DOI:10.16861/j.cnki.zggc.2026.0159

贵州大豆根腐病发生调查及病原菌鉴定

安星宇[1,2],罗明艳[3],黄 露[1,2,4],程均钰[1,2],吴石平[1,2]

(1.贵州省植物保护研究所 贵阳 550025; 2.植物病虫害综合治理全国重点实验室贵州研究中心 贵阳 550025;
3.贵州大学 贵阳 550025; 4.贵州省农业微生物全省重点实验室 贵阳 550025)

摘 要:为探明贵州省大豆根腐病的病原菌种类及地域分布,为病害防控提供科学依据。对贵州省 11 个大豆主产区开展病害发生调查并采集典型发病植株,采用组织分离法对病原菌进行分离与纯化,并结合形态学特征与分子生物学技术对病原菌种类进行鉴定。田间调查表明,本次各调查区域内均有大豆根腐病发生,病害分布范围较广。从病样中分离纯化获得 16 株病原菌株,鉴定为 4 种镰刀菌,分别为木贼镰刀菌(*Fusarium equiseti*)、燕麦镰刀菌(*Fusarium avenaceum*)、藤仓镰刀菌(*Fusarium fujikuroi*)和九州镰孢菌(*Fusarium kyushuense*)。菌群组成分析表明,木贼镰刀菌为优势种群,分离频率达 75%,广泛分布于贵州省所有调查市(州)。本研究明确了贵州省大豆根腐病的病原菌多样性、优势种群及地域分布特征,首次报道了镰刀菌引起的大豆根腐病在贵州的发生情况,可为该病害的区域化精准防控提供科学依据。

关键词:大豆;根腐病;病原菌鉴定;镰刀菌

中图分类号:S643.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-2871(2026)10-231-07

Survey and pathogen identification of soybean root rot in Guizhou

An Xingyu[1,2], Luo Mingyan[3], Huang Lu[1,2,4], Cheng Junyu[1,2], Wu Shiping[1,2]

(*1. Guizhou Institute of Plant Protection, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. Guizhou Branch of State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Guiyang 550025, Guizhou, China; 3. Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 4. Guizhou Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Guiyang 550025, Guizhou, China*)

Abstract: To investigate the pathogenic species causing soybean root rot in Guizhou province and their geographical distribution, and to provide a scientific basis for disease control strategies, an investigation was conducted on disease occurrence in 11 major soybean-producing areas of Guizhou. Typical symptomatic plants were collected, and the pathogens were isolated and purified using the tissue isolation method. The pathogenic species were identified based on morphological characteristics and molecular biology techniques. Field investigations revealed that soybean root rot was prevalent across all surveyed areas, indicating a wide distribution of the disease. A total of 16 pathogen strains were isolated and purified from the diseased samples, which were identified as four *Fusarium* species: *Fusarium equiseti*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium fujikuroi*, and *Fusarium kyushuense*. Analysis of the species composition indicated that *Fusarium equiseti* was the dominant species, with an isolation frequency of 75%, and it was widely distributed across all surveyed cities(prefectures)in Guizhou province. This study clarifies the pathogen diversity, dominant species, and geographical distribution characteristics associated with soybean root rot in Guizhou province. It also provides the first report of soybean root rot caused by *Fusarium* species occurring in Guizhou, offering a scientific foundation for precise, region-specific management of this disease.

Key words: Soybean; Root rot; Pathogen identification; *Fusarium* spp.

