

ICS 65.020.01
CCS B00/09

团体标准

T/CAAMM 314—2023/T/NJ XXXX—2023

鲜食甘薯蛋白质含量分级近红外光谱快速检测规程

Procedure for rapid grading detection of protein content in fresh edible sweet potatoes using near-infrared spectroscopy

(公示稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
中国农业机械学会 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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：河南科技大学，中国农业机械化科学研究院集团有限公司，北京市农林科学院，常州信息职业技术学院，郑州轻工业大学，东北农业大学，江苏大学，安徽大学。

本文件主要起草人：张亚坤，王立博，熊瑛，张伏，何亚凯，师翊，秦龙，罗斌，杨青丰，刁智华，高睿，孔庆明，高原源，祝清震，王亚飞，郑玲。

本文件为首次发布。

鲜食甘薯蛋白质含量分级近红外光谱快速检测规程

1 范围

本文件规定了鲜食甘薯蛋白质含量分级近红外光谱快速检测的术语和定义、原理、仪器设备、样本制备、模型建立和维护、样品检测和结果、异常检测结果的确认与处理及准确性判定等内容。

本文件适用于鲜食甘薯中蛋白质含量的快速测定。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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 24895 粮油检验 近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则

GB/T 29858 分子光谱多元校正定量分析通则

GB/T 40467 畜禽肉品质检测 近红外法通则

GB/T 42233 快速检测 术语与定义

LS/T 3104 甘薯（地瓜、红薯、白薯、红苕、番薯）

SN/T 3926 出口乳、蛋、豆类食品中蛋白质含量的测定 考马斯亮蓝法

NY/T 2963 薯类及薯制品名词术语

DB 50 鲜食型甘薯生产技术规程

3 术语和定义

GB/T 24895、GB/T 40467、GB/T 42233、NY/T 和DB 50界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

鲜食甘薯 fresh edible sweet potatoes

按照DB50规定，薯块淀粉含量中等，适宜蒸、煮、烤，食口性好的优质甘薯品种。

3.2

快速检测方法 method for rapid detection

与参比方法相比，具备检测时间少、易于人工操作或者自动操作、小型化、检测成本低等特点的替代方法。

3.3

参比方法 reference method

具备清楚而严密的检测条件和程序，能够对物质一种或多种特征值进行测量的，用于与快速检测方法（3.2）进行比较的方法，该方法已经证明具有与预期用途相称的准确度及其他性能，以国家标准方法或者

行业标准方法为依据。

3.4

定标模型 **calibration model**

利用化学计量学方法建立的样品近红外光谱与对应化学参考值之间关系的数学模型。

3.5

样品集 **sample set**

具有代表性的、基本覆盖相关组分含量范围的鲜食甘薯样品集合。

4 原理

利用鲜食甘薯蛋白质分子中 C-H、N-H、O-H 等含氢官能团的合频或倍频振动产生的吸收谱图，结合参比方法测定的蛋白质含量，通过化学计量学方法建立鲜食甘薯近红外光谱与蛋白质含量之间定标模型，实现鲜食甘薯蛋白质含量的快速检测。

5 仪器设备

仪器采用便携式设备，波长范围包含 780 nm~2526 nm 中的全部或部分波长，应符合 GB/T 40467 的规定。

6 样品制备

按照 LS/T 3104 规定的方法选取无病虫害、无破损的鲜食甘薯 80 个以上，作为鲜食甘薯样品集，对样品表面清洗去污，于室内自然晾干，去除样品表面附着水分。对晾干后的样品进行按顺标号，以便采集的光谱数据与测定的甘薯蛋白质含量数据保持一一对应。在建立校正模型时和检测时，样品的处理方式和温度等光谱采集条件应保持一致。

7 模型建立与评价

7.1 光谱采集

光谱数据采集前需要对仪器先预热后自检，自检通过且满足检测条件后，通过调整曝光时间、积分时间等试验确定合适的光谱采集参数，以保证光谱响应信号为光谱仪量程的 80% 左右。在鲜食甘薯中部表面光滑平顺的区域采集光谱数据，每次测定时测定次数不少于 3 次，计算多次测定的平均光谱值作为最终光谱数据。

