

基于近红外法测定构树粗蛋白含量
技术规程
团体标准
编制说明

二〇二一年七月

一、任务来源及标准制定背景

1、任务来源

本技术规程由中国农业大学、中国科学院亚热带研究所和中国科学院微生物研究所联合申报，在中国科学院战略性先导科技专项(A类)“创建生态草牧业科技体系”和国家重点研发计划“优质饲草供给及草畜种养循环关键技术研发”的共同资助和支持下完成。

2、标准制定背景

随着中国畜牧业的高速发展，产业化的不断增强，青贮饲料需求量也大幅度提高，我国常年青贮饲料产量为 28000 余万吨。近几年来，由于中国蛋白饲料短缺，大量依靠进口，中美贸易摩擦，饲料及饲料原料价格成本增加。构树作为一种高产、稳产的新型高产高蛋白木本饲料，在很大程度上可填补国内在蛋白饲料需求上的缺口。作为扶贫产业，国家大力推广，南方山地、北方均有种植。由于其营养价值受品种、地域、季节收割、施肥管理、收获时间、加工方式等多种因素影响而发生动态变化，再加上青贮饲料常规养分含量差别非常大，快速无损的检测出饲料中组分含量对于改善构树青贮饲料现行检测方法、实现构树饲料质量的动态监控具有重要的现实意义。近红外光谱（Near Infrared Spectroscopy）分析技术可以解决由于实验室法维护成本高而受到限制的饲料和膳食质量问题，从而实现饲草营养指标检测快速化、分析标准化、营养精准化。该研究无疑能够对构树青贮饲料的质量问题进行快速监测，如果能够在企业单位进行推广应用，其可以带动饲料产业的发展，以及发生较好的经济效益和社会效益。

构树(*Broussonetia papyrifera*)为桑科落叶构属乔木，国内常见树种，适应性广，抗逆性强，广泛分布于我国大部分地区，近几年被作为蛋白饲料原料备受关注。构树枝叶中含有丰富的粗蛋白、粗脂肪、氨基酸、维生素及微量元素，构树叶片粗蛋白、粗灰分、粗脂肪含量约为杨树、胡枝子等木本饲料的 2~3 倍，粗脂肪约为槐树、柠条、胡枝子等木本饲料和苜蓿、玉米等常规饲料的 2 倍，而中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)相对含量较低。采用近红外光谱技术（NIRS）测定构

树蛋白质能进行连续、无限次、多组分的分析，上机时间仅需十几秒，极大地提高了分析效率，建立相应的分析模型，是提高构树饲料质量品质监测的迫切需求。

因此有必要开展基于近红外法测定构树蛋白质含量技术规程制订，既有利于规模效益，也有利于标准化管理。可为高蛋白饲料草的规模生产的健康可持续发展提供技术支撑，同时对推动农业提质增效和乡村振兴具有重要意义。

二、主要工作过程

1、2021年5月-6月：根据《关于征集2020年北京华夏草业产业技术创新战略联盟团体标准制定项目的通知》中相关要求，中国农业大学牵头，组织相关人员认真学习标准化工作导则及相关文件，讨论标准编写事宜。

2、2021年6月底：中国农业大学、中国科学院亚热带研究所和中国科学院微生物研究所相关起草人，认真总结课题组的已有成果，讨论决定并提交“基于近红外法测定构树蛋白质含量技术规程”团体标准的制修订项目建议书至北京华夏草业产业技术创新战略联盟秘书处，申请立项。

3、2021年5月-6月：标准编制组对项目组多年开展完成的构树近红外检测实验数据进行系统分析整理，开始“基于近红外法测定构树蛋白质含量技术规程”团体标准初稿的编制。

4、2021年6月9日：北京华夏草业产业技术创新战略联盟组织召开团体标准评审会，并于6月9日发布《北京华夏草业产业技术创新战略联盟关于2021年第一批团体标准立项的通知》（联盟【2021】7号），同意立项。

5、2021年6月：立项批准后，中国农业大学牵头，组织中国科学院亚热带研究所和中国科学院微生物研究所成立了标准起草小组，在总结了多年实验数据的基础上，结合收集整理、梳理归纳和总结分析相关构树青贮饲料近红外检测技术方面的文献资料，完成《基于近红外法测定构树粗蛋白含量技术规程》草案，并接受团体标准评审专家意见，完成了《基于近红外法测定构树粗蛋白含量技术规程》征求意见稿及编制说明的撰写，提交至北京华夏草业产业技术创新战略联盟秘书处。

6、2021年6月初：北京华夏草业产业技术创新战略联盟秘书处将《基于近红外法测定构树鞣白含量技术规程》征求意见稿及编制说明，在国家标准委员会网站上征求意见，没有意见。

