

基于噬菌体靶向和微生态调控的烟草青枯病绿色防控技术 创新与应用

1. 项目名称：基于噬菌体靶向和微生态调控的烟草青枯病绿色防控技术创新与应用
2. 推荐单位：中国烟草总公司江西省公司
3. 推荐类别：中国烟草总公司科学技术进步奖
4. 主要完成单位：

中国烟草总公司江西省公司、中国农业科学院烟草研究所、中国烟草总公司郑州烟草研究院、南京农业大学、华南农业大学

5. 主要完成人

序号	姓名	工作单位
1	张超群	中国烟草总公司江西省公司
2	彭耀东	中国烟草总公司江西省公司
3	宋文静	中国农业科学院烟草研究所
4	管成伟	中国烟草总公司江西省公司
5	王孝芳	南京农业大学
6	胡利伟	中国烟草总公司郑州烟草研究院
7	冯小虎	中国烟草总公司江西省公司
8	廖 敏	中国烟草总公司江西省公司
9	张正杨	中国烟草总公司江西省公司

10	张启明	中国烟草总公司江西省公司
11	李红霞	中国烟草总公司江西省公司
12	丁永亮	中国烟草总公司江西省公司
13	王 杰	中国农业科学院烟草研究所
14	刘琼光	华南农业大学
15	韦 中	南京农业大学
16	张海伟	中国烟草总公司江西省公司
17	张雄峰	中国烟草总公司江西省公司
18	刘 勇	中国烟草总公司江西省公司
19	陈仁霄	中国烟草总公司江西省公司
20	张文梅	中国烟草总公司江西省公司
21	苑举民	中国烟草总公司江西省公司
22	李 卓	中国烟草总公司江西省公司
23	王念磊	中国烟草总公司江西省公司
24	王利兵	中国烟草总公司江西省公司
25	刘茜雅	中国烟草总公司江西省公司
26	夏 昊	中国烟草总公司江西省公司
27	杨庆根	中国烟草总公司江西省公司
28	丁德盛	中国烟草总公司江西省公司

6.项目简介

烟草青枯病由茄科劳尔氏菌 (*Ralstonia solanacearum*) 侵染所致，是我国东南烟区发生范围最广、危害程度最重的细菌性土传病害。江西等长江中下游核心烟区地处中亚热带湿润季风气候区，高温高湿的环境条件有利于病原菌繁殖扩散，易造成该病害的暴发流行，导致烟叶产量下降、等级降低和品质劣变，严重制约烟草产业的可持续健康发展。目前，国内外尚未形成可彻底根治青枯病的成熟技术体系，传统防治模式存在明显局限，已难以满足现代烟草绿色生态发展要求，亟需研发构建绿色高效、长效稳定的综合防控新技术。基于产业实际需求，江西省局（公司）整合多方科研力量协同攻关，历经 10 年研究与应用，取得系列创新成果。

1. 首次阐明噬菌体-生防菌协同防控青枯病的多维度作用机制，填补相关理论空白。（1）鉴定噬菌体 P2110 的内溶素 LysP2110 和 HolinP2110 双组分裂解系统，阐明了其裂解调控机制，明确核心蛋白的广谱抗菌活性，为噬菌体生防应用提供核心理论依据；（2）揭示青枯菌专性噬菌体“精准靶向+生态修复”的微生物作用机制，明确噬菌体通过特异性侵染直接压制病原菌的作用路径，阐明其驱动有益菌群富集、提升根际免疫水平的深层机理，丰富了土传病害微生物生态调控理论体系。（3）揭示有益菌通过挥发性有机化合物（VOCs）非接触性抑制青枯菌的新机制，明确有益菌 VOCs 耐受性的提高使青枯菌重新权衡生存与致病，导致青枯菌的毒性特征减弱、致病能力降低的机理，为生防菌高效应用提供全新理论支撑。

2. 构建从病原精准诊断到绿色协同防控的全链条技术体系，突破传统防控技术瓶颈。（1）搭建 MBPD 数据库与 DCiPatho 深度学习模型，病原识别精度达 98.8%（AUC），性能优于 9 种主流算法。相比国际现有病原诊断工具，实现了高通量、多病原复合污染快速筛查，显著提升了土壤健康诊断的精准度。（2）筛选获得烟草青枯菌专性噬菌体 205 株，创建了噬菌体资源库，开发出高效防控青枯病的噬菌体“鸡尾酒”配方，实现对青枯菌的精准靶向裂解；（3）探明噬菌体与芽孢杆菌等生防菌的生态位互补机制，建立噬菌体与中