随着我国农业供给侧结构性改革的深入推进,大豆作为重要的粮、油、菜兼用作物,在贵州省得到了快速发展[1]。国家统计局贵州调查总队调查数据显示,2025 年贵州省大豆播种面积达 246 446.67 hm^2,同比增长 3.08%,产量也实现小幅增长,达到 287 800 t,已跃居贵州省第五大粮食作物[2]。然而,在产业规模持续扩大的背景下,大豆病虫害问题也日益凸显[3-5]。据报道,世界范围内已发现大豆病害 70 余种,而我国已记载的大豆病害多达 52 种,其中根腐病因具有发生周期长、分布范围广、危害程度

收稿日期:2026-02-25;**修回日期:**2026-07-16

基金项目:贵州省农业科学院专项资金资助项目(黔农科青年基金〔2023〕36 号);贵州省科技计划资助项目(黔科合服〔2023〕011);贵州省科技计划资助项目(黔科合平台〔2025〕029);黔农科院新兴团队(〔2026〕11 号)

作者简介:安星宇,男,助理研究员,研究方向为农作物病害及防控技术。E-mail:1825480983@qq.com

通信作者:吴石平,男,研究员,研究方向为农作物病害及防控技术。E-mail:gzwusp@126.com

重等特点，已成为大豆产量提升和品质改善的主要障碍[6-9]。目前，我国大豆主产区根腐病的病原菌研究已较为深入，但贵州省相关研究仍处于空白状态，亟须开展系统调查与鉴定。

大豆根腐病是由病原菌侵染大豆根部引起的一种土传病害，其通过阻碍根系对水分和养分的吸收与运输，导致植株矮小、叶片黄化，严重时甚至造成植株死亡[10-11]。在我国东北等大豆主产区，该病害一般可导致 10%~30%的产量损失，严重时减产高达60%以上，对我国粮食安全生产构成严重威胁[12]。现有研究表明，镰刀菌（*Fusarium* spp.）、疫霉菌（*Phytophthora sojae*）、立枯丝核菌（*Rhizoctonia solani*）等多种病原菌均可引发大豆根腐病[13-15]，且由于不同区域气候、土壤条件、种植模式等差异，大豆根腐病的优势病原菌存在明显分化。目前，大豆根腐病在贵州省各种植区发生普遍且危害逐年加重，但关于该病害的发生分布、病原种类及优势种群尚无系统性报道，严重制约了该病害的针对性防控工作的开展。

本研究拟通过对贵州省大豆种植区开展系统的病害发生调查，明确根腐病的发生范围和田间症状，并通过病原菌分离、纯化，结合形态学观察与分子生物学鉴定，明确其病原菌种类、优势种群及其地域分布规律，以期为贵州省大豆根腐病的区域化精准防控提供科学依据与技术支撑。

1 材料与方法

1.1 病害调查与样品采集

于 2022 年 7－8 月大豆结荚期，对贵州省黔西南州、铜仁市等 7 个市（州）的 11 个县（市、区）（表 1）进行了大豆根腐病调查，这些地区主栽品种为黔豆 11 号、黔豆 12 号等。调查过程中记录病株地上部与根部发病特征，拍摄田间症状照片，并采集具有典型根腐病症状的新鲜植株样本，每份样本标记采集地点、日期等信息，装入无菌保鲜袋中，24 h 内带回实验室进行病原菌分离。此外，还收到毕节市织金县植保植检站送检的 2 份大豆病样。

表 1 调查区域

Table 1 Survey area

市/州 City/Prefecture	县/市/区 County/City/District	市/州 City/Prefecture	县/市/区 County/City/District
铜仁市 Tongren city	石阡县 Shiqian county	安顺市 Anshun city	镇宁县 Zhenning county
黔东南苗族侗族自治州 Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture	榕江县 Rongjiang county	遵义市 Zunyi city	播州区 Bozhou district
	镇远县 Zhenyuan county		余庆县 Yuqing county
贵阳市 Guiyang city	清镇市 Qingzhen city		红花岗区 Honghuagang district
黔南布依族苗族自治州 Qiannan Buyei and Miao Autonomous Prefecture	长顺县 Changshun county		绥阳县 Suiyang county
黔西南布依族苗族自治州 Qianxinan Buyi and Miao Autonomous Prefecture	兴仁市 Xingren city		

