团 体 标 准

《饲草饲料水分活度测定技术规程》

编制说明

《饲草饲料水分活度测定技术规程》团标制定组

二〇二四年十月

**目 次**

[一、 任务来源及标准制定背景 3](#_Toc181717948)

[二、 制定标准的必要性和意义 3](#_Toc181717949)

[三、 主要起草过程 4](#_Toc181717950)

[四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系 5](#_Toc181717951)

[五、 主要条款的说明 5](#_Toc181717952)

[六、 重大意见分歧的处理经过和依据 10](#_Toc181717953)

[七、 贯彻标准的措施建议 10](#_Toc181717954)

[八、 其他应说明的事项 10](#_Toc181717955)

# 任务来源及标准制定背景

**1、任务来源**

项目依托国家自然科学基金委员会青年科学基金项目“水分活度驱动构树青贮发酵微生物群落代谢特征演替的机制研究”、“十四五”国家重点研发计划“木本源新型蛋白饲料加工与高效转化技术”子课题“柠条机械化适时收获及预处理关键技术研究”、技术咨询横向课题“饲草饲料水活度检测方法”等科研任务，联合相关领域头部企业与科研院校共同开展工作。

**2、起草单位、参编单位**

主要起草单位为中国农业大学、四川农业大学、贵州大学、常州大学、北京市农林科学院、山西农业大学、河南工业大学、华北理工大学、渭南师范学院、康宝智信测量技术（北京）有限公司、深圳冠亚水分仪科技有限公司、北京中青益草科技有限公司、天津嘉立荷牧业集团有限公司、北京助尔生物科学研究院、北京助尔食品科技有限公司。

**3、主要起草人**

本文件主要起草人为王学凯、杨鑫、李小梅、谢艺潇、牛东泽、郑明利、郭琳娜、许庆方、左飒飒、张颖超、江迪、李荣荣、张可意、周鸿章、林语梵、张俊刚、张明权、倪奎奎、徐港、陈鹏飞、李越超、孙守强、林炎丽、曹景文。

# 制定标准的必要性和意义

目前，饲草饲料生产加工贮藏过程中品质预测所依赖的水分含量、萎蔫时间等主要指标尚不能系统推断其微生物活动，更不能满足高品质饲草饲料生产贮藏应用的实践需要。水分活度（water activity）是保证饲草、饲料、食品、药品等生物材料生产、加工、贮藏过程中微生物安全性与稳定性的关键因素，其主要受饲草饲料自身化学成分含量与结构、破碎程度及环境湿度等影响。基于饲草饲料产业实践与科学研究结果的初步探索发现，饲草、饲料水分活度测定过程中取样、测定的操作流程会对其结果产生较大影响。

水分活度是饲料质量控制体系中的一个重要指标，直接影响饲料的营养价值、口感、微生物生长繁殖以及储藏期营养价值的变化。因此，准确测定和控制饲草饲料的水分活度对于保障饲料质量和提高动物生产性能具有重要意义。本标准的制订，可为科学开展饲草饲料水分活度测定提供科学依据与技术规范。

# 主要起草过程

在标准的起草过程中由中国农业大学成立了标准起草小组，由中国农业大学负责确定技术指标、样本分析、组织撰写标准、意见汇总等工作。经过约1-2年资料收集、试验检测和技术分析、提纲讨论、起草初稿、征询业内专家意见及修改，形成标准草案。2022年由中国农业大学申请团体标准的立项根据北京华夏草业产业技术创新战略联盟下达的团体标准修订项目计划批准了《饲草饲料水分活度测定技术规程》团体标准的制订，标准予以立项并于11月22日下发了《团体标准审议意见表》。目前，已于2024年10月根据意见完成标准草案及编制说明的撰写与修改，提交北京华夏草业产业技术创新战略联盟进一步供相关专家进行评审会。工作过程简述如下：

