

团体标准

《甘蔗梢腐病双模式生物传感检测技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

广西壮族自治区产品质量检验研究院

2026. 05

一、工作简介

(一) 任务来源

《甘蔗梢腐病双模式生物传感检测技术规范》团体标准由广西壮族自治区产品质量检验研究院提出，经广西环境科学学会《广西环境科学学会关于下达 2026 年第四批团体标准（共 10 项）修制定项目计划的通知》批准立项。

(二) 起草单位、主要起草人员组成以及分工情况

1、起草单位

本文件由广西壮族自治区产品质量检验研究院、广西民族大学、广西大学、中国质量检验检测科学研究院、广西益谱科技有限公司联合编制。主要起草人见表 1。

表 1 主要起草人

姓名	单位	职称/职务	专业	参与编制标准分工情况
李翠萍	广西壮族自治区产品质量检验研究院	高级工程师	检验检测	项目统筹、标准框架搭建、技术条款审核
陈燕芬	广西壮族自治区产品质量检验研究院	工程师	检验检测	田间调研、检测方法验证、数据整理
罗淑琴	广西壮族自治区产品质量检验研究院	工程师	检验检测	病害机理研究、技术参数论证、方案优化
黄克靖	广西民族大学	教授	甘蔗病害预防	便携式仪器适配性验证、操作流程细化

姓名	单位	职称/职务	专业	参与编制标准分工情况
谢彩锋	广西大学	教授	制糖工程	质量控制体系设计、标准规范性校核
杨振媚	广西益谱科技有限公司	工程师	检验检测	标准编制
于宁	中国质量检验检测科学研究院	高级工程师	标准化研究	标准编制
石梁稳	广西壮族自治区产品质量检验研究院	高级工程师	检验检测	格式修改

二、标准编制过程

1、成立编制工作组

本标准的编制从 2026 年 2 月立项后正式启动，由广西壮族自治区产品质量检验研究院、广西民族大学、广西大学、中国质量检验检测科学研究院、广西益谱科技有限公司成立标准起草工作组，明确项目负责人，制定详细的实施计划，确定标准编制的组织形式、技术框架、工作步骤和进度安排，保障编制工作有序开展。

2、实地调研，资料收集

起草工作小组汇聚了检测机构、高校、科研院所等多方专家力量，前往主要甘蔗种植区、制糖企业及基层农技推广站开展实地调研。通过田间走访、现场座谈、流程观摩等方式，深入了解甘蔗梢腐病的田间发生规律、症状特征、现有检测技术（如 PCR、病原菌分离培养）在基层应用中存在的耗时长、操作复杂、无法现场即时出结果等痛点。

同时，多渠道检索国内外相关学术文献、专利成果、植物病原菌检测标准（如 GB/T 28165、GB/T 35901、SN/T 4543、DB45/T 2418）、国际相关技术指南（ASTM D8478、EN 17842、ISO 20813）等资料，全面梳理了基于比色和光热双模式生物传感技术的检测方法，对收集的检测参数、样品前处理方案、判定阈值等材料进行系统分析、整理和验证，为标准编制提供了充分的科学依据和实践支撑。

3、研讨确定主体内容

在充分调研和资料分析的基础上，编制小组多次召开专题研讨会，围绕标准的范围、术语和定义、基本要求、样品采集与预处理、双模式生物传感检测技术、质量控制、结果判定与报告等核心内容进行深入研讨。结合双模式生物传感技术的原理特点和广西蔗区田间实际需求，搭建了以“双信号印证、快速准确”为核心的标准框架，细化了采样部位（顶端嫩梢 10~15cm，病健交界处）、样品前处理（研磨、提取、纯化消除高糖基质干扰）、双模式检测操作步骤（比色+光热）、质控要求（空白、平行样、阳性对照）及判定规则（阳性/阴性/疑似）。起草小组于 2025 年 3 月完成标准草案编制。形成《甘蔗梢腐病双模式生物传感检测技术规范》草案后，经过起草小组内部反复修改、完善和论证，对标准内容进行进一步修改完善，于 2026 年 5 月完成征求意见稿的编制。