1.2 病原菌分离

采用组织分离法[16]对病原菌进行分离，先用无菌水冲洗病样表面泥土，切取大豆病样的病健交界处组织块，依次用 3%次氯酸钠消毒 1 min、75%酒精消毒 30 s，再用无菌水冲洗 3 次，用无菌滤纸吸干表面水分后，置于 PDA 培养基（马铃薯 200 g·L^{-1}，葡萄糖 20 g·L^{-1}，琼脂 18 g·L^{-1}，pH 自然）中央，在 25 ℃黑暗条件下培养。待菌落直径长至 2~3 cm 时，用无菌接种针于菌落边缘挑取菌丝块，转至新的 PDA 平板中央进行纯化。

1.3 病原菌的形态观察

将纯化后的菌株接种于 PDA 平板，于 25 ℃黑暗条件下培养，观察并记录菌落的颜色、形态、生长速率等特征[17]。随后，用移液器吸取 100 μL 无菌水，滴加至菌落表面，用无菌棉签轻轻刮洗，收集孢子以获得悬浮液，通过 Nikon ECLIPSE 80i 生物显微镜（日本尼康公司）观察分生孢子的形态、隔膜、颜色等特征，与田间症状共同作为病原菌株初步分类的依据。

1.4 分子生物学鉴定

根据天根生化科技（北京）有限公司生产的新型植物基因组 DNA 提取试剂盒（DP320）说明书提取菌株 DNA。分别使用引物 ITS4/ITS5 与 EF1/EF2[18]对其内转录间隔区（ITS）与翻译延伸因子 1-α（*TEF-1α*）进行 PCR 扩增（表 2），扩增产物送至生工生物工程（上海）股份有限公司进行测序。

表 2　引物信息

Table 2　Primer information

基因 Gene	引物名称 Primer name	引物序列 Primer sequence
rDNA-ITS	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC
	ITS5	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG
TEF-1α	EF-1	ATGGGTAAGGAAGACAAGAC
	EF-2	GGAAGTACCAGTGATCATGTT

1.5　数据分析

参照卢国彩等[19]的方法，通过 BioEdit 软件将菌株序列与从 NCBI 下载的相关参考菌株序列进行多序列比对，并对两端进行修剪，将处理好的序列导入 MEGA7 软件，采用邻接法（NJ）构建系统发育树，明确病原菌的分类地位。

2　结果与分析

2.1　根腐病的调查及分离结果

对贵州省 11 个县（市、区）的大豆产区进行调查，发现根腐病在所有调查区域均有发生。累计采集病害样品 50 份，并从中分离纯化获得 14 株菌株。此外，从毕节市织金县植保植检站的送检病样中分离得到 2 个菌株，最终获得 16 株病原菌，菌株信息详见表 3。

表 3　菌株信息

Table 3　Strains information

菌株编号 Strain No.	采集地点 Collection location	来源 Source
41，43，45	榕江县 Rongjiang county	自采 Self-sampled
59	兴仁市 Xingren city	自采 Self-sampled
64	余庆县 Yuqing county	自采 Self-sampled
66	石阡县 Shiqian county	自采 Self-sampled
76	镇远县 Zhenyuan county	自采 Self-sampled
110	清镇市 Qingzhen city	自采 Self-sampled
121	播州区 Bozhou district	自采 Self-sampled
124，125	红花岗区 Honghuagang district	自采 Self-sampled
129	绥阳县 Suiyang county	自采 Self-sampled
138	长顺县 Changshun county	自采 Self-sampled
143	镇宁县 Zhenning county	自采 Self-sampled
ZJ3-1，ZJ3-2	织金县 Zhijin county	织金县植保植检站 Zhijin Plant Protection and Quarantine Station

