S-T. Nomenclatural novelties [DB]. Index Fungorum, 2023, 550: 1. IF 900874; IF 900875.

[3] 陈坤荣,任莉,徐理,等. 花生白绢病研究进展[J]. 中国油料作物学报,2018,40(2):302-308. DOI:10.7505/j. issn. 1007-9084. 2018. 02. 018.

[4] Xu M L, Zhang X, Yu J, et al. Biological control of peanut southern blight (*Sclerotium rolfsii*) by the strain *Bacillus pumilus* LX11[J]. Biocontrol Sci Technol, 2020, 30(5): 485-489. DOI:10.1080/09583157.2020.1725441.

[5] 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.

[6] Xu L S, Li G Q, Jiang D H, et al. *Sclerotinia sclerotiorum*: an evaluation of virulence theories[J]. Annu Rev Phytopathol, 2018, 56: 311-338. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080417-050052.

[7] 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.

[8] Saraswathi M, Jayamadhuri R, Padmavati S, et al. Variation in oxalic acid production by groundnut isolates of *Sclerotium rolfsii*[J]. Biores Bull, 2013, 3(2): 26-29.

[9] 纪祥龙,张侨,孟浩,等. 戊唑醇对花生白绢病的田间控制作用[J]. 中国植保导刊,2016,36(10):70-71.

[10] 宋敏,陈晓枫,吴翠霞,等. 21%噻呋酰胺·咯菌腈·嘧菌酯悬浮种衣剂对花生白绢病的田间防效[J]. 农药,2021,60(9):691-693,702.

[11] 付静,付伟,任众,等.5种杀菌剂对花生白绢病菌的室内毒力与田间防病效果[J].中国植保导刊,2022,42(7):82-85.

[12] 黄依蕊,周勇,彭迪,等. 花生白绢病的致病机理及其防控技术研究进展[J]. 湖南农业科学,2025(11):68-72.DOI:10.16498.

[13] 范腕腕,王振宇,张海燕,等. 花生白绢病拮抗细菌的分离鉴定及其生防作用研究[J]. 中国生物防治学报,2025,41(4):906-915.DOI:10.16409.

[14] 张硕,许曼琳,程艳玲,等.花生白绢病拮抗菌ZS-1的分离鉴定及生防效果研究[J].中国油料作物学报,2026, 48(1): 246-253. DOI: 10.19802/j. issn. 1007-9084.2025037.

[15] 陆燕. 解淀粉芽孢杆菌41B-1对花生白绢病的生物防治作用[D]. 南京:南京农业大学,2016.

[16] Jacob S, Sajjalaguddam R R, Kumar K V K, et al. Assessing the prospects of *Streptomyces* sp. RP1A-12 in managing groundnut stem rot disease caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc[J]. J Gen Plant Pathol, 2016, 82(2): 96-104. DOI:10.1007/s10327-016-0644-0.

[17] 晏立英,宋万朵,张芳,等. 花生白绢病温室接种技术的建立和苗期抗病性鉴定[J]. 中国油料作物学报,2017,39(5):687-692.

[18] 晏立英,宋万朵,雷永,等. 花生种质对白绢病抗性的鉴定评价[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(5): 781-787.

[19] 晏立英,宋万朵,雷永,等. 花生品系对白绢病的抗性评价及产量损失研究[J]. 中国油料作物学报,2019,41(3):415-420.

[20] 梁佳豪,李钊,刘玉,等. 花生种质资源白绢病抗性筛选与鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2025,26(8):1644-1653.

[21] Shokes F M, Weber Z, Gorbet D W, et al. Evaluation of peanut genotypes for resistance to southern stem rot using an agar disk technique[J]. Peanut Sci, 1998, 25(1): 12-17. DOI:10.3146/i0095-3679-25-1-4.

[22] 王继华,熊丽,瞿素萍,等. 香石竹不同品种对镰刀菌枯萎病的抗性评价[J]. 植物保护,2005,31(1):34-37.

[23] Shokes F M, Różalski K, Gorbet D W, et al. Techniques for inoculation of peanut with *Sclerotium rolfsii* in the greenhouse and field[J]. Peanut Sci, 1996, 23(2): 124-128. DOI:10.3146/i0095-3679-23-2-11.

[24] Tallury S P, Hollowell J E, Isleib T G, et al. Greenhouse evaluation of section *Arachis* wild species for Sclerotinia blight and Cylindrocladium black rot resistance[J]. Peanut Sci, 2014, 41(1): 17-24. DOI: 10.3146/ps13-02.1.

[25] Palaiah P, Narendrappa T, Mallesh S B. Screening of groundnut varieties and germplasm against collar rot, stem rot and dry root rot diseases[J]. Int J Curr Microbiol App Sci, 2019, 8(6): 2321-2328. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.806.275.

[26] Guclu V, Aydogdu M, Basak M, et al. Characterization of a groundnut collection to stem rot disease caused by *Sclerotium rolfsii*[J]. Australas Plant Pathol, 2020, 49(6): 691-700. DOI:10.1007/s13313-020-00748-y.

[27] 于东洋,宋万朵,王前前,等.花生抗白绢病种质的发掘与评价[J].中国油料作物学报,2026,48(1):238-245.DOI:10.19802/j.issn.1007-9084.2025033.

[28] Gorbet D W, Kucharek T A, Shokes F M, et al. Field evaluations of peanut germplasm for resistance to stem rot caused by *Sclerotium rolfsii*[J]. Peanut Sci, 2004, 31(2): 91-95. DOI:10.3146/pnut.31.2.0006.

(责任编辑:郭学兰)