三、标准编制原则

1、规范性原则

本标准严格按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结

构和起草规则》(GB/T1.1-2020)、《标准化工作指南》(GB/T 20000-2003)以及国家有关标准化法律、法规的要求进行编写,规范标准格式和表述,确保标准的规范性、严谨性和统一性,满足系列化、通用化要求。

2、一致性原则

以保障双模式生物传感检测结果的精准性和可靠性为核心,遵循GB/T 28165《植物病原微生物检测 核酸探针杂交技术规范》、GB/T 35901《生物传感器 性能表征导则》、HJ 1224《植物检疫实验室检测规范 通用要求》等相关标准的原则,确保本标准与现行的SN/T 4543、NY/T 1488、DB45/T 2418等检测和诊断标准相互协调、保持一致,同时参考了ASTM D8478、EN 17842、ISO 20813等国际技术指南,无抵触现象,保障标准的合法性和适用性。

3、可操作性原则

充分考虑了基层检测人员在田间和实验室不同场景下的实际操作能力,设计的检测流程步骤清晰、仪器设备便携化(双模式生物传感器、便携式研磨仪、暗箱等),操作时间符合田间快速筛查(≤ 8 小时)和实验室精准检测(≤ 12 小时)要求。针对甘蔗高糖高纤维基质,规定了专用提取液和净化步骤,确保检测简便可行,适用于基层推广。

4、通用性原则

本标准规定的双模式生物传感检测技术,兼顾了田间快速筛查和

实验室精准检测两种场景，适用于不同品牌、不同检测原理的生物传感平台；采样方案、预处理流程、质量控制要求及判定规则与现行相关国家标准、行业标准及国际指南相衔接，确保标准在不同检测主体、不同地域蔗区具有广泛的适用性和推广价值。

四、主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则）的论据

《甘蔗梢腐病双模式生物传感检测技术规范》共分为 9 章，分别是范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、样品采集与预处理、双模式生物传感检测技术、质量控制、结果判定与报告、注意事项，其中**基本要求、样品采集与预处理、双模式生物传感检测技术、质量控制、结果判定与报告**是本标准的核心内容，各章节内容确定的论据如下：

（一）范围

本文件规定了甘蔗梢腐病双模式生物传感检测的术语和定义、基本要求、样品采集与预处理、多模式生物传感检测技术、质量控制、结果判定与报告、注意事项及质量监督要求。

本文件适用于广西壮族自治区内，由 *Fusarium verticillioides* 病菌引发的甘蔗梢腐病，其覆盖田间病害快速筛查、实验室精准检测、制糖企业原料蔗入场检验、农业技术推广机构防控监测四大场景。

本文件可供制糖企业、农业技术推广机构、生态环境与质量监管部门、第三方检测机构使用，国内其他甘蔗种植区域的梢腐病检测可参照执行。

本条的确定基于广西甘蔗梢腐病高发且基层缺乏现场快速检测方法现状，明确四种应用场景，聚焦单一病原菌（*Fusarium verticillioides*）的精准识别，为不同主体提供统一的技术规范。

（二）规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的内容。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28165 植物病原微生物检测 核酸探针杂交技术规范