2.2　病原菌的形态观察

第 I 类菌株：包含 41、45、59、76、110、121、124、125、138、143、ZJ3-1、ZJ3-2 等 12 株菌株，占本研究病原菌总菌株数的 75%，为优势类群。该类菌株分离自榕江县、兴仁市、镇远县、清镇市、播州区、红花岗区、长顺县、镇宁县、织金县等 9 个县（市、区）。该类菌株使大豆茎基部或胚根出现红褐色凹陷坏死斑，病斑环绕扩展可致根皮枯死；病株根系发育不良、根瘤稀少，地上部矮小、叶色淡绿，分枝与结荚显著减少。此外，该类病原菌在 PDA 培养基上生长较快，气生菌丝旺盛、菌落呈白色，背面有淡褐色色素产生。大型分生孢子为典型的镰刀形，两端尖锐，无色透明，壁光滑，具 4~6 个隔膜；小型分生孢子为卵圆形或椭圆形，多无隔（图 1）。该类菌株的形态特征与木贼镰刀菌（*Fusarium equiseti*）高度相似，初步鉴定为木贼镰刀菌。

第II类菌株：只包含 129 一个菌株，分离自绥阳县。该类菌株使大豆叶片枯萎变黄并伴有根部腐烂。此外，该菌在 PDA 培养基上生长较快，气生菌丝旺盛、菌落呈白色，背面为淡黄褐色。大型分生孢子细长，呈锥形，无明显弯曲，无色透明，壁光滑，具 2~5 个隔膜；小型分生孢子棒状或椭圆形，具有 0~1 个隔膜，基部扁平（图 2）。该类菌株的形态特征与藤仓镰刀菌（*Fusarium fujikuroi*）高度相似，初步鉴定为藤仓镰刀菌。

第III类菌株：包含 43、66 两个菌株，分别分离自榕江县和石阡县。该类菌株使大豆植株近地根部出现紫红色腐烂斑，并伴随植株整体萎蔫。此外，该菌在 PDA 培养基上生长较快，气生菌丝旺盛、菌落白色。大型分生孢子形态细长，较直，无色透明，具 1~2 个隔膜；小型分生孢子长椭圆形，单孢（图 3）。该类菌株的形态特征与燕麦镰刀菌（*Fusarium avenaceum*）高度相似，初步鉴定为燕麦镰刀菌。

第IV类菌株：只包含 64 一个菌株，分离自余庆县。该类菌株使大豆植株萎蔫枯黄、结荚显著减少；根系发育不良，维管束发黑且根瘤稀少。此外，



注：A~B. 田间发病症状；C~D. 菌落形态（正、反面）；E. 大分生孢子和小分生孢子。

Note: A-B. Field disease symptoms; C-D. Colony morphology（top and bottom views）; E. Macroconidia and microconidia.

图 1　第 I 类菌株引起的大豆根腐病

Fig. 1　Soybean root rot caused by type I strains



注：A~B. 田间发病症状；C~D. 菌落形态（正、反面）；E. 大分生孢子和小分生孢子。

Note: A-B. Field disease symptoms; C-D. Colony morphology（top and bottom views）; E. Macroconidia and microconidia.

图 2　第II类菌株引起的大豆根腐病

Fig. 2　Soybean root rot caused by type II strains



注：A~C. 田间发病症状；D. 菌落形态；E. 分生孢子。

Note: A-C. Field disease symptoms; D. Colony morphology; E. Conidia.

图 3　第III类菌株引起的大豆根腐病

Fig. 3　Soybean root rot caused by type III strains

该菌株在 PDA 培养基上生长较快，菌落为紫红色。分生孢子形态细长，略弯曲，两端尖锐，无色透明，具 1~4 个隔膜；小型分生孢子直或略弯曲，棒状，具有 0~3 个隔膜（图 4）。该类菌株的形态特征



注：A~B. 田间发病症状；C~D. 菌落形态（正、反面）；E. 大分生孢子和小分生孢子。

Note: A-B. Field disease symptoms; C-D. Colony morphology（top and bottom views）; E. Macroconidia and microconidia.