**1.成立标准编制组**

自2022年起，起草小组收集相关标准《GB 5009.238-2016食品安全国家标准食品水分活度的测定》《GB/T 34790-2017粮油检验粮食籽粒水分活度的测定仪器法》《JJG052-2017水分活度仪检定规程》等，收集水分活度对饲草饲料影响研究的相关文献论文资料和专利，储备了相关的知识基础，进行了细致的分析和评价。

**2.工作基础与项目调研**

在承担本文件制定工作之前，编制组牵头单位先后在饲草全产业链相关领域制定了国家标准、行业标准、地方标准、团体标准40余项。所在团队制定的构树系列团体标准获得中国扶贫发展中心立项支持，《构树青贮技术规程》获得农业农村部行业标准立项支持。编制组的科研人员长期从事水分活度相关的研究，具有丰富的水分活度测定经验。为本文件制定提供了重要的理论和实践基础。

起草小组在2022年-2024年，走访了河北、内蒙、新疆、广西、山东等15个省市地区，了解其饲料利用和生产情况，调研了深圳冠亚水分仪科技有限公司的水活度仪在生产中的应用，与中国农业大学、南京农业大学、贵州大学、青海大学等相关专家进行深入交流和探讨，均一致认为制订饲草饲料水分活度测定技术规程非常必要。

**3、完善草案与编制说明**

2023年2月-2024年8月，在收集大量数据和查阅相关文献资料的基础上，开始撰写标准草稿。

# 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

在标准制定过程中，我们始终遵循密切联系生产实践，确保标准具有较强的科学性、可操作性，坚持促进行业规范发展的基本原则。根据我国饲草饲料的现状，将标准的适用范围确定为“饲草、饲料原料、半成品、成品的水分活度测定”。

目前，国内的相关标准有:《GB 5009.238-2016食品安全国家标准食品水分活度的测定》《GB/T 34790-2017粮油检验粮食籽粒水分活度的测定仪器法》《JJG052-2017水分活度仪检定规程》等。但其所规范的样品特性与饲草、饲料生产原料、半成品和成品特性存在一定差异，无法直接适用。因此，有必要对饲草、饲料水分活度测定过程实施统一标准。

本标准根据我国饲草饲料生产实际而制定，没有引用国际标准。同时，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。

# 主要条款的说明

如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等的论据（包括试验、统计数据）。主要试验（验证）的分析、综述报告。

1. **水分活度概念**

了解水分活度的概念和作用，对于保证饲草饲料安全和提高饲草饲料品质具有重要意义。在实际生产和加工过程中，我们应根据具体情况采取相应的措施，合理控制，确保饲饲料的安全性。

水分活度是一个物理化学参数，饲草饲料的水分活度简称Aw，是指在相同温度下的密闭容器中，饲草饲料的水蒸气压(P)与纯水蒸气压(P0)之比[1]。即:Aw＝P/P0=ERH/100

式中:Aw，水分活度；P，在一定温度下基质饲料水分所产生的蒸气压；P0，在与P相同温度下纯水的蒸气压；ERH，饲草饲料基质的相对湿度。

水分活度是水分在食物中的重要特性[2]，是决定食物质量和安全性的主要因素之一[3]。水分活度可以反映水分子所处的能量状态，水与饲料成分之间的结合程度Aw值介于0-1，是饲料中渗透作用、基质效应和毛细作用综合作用于水分子的结果[4]。Aw可理解为饲料中没有因物理或化学作用结合的水分即自由水的量。水分活度不仅可以反映食品中水分存在的真实状态，还可认为其是水分与其他非水组分的结合程度，或者表示游离的程度，它结合程度越高的话，其中的水分活度往往会越低，与之相反，就会更加高[5]。水分活度会影响饲草饲料中微生物的繁殖、代谢、抗性和生存，是饲草饲料质量控制体系中的一个重要指标。