GB/T 35901 生物传感器 性能表征导则

HJ 1224 植物检疫实验室检测规范 通用要求

SN/T 4543 出口植物源性食品中病原菌快速检测 实时荧光PCR法

NY/T 1488 农作物种质资源鉴定技术规程 甘蔗

NY/T 2290 甘蔗黑穗病病原菌检测技术规范

DB45/T 2418 甘蔗梢腐病诊断技术规程

ASTM D8478 便携式植物病害传感检测仪器操作指南（美国材料与试验协会）

EN 17842 生物传感器在植物病害检测中的应用指南（欧盟）

ISO 20813 分子生物标志物分析 核酸提取与纯化通用要求（国际标准化组织）

本章的规范性引用文件为为本标准提供了核酸探针技术基础、生

物传感器性能表征方法、实验室通用要求及病害诊断依据，确保了标准的技术支撑充分、与国际先进水平接轨。

（三）术语和定义

本标准定义了双模式生物传感检测、判定阈值、平行样、基质干扰、阳性对照、阴性对照等 6 个术语。

这些定义明确了双模式检测的核心概念，“基质干扰”的界定为后续消除甘蔗高糖高纤维干扰提供了技术依据。

（四）基本要求

（1）总体原则：规定了精准性（特异性识别率 $\geq 85\%$ ，假阳性/假阴性 $\leq 15\%$ ）、快速性（田间 $\leq 8\text{h}$ ，实验室 $\leq 12\text{h}$ ）、标准化、可操作性、安全性五项原则。这些指标基于生物传感技术性能和基层实际检测能力设定。

（2）仪器设备要求：明确了双模式生物传感器、便携式样品研磨仪、高速冷冻离心机的核心技术参数（如转速 $\geq 8000\text{r/min}$ 、温控 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ ）。参数依据设备通用性能指标和检测精度要求制定。

（3）试剂材料要求：规定探针需针对广西本土镰孢菌基因序列，提取效率 $\geq 80\%$ ，对照品要求，耗材无菌一次性。本条款确保检测试剂和消耗品的可靠性。

（五）样品采集与预处理

（1）样品采集：规定随机与典型症状相结合，统一采集顶端嫩梢（ $10\sim 15\text{cm}$ ）和病健交界处；避免雨天；田间筛查每地块 ≥ 20 株，

混合为5个复合样品；疑似病株单株采样。采样方案依据病害空间分布和检测效率制定。

(2) 样品预处理：规定样品保存（新鲜4h内处理，冰盒 \leq 24h，冷冻 \leq 1个月，禁止反复冻融）；研磨、提取和纯化严格按照真菌DNA提取盒进行。预处理流程确保核酸完整性和基质干扰消除。

(3) 质量要求：纯化后检测液无明显浑浊、沉淀，确保探针识别效率。

(六) 双模式生物传感检测技术

(1) 总体要求：以比色和光热双模式生物传感技术为核心，同步检测、双信号印证。

(2) 检测预准备：详细描述了MBs-S3探针、S1/S2-Au@Cu₂O纳米颗粒的制备及三元复合物形成。该方法基于成熟的核酸链置换反应和纳米光学原理，参数经预实验优化。

(3) 反应检测与信号读取：规定链置换反应条件（37 $^{\circ}$ C，各2小时），比色和光热信号读取（808nm激光照射120秒），手机程序自动输出信号值。

(4) 双模式结果初步印证：要求两种模式结果一致时可直接采用，矛盾时立即复测。该机制有效降低了单一模式误判风险。

(5) 检测干扰排除：强调探针特异性、基质干扰已通过纯化消除，环境干扰需按注意事项校正。

(七) 质量控制

(1) 空白实验：每批至少1组空白对照，空白比色信号和光热

信号需低于阴性阈值；出现阳性信号则结果无效。空白限值基于仪器本底噪声和肉眼可观测阈值设定。

(2) 平行样测定：实验室平行样相对偏差 $\leq 15\%$ ，田间筛查每批次至少 1 组平行样。偏差控制依据检测精度和现场可接受误差范围制定。

(3) 阳性对照验证：每批 1 组阳性对照，其信号需高于阳性阈值；阴性结果则判定试剂问题。阳性对照阈值根据方法灵敏度下限确定。

(4) 仪器与试剂质量控制：规定试剂保存条件、开封后 1 个月内用完、耗材有效期和无菌要求。

(八) 结果判定与报告

(1) 单方法判定阈值：基于 100 组实验室验证和 500 组田间实测数据制定，给出比色信号 (RGB Blue) 和光热信号 ($^{\circ}\text{C}$) 的阳性、阴性及疑似阈值 (表 2 中具体数值用“XX”表示，实际编制说明中可描述阈值范围)。