7、2021年6月末：在北京由联盟组织国内相关专家对《基于近红外法测定构树粗蛋白含量技术规程》征求意见稿及编制说明进行会议评审，并顺利通过会审。

8、2021年7月初：按专家意见修改完善，形成《基于近红外法测定构树粗蛋白含量技术规程》送审稿。

三、标准编制原则和主要技术内容确定的依据

1、标准编制原则

本标准编制遵循农业标准制修订原则，即技术上先进、经济上合理、实施中可行。本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则》系列标准的规定要求确定编写章节；根据河北省涿州中国农业大学实验园、广西省河池市、河南省兰考县、山东省泰安市、四川省南充市五地种植的构树一系列科研成果数据及结合总结大量的实践经验的实际情况，确定相应的技术，保证标准编制的科学性和适用性。

制定过程中除了认真总结多年来的试验研究结果外，还参阅和汲取了国内相关标准的经验和条款，符合构树近红外技术快速检测的生产实际，达到内容全面、技术含量高、操作性强的要求。该标准与现行法律法规无冲突，并保证了对该标准最新版本的引用。

2、主要技术内容确定的论据

（1）适用范围

本标准规定了包括近红外法测定构树中粗蛋白含量的原理、仪器设备、样品的制备、分析步骤、结果处理和表示、异常样品的确认和处理、准确性和精密度、测试报告等内容和技术。

本标准适用于我国分布的所有构树种类粗蛋白含量测定技术规程。

（2）规范性引用文件

本标准制定时，参照了氮和蛋白质含量测定近红外光谱法（LY/T 2151-2013）、近红外光谱定性分析通则（GB/T 37969-2019）等 6 个国家、行业、地方标准。

（3）术语与定义

《基于近红外法测定构树蛋白质含量技术规程》中的术语是参考国内外相关文献资料，经编写小组研究讨论确定。其中的“重复性”和“再现性”根据粮油检验，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 24895-2010）标准的规范要求进行引用。

（4）主要技术指标确定的依据

本技术规程主要起草单位中国农业大学 2010 起开展近红外检测技术相关研究，先后承担中国科学院战略性先导科技专项(A 类)“创建生态草牧业科技体系”和国家重点研发计划“优质饲草供给及草畜种养循环关键技术研发”等项目。

3 主要技术内容

3.1 确定 NIRS 建模样品

通过采集或制作具有代表性的构树青贮饲料样本，采用 GB 或其他公认的化学分析法测定样品成分含量。如表 1 所示，构树青贮样粗蛋白含量变异较大，覆盖度广，表明样品代表性好。同时，对于定标样品的选择使用主成分分析法 PCA 进行样品剔除，根据样品近红外光谱和其他样品光谱的相似性，仅选择其近红外光谱数据具有代表性的样品，去除光谱非常接近的样品。

表 1 构树青贮饲料样品粗蛋白含量分析

	样品数	最高值 (%DM)	最低值 (%DM)	平均值 (%DM)	标准偏差
粗蛋白	210	22.35	6.69	15.93	4.33

3.2 建立定标模型

利用近红外仪器扫描样品获得构树青贮不同类型的近红外光谱数据，并进行数学转换。一般将光谱数据进行转换处理（一阶或二阶导数），结合化学分析数据和近红外光谱数据建立饲料中粗蛋白组分的近红外模型，用验证集样品来确定所建模型的质量好坏。

3.3 模型验证与使用

已获得的数学模型需要进行验证和模型优化，在分析未知样品时，先对待测样品进行扫描，根据光谱值利用建立的模型计算出待测样品的成分含量。

3.4 其依据主要为

首先是利用 UCAL 软件主成分分析来剔除马氏距离值 >3 的异常样品, 确定建模的最佳处理方法, 确定试验波长范围、挑选出最佳主因子数(即主成分数)。本试验确定最佳主因子数为交互验证法, 利用 UCAL 软件筛选出的构树青贮饲料各种营养成分的最佳建模条件建立 CP 的近红外光谱定标模型 (图 1)。

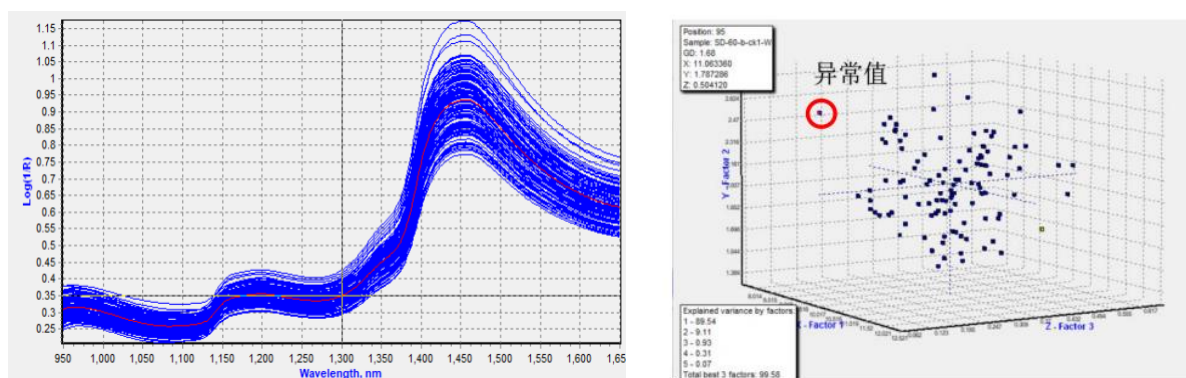


图 1 构树青贮样品光谱扫描图 (左) 和 3D 主成分分析图 (右)

