

# 近红外光谱技术检测植物木质素纤维素研究

官江明<sup>1</sup> 黄岩<sup>2</sup> 商大伟<sup>2</sup>

1. 青岛市纤维纺织品检验研究院 山东 青岛 266000;

2. 青岛市产品质量检验研究院 山东 青岛 266000

**[摘要]**在植物木质素纤维素含量检测的过程中对近红外光谱技术进行充分应用,能够提高检测效率和质量。尤其是与传统式化学方法相比,近红外光谱技术的操作过程更加简单方便,检测结果的准确相对较高,作为新型测定方法。为了充分发挥近红外光谱技术在植物木质素纤维素检测过程中的积极作用,需要对国内外利用近红外光谱技术进行深入分析,对植物中的木质素纤维素研究情况进行探索。了解近红外光谱技术的特点,掌握植物木质素纤维素情况以及检测方法。此外,对近红外光谱技术在植物木质素纤维素检测过程中的相关要点进行全面把握,提高检测效率。

**[关键词]**近红外光谱技术;植物木质素纤维;检测方法

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.1392

## 前言

植物中的纤维素木质素是其中的主要成分,与植物的性质存在密切联系。在纺织行业中,对植物中的木质素纤维素进行准确检测可以掌握原材料的特点,从而对原料的加工工艺进行科学选择。在当前的植物木质素纤维素检测过程中比较常用的方法包括近红外光谱法,能够提高测定效率,保证测定结果的可靠性。并且在多种植物木质素纤维素检测过程中都能够发挥作用。

### 1. 近红外光谱技术简介

近红外光谱技术随着化学计量学科的不断丰富和发展,检测技术越来越成熟。在科学研究过程中,近红外光谱技术的应用越来越普遍,主要是因为近红外光谱技术在分析测定过程中具有独特的优越性,与其他技术相比,近红外光谱分析技术在应用过程中的优势主要表现在以下方面:

第一,能够大大提高测定工作效率,保证测定速度。在近红外光谱技术分析样品时,从最初的光谱数据收集到确定样品性质大约在1~2分钟内可以完成操作。并且通过建立的多个定标模型,只需要完成一次光谱测量就能够对同一样品的多种成分性质进行全面测定。

第二,近红外光谱技术的整体操作过程比较简单。近红外光本身的穿透性相对较强,在对某些样品性质进行检测分析时,并不需要对样品进行预处理,直接红外光谱测试方法比较多样,可以根据样品的实际情况进行科学选择。在近红外光谱技术测试过程中包括反射、折射等不同类型,可以完成悬浮液、固体、半固体、胶状液体、糊状等多种状态样品分析测定工作。尤其是对任何形状的固体状态,例如完整水果、整粒水稻种等都可以进行全面检测<sup>[1]</sup>。

第三,在近红外光谱技术应用过程中,其对生态环境不会产生污染,属于绿色环保型测定技术。对相关测量指标定标模型进行分析,从而对未知样品进行检测,并不需要开展化学测定,可以减少在测定过程中化学试剂的使用量。从而降低对环境的污染和破坏,并且可以节约试剂费用。近红外光谱的能量低于可见光,不会伤害人体。因此,是比较绿色

环保安全的测定分析技术。

## 2. 植物木质素纤维素概述

### 2.1 植物木质素纤维素特点

在植物性质分析过程中,需要对木质纤维素进行全面把握。木质素纤维素类物质作为自然界中最丰富的可再生资源,在能源利用方面发挥着至关重要的作用,可以直接进行发电、燃烧产热,也可以利用加工使植物转化成燃料乙醇、合成气体或者氢等新型能源。木质素纤维素的组成分子是植物细胞壁的重要部分,对植物细胞表现大小有着决定性作用,并且能够发挥保护生物物质和机械支撑的功能。木质素纤维素占生物质干重的70%~75%左右。在对植物木质素纤维素进行分析时,主要包含纤维素、半纤维素和木质素三种,还有一些植物包含少量的果胶、含氮化合物或者无机物成分。对农作物木质素纤维素的含量情况进行分析,发现木质素、纤维素的整体结构相对复杂,纤维素在木质素与半纤维素之间镶嵌,利用共价键进行连接,可以形成网状结构。木质纤维素的整体结构比较紧密,纤维素除了会被木质素和半纤维素包裹之外,本身具有高度结晶结构会影响纤维素的分解难度,从而限制纤维素资源的利用情况<sup>[2]</sup>。

### 2.2 木质素纤维素检测方法

在对植物中木质素纤维素组分含量进行检测的过程中,需要认识植物中木质素、纤维素本身的组分含量比例不同,并且不同成分之间的结构特点及性质会对木质素纤维素的测定方法产生影响。为了保证木质素纤维素检测效果,在测定之前需要利用化学或者生物方法对不同的组分进行分离或者降解,完成间接测定。目前,比较常用的植物木质素纤维素检测方法包括以下几种:

(1)重量法。在该方法应用过程中包含洗涤纤维测定法、滤袋法、酶重量法。其中滤袋法的过滤时间相对较短,可以保证测定结果的准确度。但是该方法的应用成本较高,一般是在饲料纤维分析过程中进行测定。酶重量法可以对可溶性纤维素以及不溶性细胞壁层准确测定。经过多次尝试和总结,在对酶重量法进行应用的过程中可以完成总膳食纤维