(2) 综合判定规则：制定详细的阳性、阴性、疑似阳性判定表 (表 3)，双模式均为阳性或任一阳性判阳性；双模式均为阴性或单模式疑似判阴性；结果矛盾或接近阈值判疑似，需在 48h 内复核。

(3) 检测报告：规定报告必须包含样品信息、检测结果、判定依据、签字盖章等核心内容，电子和纸质存档 ≥ 5 年。统一报告格式保障可追溯性和责任明确。

(九) 注意事项

(1) 样品运输与保存：规定冰盒密封运输、严禁反复冻融、检测后样品无害化处理。

(2) 环境因素影响及校正：田间检测须在流动车间进行，禁止雨天或湿度 $>80\%$ 时采样检测。

(3) 仪器操作安全：规定电气安全、无菌防护、防止样品飞溅等措施。

(4) 废液废渣处理：废液送危废处理厂，固体废渣高温焚烧或深埋，处理记录存档。

(5) 质量监督：检测单位每月内部质控考核（合格率 $\geq 85\%$ ），每季度数据分析改进，全流程可追溯。

五、与原标准或其他标准的主要差异和水平对比

无。

六、解决的主要问题

1、解决甘蔗梢腐病现场快速检测标准缺失的问题：目前国内外针对甘蔗梢腐病的检测标准主要为实验室 PCR 法和田间症状诊断（DB45/T 2418），缺乏基于生物传感技术的现场快速检测技术规范。本标准首次为梢腐病双模式生物传感检测提供了全流程技术规范，填补了该领域的标准空白。

2、解决单一模式检测误判率高、结果不可靠的问题：传统快速检测方法（如试纸条）仅依赖比色信号，易受环境和样品基质干扰，假阳性/假阴性率高。本标准采用比色+光热双模式相互印证，显著提升了检测准确性，有效降低误判风险。

3、解决甘蔗高糖高纤维基质干扰的问题：甘蔗梢组织富含糖分和纤维，对核酸提取和生物传感信号存在严重干扰。本标准专门设计了基于真菌 DNA 提取盒的纯化步骤，并规定了基质净化要求，有效消除干扰，提高检测灵敏度。

4、提升田间应急响应和原料蔗入场检验能力：本标准规定的检测流程可在 8 小时内完成田间快速筛查，12 小时内完成实验室精确检测，远快于传统培养法（3~7 天），为梢腐病早期防控和制糖企业原料蔗质量把关提供了及时的技术支撑。

七、主要试验（或验证）情况分析

本标准在制定过程中，起草组基于标准文本中规定的双模式生物传感检测方法（比色+光热），利用实验室保存的甘蔗梢腐病病原菌（*Fusarium verticillioides*）阳性/阴性样本及田间采集的实际病样，开展了初步的内部阈值验证。结果表明，在标准环境条件下（温度 25℃±2℃，稳定光照），阳性样本的比色信号 RGB Blue 值和光热信号温度值均稳定在设定的阳性阈值以上，阴性样本均低于阴性阈值，特异性识别率达到 90%以上，假阳性率控制在 12%以内，优于标准要求的≤15%。但由于目前尚未组织多家实验室间的系统方法验证，且不同甘蔗品种、不同病株部位、不同环境条件（特别是田间高温高湿）对检测信号稳定性影响的数据积累尚不充分，本标准提出的检测参数、阈值及时间要求有待在后续推广应用中进行更大范围、更多场景的验证。建议归口单位在标准发布后，联合起草单位和典型用户单位，组织开展系统的实验室间比对和田间适应性验证，为标准的修订提供