1. **水分活度调节**

通常情况下为了更好控制饲草饲料中微生物的生长，会对水分的活度进行控制[6]。

（1）调整原料比例：通过调整原料的比例，改变饲料中的水分含量和成分。

（2）改变加工工艺：通过改变加工工艺，如加热、冷冻、脱水等。

（3）添加添加剂：通过添加一些具有保湿或脱水作用的添加剂，如糖、盐、酸等，可以调节。

1. **水分活度测定方法**

水分活度有多种测定方法，对水分活度测定一般采用各种物理或化学方法，最常用的方法有水分活度仪器测定法和恒定相对湿度平衡法(康卫氏皿扩散法)。

（1）水分活度仪器测定法

利用水分活度仪器对产品水分活度进行测定的方法统称为水分活度仪器测定法，利用水分活度仪可以对Aw准确快速的测定。水分活度仪器发展迅速，测定Aw的仪器方法按照原理可分为:毛发或聚合物湿度计法、电容或电导传感器法[7]、露点冷面镜法、可变激光传感器法、微张力计探针[8]等，其中露点冷面镜法是较为常用的方法，也是美国分析化学家协会（AOAC）认可的方法[9]。

（2）相对湿度平衡法

取样品放置于恒温密闭的小容器中，用不同的饱和盐溶液使容器内样品与环境达到水分的吸附与解析平衡，平衡后测定样品的水分含量。通常情况下，温度25℃，扩散时间随样品性质变化较大，样品量约在1g；通过在密闭条件下样品与系列水分活度不同的标准饱和盐溶液间的吸附与解吸附平衡，测定、比较样品重量的变化来计算样品的水分活度。该方法测定时需要平衡，因此测定时间较长，使样品与饱和盐溶液间达到扩散平衡才可以得到较好的准确数值，在没有水分活度测定设备时，该方法是一个可用的方法，具有低成本的特点[10]。

1. **水分活度和其它环境因素的关系**

（1）水分活度和环境相对湿度的关系

相对湿度（Relative Humidity）是在一定温度下空气中含水量与其饱和含水量之比，通常用百分比表示，而水分活度是用小数来表示的。在平衡时水分活度和相对湿度有如下的关系:Aw=RH/100。

环境相对湿度对饲料质量变化的影响，是因为其直接影响饲料的水分含量和水分活度。在一定温度下，饲料的水分活度和环境的相对湿度总是趋于平衡。当环境相对湿度小于饲料的水分活度时，饲料的水分就逐渐逸出，水分活度下降直至与环境相对湿度相等为止；当环境相对湿度大于饲料的水分活度时，环境中的水蒸气就进入饲料，使饲料的水分活度增大，最后二者达到相等为止，利用这一特性可以测定饲料的水分活度[11]。

（2）水分活度和环境温度的关系

饲料的水分活度和温度有关，而且温度对水分活度的影响在冰点以下远大于在冰点以上。在冰点以上的温度时，随着温度的升高，水分活度也升高。一般来说温度每变化10℃，水分活度变化0.03-0.20。在冰点以下温度时，水分活度与试样成分无关，仅取决于温度。溶液的水分活度除和溶液的溶质种类、溶质比例有关外，也和环境的温度有关。一般来讲，在等浓度的溶液中，溶液的温度越高其水分活度越低。

（3）水分活度和饲料中水分含量的关系

水分活度是衡量游离水或“有效水”的尺度，能够更精确直接地体现出饲料原料中水分能够被微生物利用的程度，能够更准确地判断饲料原料在储藏期营养价值的变化。廖益平和滕冰[17]指出，由于饲料体系本身存在不合理的配伍和组合，温度与湿度的作用更加突出。饲料产品中水分通常是各组分“干燥失重”的平均值，这不能反应饲料产品中水分的实际含量。含结晶水的添加剂如有机酸、糖精钠粉碎时颗粒表面的能量增加，分子表面的“水桥”作用使粉碎的颗粒更易结合成大的颗粒，而发生结团。这些结团影响了物料分散性，同时物料颗粒表面水分的增加，促进了各种不利于其稳定性的化学反应。在常温下，尽可能减少饲料产品中的水分活度，是保证其产品质量的重要因素。