7.2 蛋白质含量理化测定

选取光谱采集区域范围内的甘薯组织，按照 SN/T 3926 规定的固体、半固体试验方法进行样品处理，测定蛋白质含量。

7.3 异常样本剔除

采用 3 倍标准差对鲜食甘薯蛋白质理化数据异常进行剔除，采用光谱曲线观察结合蒙特卡洛、马氏距离等异常样本检测算法剔除光谱异常鲜食甘薯样本。

7.4 模型建立与评价

选择具有广泛代表性的鲜食甘薯样本构成校正样本集，校正集鲜食甘薯蛋白质含量要有较大的数据变化范围，能够涵盖待测样品的可能出现数据范围，且校正集样本数应不小于 100。参考 GB/T 29858 中的数据预处理、变量数优化和校正模型建立方法，选择合适的光谱预处理方法、波长或变量选择方法、多元校正方法及其组合建立鲜食甘薯蛋白质含量校正模型。采用校正集决定系数 (R^2C)、校正集均方根误差 (RMSEC)、预测集决定系数 (R^2P)、预测集均方根误差 (RMSEP)、预测相对偏差 (RPD) 进行校正模型评价，相关评价指标的要求见表 1。

表 1 模型评价指标

| R^2C | RMSEC | R^2P | RMSEP | RPD |
|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| ≥ 0.8 | ≤ 5 mg/g | ≥ 0.8 | ≤ 5 mg/g | ≥ 1.5 |

7.5 模型维护

校正模型投入使用之后，应持续监测校正模型在使用中的有效性。如果校正模型的性能变差，导致样品检测结果准确性下降，应适量增用建模样品数量，并按本文件要求优化或重新建立校正模型，以保证校正模型的适应性和有效性。若对仪器进行维修，如更换光源、检测器等，应当重新标定仪器，检验仪器硬件的一致性，并对校正模型的有效性进行评估。

8 样品检测和结果

8.1 样品检测

取鲜食甘薯若干（10 个以上），按照 6 样本制备方法进行鲜食甘薯去污晾干，采用 7.1 的方法采集样品光谱数据，仪器和采集条件应与建模过程一致。应用 7.4 建立的校正模型测定其蛋白质含量，记录测量结果。测量结果均保留 2 位小数。

8.2 检测结果

每个样品同一检测位置测定三次以上，同一检测位置的检测结果中任何两次检测结果相对差值应小于算术平均值的 10%，计算该检测位置多次检测结果的平均值作为最终检测结果，否则记录为异常测量。检测结果应在校正模型所覆盖的蛋白质含量范围内。

9 异常检测结果的确认与处理

9.1 异常检测结果的确认

测量结果出现以下任一情况，均可确认其为异常测量结果：

- 仪器检测的光谱曲线超出量程或光谱曲线饱和；
- 光谱扫描过程中样品发生了位移；
- 测量结果超出校正模型覆盖的蛋白质含量范围；
- 两次测量结果的绝对差值不符合 8.2 的要求。

9.2 异常检测结果的处理

出现异常测量结果的样品后，应对造成测定结果异常的原因进行分析和排除，之后再行样品复测，

复测应包括光谱数据测量、蛋白质含量测定和校正模型预测结果，如复测后仍为异常测量结果，则认定为异常样品，之后封存样品并汇总统计，以便今后对定标模型进行升级。

10 准确性

验证样品蛋白质含量的本文件预测值与其标准理化方法测定值之间的验证标准误差应小于 20%。

11 样品检测报告

样品检测报告内容包括但不限于：

- 检测地点；
 - 环境条件；
 - 样品类型；
 - 样品名称；
 - 送检时间；
 - 仪器类型；
 - 波长范围；
 - 测量条件；
 - 建模方法；
 - 检测时间；
 - 检测结果。
-