含量测定。

(2) 酸水解定糖法。这一方法在测定过程中需要先利用强碱或者强酸等试剂对样品进行预处理,之后过滤处理的滤液利用高效液相色谱或者分析方法对滤液中的各单糖含量进行测定,通过不同的单糖与纤维素木质素之间的换算公式进行计算,从而获取植物木质素纤维素的具体成分含量。在具体的操作过程中,需要将中性洗涤剂法、72%硫酸法等多种方法进行结合应用。高效液相色谱法在应用过程中必须利用72% $H_2SO_4$ 水解法与高效液相色谱仪结合技术才能够保证测量结果的可靠性。

(3) 光谱法。在这一方法应用过程中,主要是利用红外光谱技术或者近红外光谱技术完成植物木质素纤维素含量检测工作。在测定中的原理是将测定的化学式与光谱进行结合计算,通过化学质量方法构建定标模型,利用模型对样品的相关指标进行快速测定<sup>[3]</sup>。

### 3. 近红外光谱技术检测植物木质素纤维素的实践要点

#### 3.1 样品预处理

在近红外光谱技术对植物木质素纤维素进行检测的过程中,需要完成样品并处理工作,样品中的水分含量以及粒度等会对红外检测结果产生影响。因此,获取样品后需要完成样品干燥粉碎等前处理,保证近红外光谱检测结果的准确度。(1) 对木本植物来说,样品一般是选择不同高度截取圆盘,获取木材的样品,气干后分心材、边材,并将其劈成小薄片进行粉碎过筛;(2) 竹材样品主要是沿着茎从内到外截取竹青、竹肉、竹黄等不同部位进行粉碎过筛,最终可以获取10~60目样品;(3) 在草本植物样品处理过程中,需要将其利用65℃进行烘干,并过40目筛备用。

因为植物的不同形态学组分木质纤维素含量差异相对较大,因此,在测定过程中需要建立植物不同形态学组分的近红外光谱预测模型。在组分划分过程中需要考虑植物的特点和应用要求,例如将柳枝稷植株分为叶片、节、节间三个部分,完成近红外光谱木质素预测模型。在甘蔗近红外木质纤维素模型建立过程中,可以将其拆分成茎、茎顶、绿叶、绿色叶鞘、残体等不同部分。

需要注意在近红外光谱技术应用之前开展样品前处理工作时,工作量比较大,可以利用最低限度降低样品处理难度,提高样品的处理效率。在芒草等木质纤维素和基本组成成分的近红外模型构建过程中,需要利用最低限度样品处理完成光谱预测分析,主要包括湿切短样、风干样、烘干粉碎样及烘干过筛样等4种。烘干筛样的预测效果比较准确,但是湿切短样木质素的化学成分的近红外光谱检测模型适合大多数检测需求<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 光谱预处理及波长选取

完成样品前处理作业后,需要开展光谱预处理及波长选择工作。近红外光谱的信噪比相对较低,吸收强度也比较

弱,样品光谱很容易受到样品的具体状态、测量条件等干扰。因此,要对光谱预处理方法进行科学选择,尽可能降低环境背景噪声等产生的干扰,同时还要对波长进行准确选择。在算法选择过程中需要降低谱带宽度,防止出现谱峰重叠,从而减少干扰信息。在光谱校正模型建立之前,可以利用光谱预处理和波长选择方法提高模型的整体预测能力。

有一些研究人员利用联合区间偏最小二乘法与遗传方法进行结合的途径对慈竹综纤维素、 $\alpha$ 纤维素及木质素预测模型进行优化和调整。该预测模型的精度相对较高。除此之外,还有一些研究人员建立不同品种的木质素等近红外光的预测模型时,主要是根据合适的波长范围利用离差标准化、直线扣除等光谱预处理方法获取一次模型,能够实现预期效果。在构建稻秸木质素、纤维素、半纤维素近红外预测模型的过程中,需要利用不同的光谱预处理和回归模型进行分析。

#### 3.3 化学计量学方法

在化学计量学方法深入研究的过程中,可以利用偏最小二乘法进行分析。神经网络作为对人脑思维过程进行模拟的计算模型,可以大规模并行处理相关数据信息,并且信息分布式存储相对较强,还具有优良的自适应性。在非线性和非线性关系模拟过程中具有突出优势。利用近红外光谱结合BP神经网络完成杉木和毛竹纤维素木质素含量测定工作,方法更加快速,能够满足木材定量分析要求。作为新的模式识别方法,在小样本、非线性和高维数据空间模式识别过程中都能够发挥作用。

#### 结语

总而言之,在近红外光谱检测植物木质素纤维素含量的过程中,需要对近红外光谱检测技术进行深入分析。尤其是要全面掌握植物木质素纤维素等各项指标。在近红外光谱检测技术应用过程中,需要从其应用特点出发,加强检测过程中各项步骤的控制与管理工作,确保其能够对生物质能源领域的发展作出贡献。

#### 参考文献

[1]任兰天,唐飞,邵庆勤,等.基于近红外光谱法快速测定秸秆堆腐过程中纤维素、半纤维素和木质素含量的研究[J].中国农业大学学报,2018,23(6):7.

[2]刘艳,马玉中,邢虎成,等.基于近红外技术的苕麻叶半纤维素、纤维素、木质素及Cd含量快速测定[J].中国麻业科学,2019(2):79-83.

[3]黄海欣,王京力,赵珍玉.近红外光谱技术在纤维含量快速测定推广应用中的关键技术研究[J].中国科技成果,2018(13):3.

[4]张帆,耿响,李毛英,等.基于近红外光谱法的棉/氨纶混纺织物纤维含量快速检测研究[J].红外,2021,42(1):5.