图 4　第IV类菌株引起的大豆根腐病

Fig. 4　Soybean root rot caused by type IV strains

与九州镰孢菌（*Fusarium kyushuense*）高度相似，初步鉴定为九州镰孢菌。

2.3　病原菌分子鉴定

基于 *rDNA-ITS*、*TEF-1α* 序列构建的系统发育树如图 5 所示，本研究的 16 株病原菌株归属于 4 个不同的镰刀菌种。其中 41、45、59、76、110、121、124、125、138、143、ZJ3-1、ZJ3-2 等 12 个菌株与 *Fusarium equiseti* 聚为一支，结合形态学特征，被鉴定为木贼镰刀菌，其占总菌株数的 75%，为优势种群；菌株 129 被鉴定为藤仓镰刀菌；菌株 66 和 43 以 100%的支持率与 *Fusarium avenaceum* 聚为一支，被鉴定为燕麦镰刀菌；菌株 64 被鉴定为九州镰孢菌。

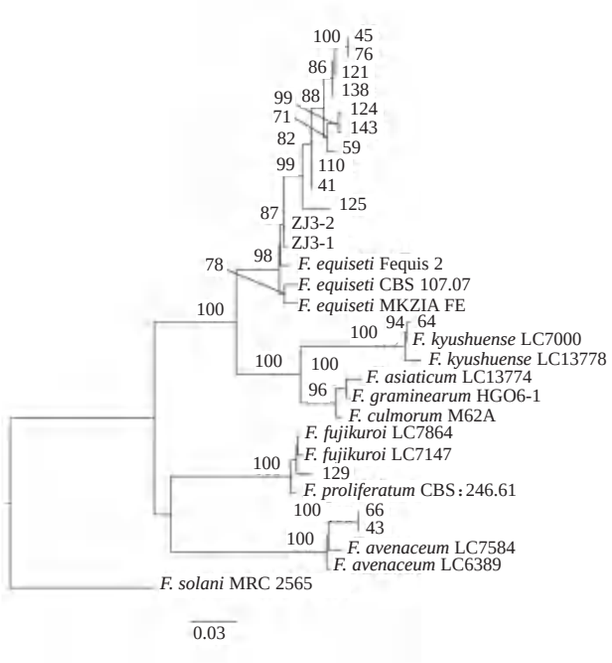


图 5　基于 *rDNA-ITS*、*TEF-1α* 序列构建的系统发育树

Fig. 5　Phylogenetic tree based on *rDNA-ITS* and *TEF-1α* sequences

3　讨论与结论

近年来，随着种植规模的不断扩大，国内多地大豆根腐病发生日益严重，已成为制约大豆产业可持续发展的重要病害。为明确贵州主产区的病害发生情况及病原菌种类，本次对贵州省大豆根腐病进行了系统调查。结果表明该病害在贵州省内呈普遍发生的态势，且病害症状呈现多样化，通过对获得的 16 株病原菌进行分离鉴定，结合田间症状、菌株形态特征及基因序列分析结果，明确了木贼镰刀菌（*F. equiseti*）、燕麦镰刀菌（*F. avenaceum*）、藤仓镰刀菌（*F. fujikuroi*）和九州镰孢菌（*F. kyushuense*）4 种镰刀菌为贵州省大豆根腐病的致病菌，且地理分布与致病种类之间存在一定关联，其中木贼镰刀菌分布最广，见于所有调查市（州、县、区），而藤仓镰刀菌和九州镰孢菌的分布范围较为单一，仅在黔北的遵义市被分离到。