构树样品近红外光谱图像可看出均有多处不同吸收峰, 可作为其定量分析的主要依据 (图 2)。

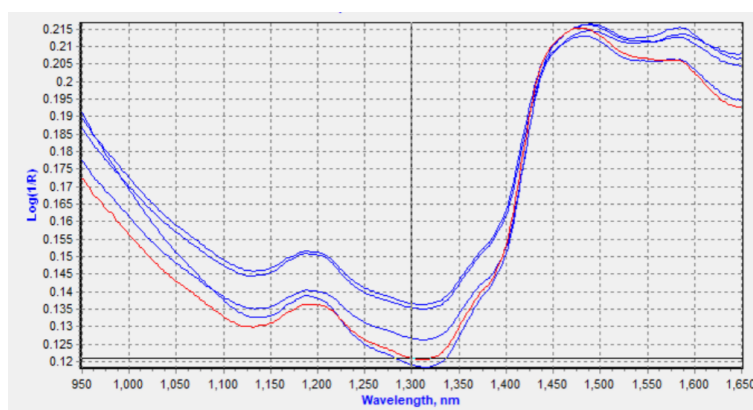


图 2 构树青贮样品近红外光谱

构树青贮前后 CP 含量变化及含量分布情况 (如图 3), 从 CP 组分的含量变化可以知道构树材料在经过青贮后, 其营养品质发生了变化。

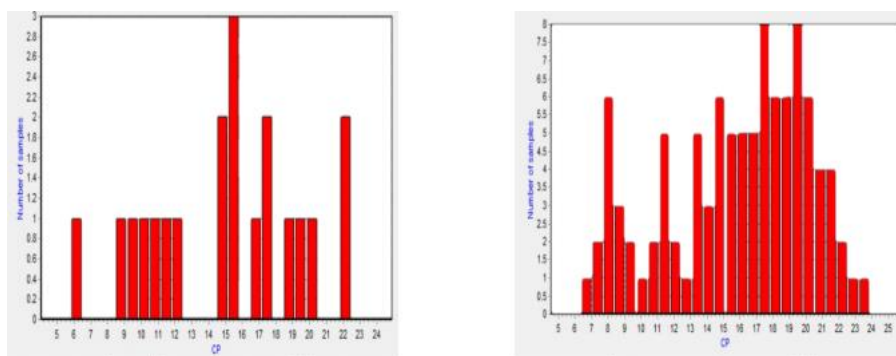


图3 青贮前后构树营养成分近红外模型 CP 含量分布

如图4所示,所建模型的各项决定系数与标准方差皆满足于构树青贮蛋白检测的准确性要求,可以完成青贮构树青贮样品蛋白指标的分析。

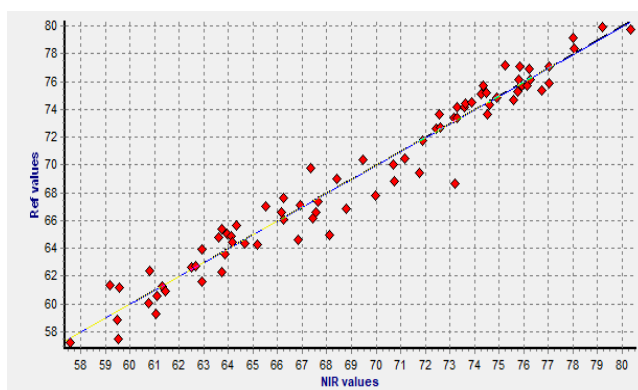


图4 构树青贮校正集干样品 CP 成分含量的化学值与 NIRS 值的相关关系

四、采用的国际标准

无。

五、与现行法律法规和强制性标准的关系

本标准与现行法律法规和强制性标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性或推荐性标准的意见

建议将本标准作为推荐性标准发布实施,并加强标准的宣贯。

八、贯彻标准的要求和措施建议

1、本标准属于北京华夏草业产业技术创新战略联盟团体标准，为成功实施构树蛋白含量检测技术，应认真执行本标准的相关技术要求。

2、应加强对标准的宣传、讲解和技术指导，促进实施者熟练掌握标准中的技术规范，保证本标准的广泛应用。

3、随着科技发展，本标准中的技术规范势必会出现过时的情况，也会出现新的技术要求，因此本标准执行过程中要不断对内容进行修订和补充。

4、希望应用本标准的单位在使用过程中对其中出现的问题和不足给予反馈，以便再进行修订和补充。

5、组织学习团体标准，加大对标准的宣传及贯彻力度，标准委员会作为企业之间的桥梁，做好沟通，推进行业的进一步发展。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。