生菌素、喹啉铜等常用化学药剂的兼容性应用技术，构建以“噬菌体+生防菌”为核心的烟草青枯病绿色防控技术体系，实现生物防控与化学防控的协同增效。

3. 研发青枯病快速诊断与绿色防控配套产品，形成全链条产品支撑体系。（1）基于田间土壤青枯菌的快速诊断，利用锁核苷酸增敏技术，研发出的青枯菌快速定量检测试剂盒，为病害早发现、早防控提供坚实基础；（2）建立基于秸秆资源的生防菌高效发酵工艺，研制功能微生物菌肥产品，为青枯病绿色防控提供有力产品支撑，也为同类土传病害防治产品研发提供参考范例。

2023年至2025年，成果在江西、湖南等烟叶产区累计推广应用67.97万亩，其中江西烟区实现100%覆盖，并辐射大农业61.46万亩，青枯病为害明显减轻。累计新增产值7952.84万元，新增利润1617.60万元，新增利税1724.97万元，综合经济效益11295.42万元，有效提升了烟区烟叶的产量和质量，取得了显著的经济、社会、生态效益。获授权专利10件（发明专利8件），发表论文15篇（SCI收录5篇，其中影响因子10以上2篇，EI论文1篇）。成果整体达国内领先水平，部分研究达国际先进水平。

主要知识产权

序号	类别	知识产权号	知识产权名称
1	发明专利	ZL202110076959.3	一株裂解性噬菌体及其在防控烟草土传青枯病的应用
2	发明专利	ZL202010769368.X	一种噬菌体 trp574 基因及其应用
3	发明专利	ZL201810375733.1	一种噬菌体鸡尾酒及其应用
4	发明专利	ZL202010311382.5	一种烟草青枯病试纸条批次质量检测装置
5	发明专利	ZL202010311027.8	一种青枯病菌检测装置

6	发明专利	ZL202510672305.5	一种盐胁迫下防控番茄青枯病的贝莱斯芽孢杆菌工程菌群及其应用
7	发明专利	ZL202311802148.2	一种烤烟育苗病虫害防治方法
8	发明专利	ZL202411773650.X	一种考氏科萨克氏菌 qzb219 及其应用
9	实用新型	ZL202420661699.5	一种烟草根际土壤取样装置
10	实用新型	ZL202421608067.9	一种新型噬菌体注射器

代表性论文

序号	论文题目	刊物名称	刊物类型	发表日期
1	MBPD:A multiple bacterial pathogen detection pipeline for One Health practices	iMeta Wiley (IF=23.8)	SCI	2022 年
2	Bacterial volatile organic compounds attenuate pathogen virulence via evolutionary trade-offs	ISME Journal (IF=10.8)	SCI	2023 年
3	DGiPatho:deep cross-fusion networks for genome scale identification of pathogens	Briefings in bioinformatics (IF=6.8)	SCI	2023 年
4	Characterization of the LysP2110-HolP2110 Lysis System in Ralstonia solanacearum Phage P2110	International Journal of Molecular Sciences (IF=5.6)	SCI	2023 年
5	Analysis of the composition and function of rhizosphere microbial communities in plants with tobacco bacterial wilt disease and healthy plants	Microbiology Spectrum (IF=3.8)	SCI	2024 年
6	一组靶向烟草青枯病的噬菌体鸡尾酒筛选与防控效果	生物技术通报	EI	2025 年
7	江西和广东烟草青枯菌对噬菌体的敏感性及其聚类分析	江西农业大学学报	中文核心	2018 年
8	4 种噬菌体对寄主青枯菌的敏感性及其作用受体分析	华南农业大学学报	中文核心	2020 年

9	不同烤烟品种对青枯病胁迫的生理响应及抗性分析	中国烟草科学	中文核心	2022 年
10	杀菌剂与无致病力烟草青枯菌对噬菌体存活的影响	中国烟草科学	中文核心	2022 年
11	不同土壤改良剂处理土壤防治烟草青枯病的效果	中国植保导刊	中文核心	2024 年
12	不同青枯病抗性烤烟品种（系）根际土壤微生物群落分析	烟草科技	中文核心	2025 年
13	不同培养条件对烟草青枯病菌生长的影响	广东农业科学	科技核心	2017 年
14	烟草青枯病菌噬菌体分离及其生物学特性研究	广东农业科学	科技核心	2019 年
15	2 个烟草青枯病菌菌株的致病力差异与基因组比较分析	广东农业科学	科技核心	2023 年