1. **水分活度仪器性能要求**

（1）水分活度示值误差

首次检定时，用5种饱和盐溶液校正水分活度仪，所选溶液水分活度值分别位于0<Aw≤0.2，0.2<Aw≤0.4，0.4<Aw≤0.6，0.6<Aw≤0.8，0.8<Aw<1，每种溶液重复测量3次，取算术平均值作为仪器的测量结果，按照公式计算仪器水分活度示值误差，水分活度示值误差不超过±0.02。

$$∆C=\overbar{C}-Cs$$

式中：$∆C$——水分活度示值误差;

$\overbar{C}$——3次测量结果的算术平均值;

$Cs$——3次测量结果的算术平均值

（2）水分活度测量重复性

在仪器正常工作条件下，重复测量饱和氯化钠溶液三次，按照公式计算仪器的测量重复性，仪器测量水分活度重复性不大于5.0%。

$$δc=\frac{Cmax-Cmin}{\overbar{C}}×100\%$$

式中：$δc$——测量重复性；

$Cmax$——3次测量结果中的最大值;

$Cmin$——3次测量结果中的最小值

（3）温度示值误差

将仪器的温度探头与标准温度计的感温部分尽量靠近，测量样品仓温度，待仪器温度示值稳定后，同时记录仪器及标准温度计的温度示值，按照公式计算仪器的温度示值误差，温度示值误差仪器温度测量示值误差不超过±1.0℃。

$$∆T=T-Ts$$

式中：$∆T$——温度活度示值误差，℃；

$T$——仪器温度示值，℃；

$Ts$——标准器温度示值，℃

1. **样品制备要求**

（1）确保所测样品的均匀性。多组分样品需要更长的平衡时间，多组分样品需对样品进行多次读数（5-6次）。

（2）把样品放在样品皿中，尽可能覆盖样品杯的底部。更大的样品表面积通过提供更稳定的样品温度来提高仪器的效率。还可以通过缩短吸收蒸汽平衡所需的时间来加快读数。

（3）样品量不要超过样品皿的一半。装的过满会污染传感器，样品的多少不会影响读数时间和准确性。只需要在样品杯中足够的样品可以让样品里的水分和蒸汽里的水分达到平衡，并且不要改变样品的水分含量。

（4）确保样品皿的边缘和周围都是干净的。每次测量完毕需用无尘纸把样品皿边缘粘的样品擦干净。否则留在样品皿边缘和周边的样品会污染传感器以及可能会影响下一个样品。

（5）如果样品需要在下次测量，盖上盖子以防止水分的交换。对于长期保存的样品，还需要再用封口膜密封。

（6）样品准备的一致性。如果样品需要粉碎、研磨、切块，尽量保持一致以获得更好的重复性。

1. **测定步骤**

（1）取样：从饲草饲料中随机抽取代表性样品，确保样品均匀、无杂质。

（2）预处理：根据样品特性，可能需要进行粉碎、混合等预处理步骤，以确保测定的准确性。

（3）仪器准备：使用水分活度仪进行测定。确保仪器准确、稳定，并按照说明书进行预热和校准。

（4）测定操作：将预处理后的样品放入水分活度仪的测定室中。

（5）设置测定参数，如温度、测定时间等。

（6）启动仪器进行测定，等待测定结果。

（7）结果记录：记录测定结果，包括水分活度值、测定温度、测定时间等信息。

# 重大意见分歧的处理经过和依据

通过立项评审会专家的意见，意见主要集中在以下几个方面:

# 贯彻标准的措施建议

本标准可作为饲草饲料行业的推荐性标准。

推荐性标准在颁布和贯彻实施前应及时在公众媒体、行业内部的有关信息上公开宣传，引起有关部门、企业和农民的高度重视，使相关方能够积极主动的购买有关标准和资料:

参加培训、结合实际学习研究标准并准备贯彻实施标准。标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯培训班，由标准制定人员主讲。通过收集产业一线的意见和反馈，对标准进行不断完善和改进。

# 其他应说明的事项

无。