现有研究表明，镰刀菌是引起西葫芦、黄芪、甜瓜等多种作物根腐病的重要病原菌[20-22]。本次鉴定出的 *F. equiseti*[23]、*F. fujikuroi*[24]、*F. avenaceum*[25]均被证实能引起大豆根腐病，而 *F. kyushuense* 是首次被发现能引起大豆根腐病，此前该病菌已被证实能引起烤烟苗期茎部腐烂病[26]。此外，引起大豆根腐病的镰刀菌属种群组成在不同地区间也存在明显差异，在山东、安徽、河南及江苏等黄淮地区，茄病镰刀菌（*F. solani*）为根腐病的主要致病菌，分离频率最高[27]；在福建、东北三省、新疆地区，则以尖孢镰刀菌（*F. oxysporum*）为优势致病菌种[14, 28-29]；而本次调查结果表明，贵州大豆根腐病的优势致病菌为木贼镰刀菌（*F. equiseti*），分离频率达到 75%。这种明显的地域差异，为不同产区制定针对性的防控策略提供了重要依据。与黄淮、东北等大豆主产区相比，贵州地域生态条件独特，且大豆种植布局较为零散，种植密度与田间管理水平也存在较大差异，这些因素与镰刀菌的种群分化密切相关。因此，大豆根腐病防控工作需坚持“因地制宜”的原则，结合当地病原菌种类与种植实际制定防控方案，切勿直接照搬其他地区的防控措施，从而提升防控的针对性与有

效性。

值得关注的是，贵州作为我国羊肚菌（*Morchella* spp.）人工栽培的核心产区之一，其栽培基地多毗邻大豆种植区，且近年来逐步形成了“菌豆轮作”新模式[30-31]。镰刀菌属真菌除侵染大豆外，还可引发羊肚菌菌柄腐烂、出现白色霉层等症状[32-34]，因此，需警惕该类病原菌通过土壤残留、农事操作在大豆与羊肚菌之间交叉传播。

综上所述，本研究结合田间症状、菌株形态特征及基因序列分析结果，发现贵州省主要大豆种植区的根腐病病原菌为木贼镰刀菌（*F. equiseti*）、燕麦镰刀菌（*F. avenaceum*）、藤仓镰刀菌（*F. fujikuroi*）和九州镰孢菌（*F. kyushuense*）4 种镰刀菌，且不同区域间致病种群结构存在差异，并明确木贼镰刀菌为贵州大豆根腐病的优势致病菌。研究结果为贵州省各种植区开展针对性的防控工作提供了科学依据。后续可结合“菌豆轮作”的产业发展需求，开展跨作物病害防控技术研究，推动贵州省特色农业产业协同发展，助力乡村振兴战略实施。

参考文献

[1] 徐熙，朱星陶，陈佳琴，等.贵州大豆高产栽培技术要点[J].农技服务，2020，37（10）：68-69.

[2] 牟绍莉.2025 年总产量超 1168 万吨贵州粮食实现“六年增”[N].贵州日报，2026-01-14（4）.

[3] 李沐慧，王媛媛，陈井生，等.2015 年东北地区大豆田病害种类与危害程度调查研究[J].大豆科学，2016，35（4）：643-648.

[4] 马淑梅，丁俊杰，顾鑫，等.黑龙江省大豆主要病害发生危害调查[J].黑龙江农业科学，2005（6）：48-52.

[5] 韩洪海，张鹏飞.舞钢市大豆主要病虫害的识别与防治[J].现代农村科技，2025（10）：52-54.

[6] 陈夕军，陈莹，陈宸.我国大豆根腐病研究进展[J].大豆科技，2023（1）：34-39.

[7] 马家新.大豆根腐病拮抗内生细菌的筛选鉴定及其生防效果[D].南京：南京农业大学，2018.

[8] 徐杰飞，郭泰，王世通，等.大豆根腐病发病原因及防治措施[J].大豆科技，2022（6）：20-23.

[9] 叶文武，刘万才，王源超.中国大豆病虫害发生现状及全程绿色防控技术研究进展[J].植物保护学报，2023，50（2）：265-273.

[10] 曹舜，迟元凯，徐阿妹，等.安徽北部大豆根腐病病原鉴定与致病力测定[J].植物病理学报，2026，56（2）：185-196.

[11] 朱治佳，袁明，韩冬伟，等.浅析黑龙江省大豆根腐病研究现状[J].大豆科技，2024（2）：29-34.