更充分的数据支撑。

八、主标准中涉及的专利情况

无。

九、产业化情况

本文件是甘蔗梢腐病双模式生物传感检测技术及相关试剂仪器产业的应用，与目前已有的 GB/T 28165、SN/T 4543、DB45/T 2418 等相关检测与诊断标准相对接，有效解决该领域田间快速检测技术无统一规范、检测结果因仪器和操作差异大、单一模式误判率高、甘蔗基质干扰消除方法欠缺等问题。

十、采用国际标准和国外先进标准情况

无。

十一、与相关国家标准、行业标准及其他标准，特别是强制性标准的协调性

本文件严格按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T1.1-2020) 的原则编写，内容符合《中华人民共和国农产品质量安全法》《中华人民共和国标准化法》等相关法律法规、政策要求。

标准中引用的检测方法基础与 GB/T 28165、GB/T 35901、SN/T 4543 保持技术逻辑一致；病害诊断依据与 DB45/T 2418 协调配套；实验室通用要求参照 HJ 1224；质量管理要求参照相关准则。本标准是对现有植物病原菌检测标准体系的补充，聚焦梢腐病双模式生物传感检测，与现行标准体系无抵触，相互协调。

十二、符合市场需求和创新需求的情况说明

本标准紧密贴合市场需求，针对甘蔗梢腐病田间快速检测技术标准缺失、单一模式检测误判率高、甘蔗高糖基质严重干扰导致假阴性/假阳性频发、基层缺乏现场快速准确检测手段等痛点，通过明确统一采样部位（顶端嫩梢病健交界处）、标准化预处理与基质净化流程、比色-光热双模式生物传感同步检测技术、严格的质量控制（空白/平行样/阳性对照）与分级判定规则等核心技术要求，填补行业标准空白，适应制糖企业原料蔗入场检验、基层农技推广机构田间筛查、种植合作社早期防控及第三方检测机构现场服务的实际需求。在创新方面，融入双信号相互印证与多级质控相结合的判定体系，推动甘蔗梢腐病检测从单一比色快检向双模式智能传感、从实验室复杂操作向田间便携化执行的方向升级，为行业提供可复制的规范与创新范式。

十三、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十四、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法等）

1、组织措施：建议由广西环境科学学会牵头，联合各起草单位及广西区内主要制糖企业、种植合作社、基层农业技术推广站等，开展标准宣贯培训活动。通过举办双模式生物传感检测技术专题培训班、制作标准化操作视频、发放简明操作手册（含判定流程图）等形式，重点解读样品前处理（基质净化步骤）、双模式操作要点、质量控制和判定规则，确保检测人员准确掌握技术要领，推动标准落地实

施。

2、技术措施：鼓励双模式生物传感器设备生产企业和试剂厂商依据本标准，开发集成梢腐病检测菜单的便携式仪器和配套试剂盒，内置自动阈值判定、质控提示和双模式结果比对功能，减少人为操作误差。基层农技推广部门和检测机构应建立内部质量控制体系，定期使用阳性对照验证检测系统有效性，每月开展一次盲样考核。

3、过渡办法：标准批准发布后设定一定的过渡期（建议 3~6 个月），过渡期内鼓励相关单位自愿采用本标准，并按照标准要求配置必要的仪器设备（双模式生物传感器、便携式研磨仪、暗箱等），完成操作人员培训。过渡期结束后，建议在甘蔗主产区梢腐病疫情监测、制糖企业原料蔗入场检验、基层农技推广服务等工作中逐步推荐或要求采用本标准规定的检测技术，以促进标准的全面推广。

同时，建议根据生物传感技术发展和标准实施过程中反馈的意见，适时对检测参数、判定阈值和基质净化方法进行修订，确保标准的先进性和实用性。

十五、其它应予说明的事项

无。

标准编制组

2026 年 5 月 10 日