

团 体 标 准

T/GDNB XXXX—2024

荔枝蒂蛀虫无损检测 可见/近红外光谱法

Non-destructive testing of litchi pedicle borers by
visible/near-infrared spectroscopy

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

广东省农业标准化协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省农业标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：广东省农业科学院设施农业研究所。

本文件主要起草人：徐赛、陆华忠、梁鑫、范长湘、石婧楠、黄熹。

荔枝蒂蛀虫无损检测 可见/近红外光谱法

1 范围

本文件规定了用可见/近红外光谱无损检测法检测荔枝蒂蛀虫的原理、仪器、样品集的选择、分析步骤等。

本文件适用于荔枝蒂蛀虫品质参数同步无损检测，不适用于仲裁检验。

2 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条款。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 29858 分子光谱多元校正定量分析通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

荔枝蒂蛀虫 *Conopomorpha sinensis* Bradley

荔枝蒂蛀虫，又称荔枝细蛾、荔枝爻纹细蛾。幼果期蒂蛀虫幼虫从果蒂附近蛀入，取食种脐及胎座，遗留虫粪于果内和表皮的果实。

3.2

校验集 validation set

在机器学习中，研究和构建算法用来对数据进行学习和预测是一个常见任务，这些算法是通过基于数据驱动的预测或决策工作，即对输入的数据搭建数学模型。校验集用于用来调参、选择特征以及调整其他和学习算法相关的选项。

3.3

预测集 calibration set

测试集检验最终选择最优的模型的性能如何。

3.4

决定系数 coefficient of determination (R^2)

可见/近红外光谱法测定值与标准理化分析方法测定值之间相关系数的平方。

3.5

均方根误差 root mean square error (RMSE)

均方根误差是可见/近红外光谱法测定值与标准理化分析方法测定值偏差的平方与观测次数 n 比值的平方根。衡量两者之间的偏差。

4 原理

可见/近红外光谱 (Visible Near Infrared, Vis-NIR) 波长范围为350 nm~2526 nm，可见光对被测样本颜色变化较敏感，近红外光是介于可见光和中红外之间的电磁波，对含氢基团 X-H (X=C、N、O) 振动的倍频和合频吸收，使得经过被测样本反射或者透射的近红外光携带被测样本相关品质信息。分析原理是，通过建立光谱与待测参数之间的对应关系（称为分析模型），通过光谱和对应关系，能很快得到所需要的质量参数数据。本标准在校正模型建立，校正模型验证以及用校正模型进行预测提供指导。模型建立、验证过程主要包括：首先，收集一组可代表荔枝蒂蛀虫程度变化范围的校正样品和验证样品，

组成校正集和验证集；使用仪器测定校正集和验证集的光谱，采用参考方法测定样品的荔枝蒂蛀虫程度参考值；然后，用多元散射校正（MSC）进行预处理，选择合适的化学计量学方法（多元散射校正（MSC）和向量回归（SVR））将预处理后的校正集光谱数据和荔枝蒂蛀虫程度参考值进行关联，在光谱图和其参考数据之间建立起一一对应映射关系，建立校正模型；将验证集光谱输入检测模型得到预测结果，并与实际理化值比对，评价检测模型的预测能力和有效性，根据评价结果决定模型能否使用或更新。

5 仪器

卤素灯（100 W）、可见/近红外透射光谱检测系统：计算机、Ocean Optics QE pro光谱仪、实验暗箱、光源、光纤、自动校准黑白参考板、电源和托盘等。

6 样品集的选择

精选处于同一成熟度水平、大小均一的荔枝果实，保留2 mm果梗，剔除外部破损和畸形的样品，留下100个以上。

7 分析步骤

7.1 光谱采集

按照适合的光谱采集参数，采集荔枝透射光谱，每次测定要求连续测量不少于3条的样品透射光谱。样品的透射光谱采用多元散射校正（MSC）进行预处理以消除噪声，采用连续投影法（SPA）进行特征提取和对特征提取后的光谱数据采用支持向量回归（SVR）分训练集与测试集进行建模识别，计算平均光谱作为最终测量光谱。

7.2 荔枝蒂蛀虫理化分析测定

将荔枝纵切两半，按照T/HNBX 105规定的方法测定荔枝蒂蛀虫。

7.3 校正模型的建立

用于建立模型的校正样品应具有代表性，其因素包含不同月份、不同采摘时间、环境因素、存放期等，能涵盖待测样品的变化范围。校正样品数量不少于100份。按照GB/T 29858规定建立校正模型，校正模型的有效性利用决定系数(the coefficient of determination, R^2)和均方根误差(root mean square error, RMSE)指标评价，相关评价指标的要求见附录A。

7.4 校正模型的验证

用于评价模型的验证样品独立于校正集，数量不少于40份，其代表性与校正样品要求一致。选择 R^2 以及RMSE的指标评价校正模型验证预测效果，相关评价指标的要求见附录A。检测结果应在近红外光谱测量分析仪使用的校正模型所覆盖的荔枝蒂蛀虫范围内。

8 异常测量结果的确认和处理

8.1 异常测量结果的来源

异常测量结果的来源包括但不限于：

- 样品品种与校正模型要求不匹配；
- 仪器故障；
- 样品光谱测量条件与校正模型要求不匹配；
- 样品光谱测量参数与建立模型时参数不匹配；
- 样品蒂蛀虫超过校正模型范围。

8.2 异常测量结果的确认

测量结果出现以下任一条件，均可确认其为异常测量结果：

- 测量结果超出校正模型覆盖的荔枝蒂蛀虫范围；
- 仪器或化学计量学软件出现预警情况下的测量结果。

8.3 异常测量结果的处理

出现异常测量结果的样品，进行样品复测（包括样品荔枝蒂蛀虫标准理化分析方法测定、光谱测量、校正模型预测分析）或用新样品进行替换，并汇总统计。

附 录 A
(规范性)
校正模型校正评价指标

检测模型的决定系数、均方根误差见表A. 1。

表A. 1 校正模型校正评价指标

参数指标	决定系数 R^2		均方根误差 RMSE	
	校验集	预测集	校验集	预测集
荔枝蒂蛀虫	≥ 0.84	≥ 0.79	≤ 0.20	≤ 0.23

参 考 文 献

- [1] GB/T 1.1 标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则
 - [2] 冯弘历, 徐赛, 陆华忠, 等. 基于多源光谱信息融合的采后荔枝蒂蛀虫无损检测[J/OL]. 现代食品科技, 1-8[2024-10-31]. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2025.1.1419>.
 - [3] GB/T 37969—2019 近红外光谱定性分析通则
 - [4] NY/T 2329—2013 农作物种质资源鉴定评价技术规范 荔枝
 - [5] DB46/T 212—2011 荔枝蒂蛀虫、荔枝蝽综合防治技术规程
-