[12] 王春华，章建新，谢东升，等.新疆大豆根腐病病原及防治技术初报[J].新疆农业大学学报，2004，27（4）：7-11.

[13] 武晓玲，赵晋铭，王永林，等.南京大豆根腐病病原物的分离及毒性鉴定[J].南京农业大学学报，2009，32（2）：61-64.

[14] 李本金，陈庆河，兰成忠，等.福建省大豆根腐病病原菌的鉴定[J].福建农业学报，2011，26（5）：798-803.

[15] 桑永生，刘月，袁翠平，等.吉林省公主岭与敦化大豆根腐病镰孢菌的系统鉴定[J].大豆科学，2020，39（3）：442-450.

[16] 卢凯，齐军山，祁凯，等.大豆根腐病腐霉病原鉴定[J].中国油料作物学报，2022，44（3）：652-658.

[17] 安星宇，黄露，程均钰，等.贵州羊肚菌霉菌性枯萎病菌的生物学特性及室内药剂筛选[J].北方园艺，2026（8）：97-105.

[18] 邢琳，陈星星，周云灏，等.北京地区药用百合鳞茎腐烂病病原鉴定[J].中药材，2022，45（9）：2060-2065.

[19] 卢国彩，刘世敏，田洪平，等.生姜茎基腐病病原鉴定及室内药剂筛选[J].中国瓜菜，2026，39（7）：215-221.

[20] 耿丽华，史越，张国裕，等.一种西葫芦根腐病病原鉴定及其致病范围[J].中国瓜菜，2022，35（7）：19-24.

[21] 高芬，赵晓霞，秦雪梅，等.山西省蒙古黄芪根腐病优势致病菌群分析[J].植物保护学报，2018，45（4）：878-885.

[22] 赵梦娟，周婷婷，韩盛，等.新疆喀什地区甜瓜根腐病病原菌及其致病性[J].中国瓜菜，2025，38（7）：25-33.

[23] 杜宜新，石妞妞，阮宏椿，等.银川大豆根腐病病原鉴定及种衣剂对其防治效果[J].中国农学通报，2021，37（8）：103-109.

[24] 曾钰涵，赵心宇，胡玉，等.大豆根腐病生防链霉菌 IRHB47 的鉴定、生物学特性及防治效果[J].四川农业大学学报，2023，41（5）：801-810.

[25] 李红菊，李晓迪，陈思怡，等.套作大豆根腐病与玉米茎腐病致病镰孢菌的相互侵染关系研究[J].四川农业大学学报，2020，38（5）：551-557.

[26] 汪汉成，王进，李文红，等.烤烟苗期茎部腐烂病病原菌九州镰孢菌的生物学特性[J].中国烟草学报，2014，20（1）：65-70.

[27] 李长松，罗瑞梧，杨崇良，等.黄淮地区大豆根腐病菌分离鉴定及其致病性研究[J].植物保护学报，1996，23（2）：187-188.

[28] 张丽，耿肖兵，王春玲，等.黑龙江省大豆镰孢根腐病菌鉴定及致病力分析[J].植物保护，2014，40（3）：165-168.

[29] 白丽艳，张全党，李斌，等.新疆阿勒泰地区大豆镰刀菌根腐病病原鉴定及致病性测定[J].新疆农业科学，2009，46（3）：543-548.

[30] 付效建.“羊肚菌-大豆-豆丹”三种四收高效种养模式[J].农业知识，2025（4）：33-35.

[31] 史新敏.设施菜地蒜、菌、豆一年四收高效模式[J].农家致富，2026（2）：25-26.

[32] 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.

[33] 李建英，华蓉，孙达锋，等.羊肚菌白霉病病原菌及病害样地土壤真菌群落结构研究[J].中国食用菌，2022，41（10）：50-54.

[34] 潘启强，李云霞，陈健鑫，等.丽江人工栽培羊肚菌病害调查及病原鉴定[J].贵州农业科学，2021，49（5）：67-74.