

## 《水分活度仪性能测定方法》国家标准编制说明

### （草案）

#### 一、任务来源

《水分活度仪性能测定方法》于 2018 年 11 月由 SAC/TC481 向国标委推荐立项,2019 年 5 月在北京进行立项答辩,2020 年 11 月获国标委正式批准立项(计划号: 20203595-T-306)。该标准由国家科技部提出,并由全国仪器分析测试标准化技术委员会(SAC/TC481)归口管理。该标准由广州计量检测技术研究院、中国计量科学研究院、深圳冠亚水分仪科技有限公司、中山大学、康宝智信测量技术(北京)有限公司、无锡市华科仪器仪表有限公司等单位共同承担制定工作。

#### 二、目的意义

水分活度是指食品中水分存在的状态,即水分与食品结合程度。食品是否被微生物所污染,是由食品中自由水的含量决定。在食品领域里,水分活度反映食品中水分能够被微生物利用的程度,能直接影响食品的“保质期、色泽、香味、风味和质感”,是食品安全,食品研究,设计,开发,品质控制非常重要的指标。

我国在食品的水分活度检测上一直有要求,主要包括 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》等国家标准,都对水分活度检测进行了要求。食品厂为了保障产品在运输保存中不易变质,对出厂食品的水分活度都有严格要求。

水分活度是食品测量的一项重要指标,在食品安全的控制上起到非常重要的作用,在食品行业使用广泛。近几年我国在食品安全上屡出事故,全国人民对于食品的安全也高度关注。但目前,我国却没有相关的水分活度仪性能的测定方法,给我们检测工作带来困扰。为了能科学、准确的表征水分活度仪的性能,为我们的食品安全做技术保障,《水分活度仪性能测定方法》国家标准的编制迫在眉睫。

#### 三、标准制定过程和计划

- 1、2018 年 10 月组成起草组,并在主要起草人的主持下就水分活度仪性能测评包含的内容、方法、主要数据处理方式等问题进行讨论;
- 2、2020 年 1 月至 2020 年 6 月,根据水分活度仪的实际使用和计量检测标准编写规范完成编写出该性能测定方法初稿;
- 3、2020 年 7 月至 2020 年 12 月,在实际检测中应用该方法,以文字方式总

结出该方法使用中存在的实际操作问题；在使用中验证性能测定方法的可行性；

- 4、2021年1月至2021年6月，根据实际应用中发现的问题，广泛征求意见，对方法初稿进行修改和补充，完成征求意见稿。
- 5、2021年7月至2021年9月，编制成征求意见稿，并向相关单位（如：科研机构、高等院校、计量机构、标准机构、检测机构、使用单位、行业学会、企业等）广泛征求意见。
- 6、2021年9月至2021年10月，根据征求的意见，补充试验数据，形成送审稿。

#### 四、技术依据

立足于食品药品安全重要性，同时充分关注水分活度测试发展趋势，积极借鉴国外先进标准，在现有国家行业标准相关要求的基础上，提出《水分活度仪性能测定方法》国家标准。本标准制订以国内实际情况为出发点，体现科学性、合理性、先进性、实用性。努力使检测项目、技术要求及检测方法与国际标准和国家（行业）标准、技术规范相符合。

本标准制订主要依据及参考了以下文件：

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

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 13966 分析仪器术语

GB/T 32267 分析仪器性能测定术语

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JJF 1076-2020 数字式温湿度计校准规范

JJG(粤) 052-2017 水分活度仪检定规程

OIML R 121 The scale of relative humidity of air certified against saturated salt solutions（饱和盐溶液标准相对湿度值）

ISO 21807-2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Determination of water activity（食品和动物饲料微生物学 水分活度的测定）

## 五、制订原则

- 1、符合国家法律、法规的有关要求，不与已有标准冲突
- 2、符合我国标准制修订管理工作规程对编制程序和工作规定和要求。
- 3、符合标准的科学性、先进性、实用性的要求。标准的测试项目操作性强。
- 4、符合我国当前大力提升检测技术的要求，能够满足我国对进口仪器性能指标客观评价的需求，将对国内用户依据自身需求选择最佳仪器型号提供技术参考。鉴于此，对于测试内容，没有给出具体技术指标，使用的标准仅供参考，用户完全可以根据需要，参照标准，选择更合适的标准物质和方法进行测试。

## 六、水分活度仪的工作原理

水分活度仪（以下简称仪器）通常采用平衡相对湿度法测量原理，水分活度在数值上等于密闭环境的相对湿度，通过测量密闭环境中的相对湿度值得到食品的水分活度值。食品水分活度测量是将被测样置于一个密闭的容器，被测样与密闭空间中的环境之间进行水分子交换平衡，待达到平衡后测定容器内的相对湿度，从而获得被测样的水分活度值。仪器主要由样品仓、传感器、数据处理和显示单元等组成。传感器的工作原理常见以下几种：

### 1 冷镜露点法

在镜面冷凝露点系统里，将样品置于恒温密闭的小容器中，用镜面冷凝露点传感器测量样品缝隙间的平衡水蒸汽压即露点值，同时用温度计测量样品的温度，然后计算平衡相对湿度，从而得到样品水分活度。该方法由于测量准确迅速是目前许多国家推荐使用的活度测量方法<sup>[2]</sup>。

### 2 电子湿度计法（电容传感器或电阻传感器法）

电子湿度计法水分活度仪是利用电阻或电容传感器来测量相对湿度。这些传感器是用吸湿材料和联合电路做成的，通过电容或电阻的变化，仪器将电信号和湿度信号进行转换，给出一个平衡相对湿度的信号，当样品温度和传感器温度一致即达到蒸汽和温度的平衡时，平衡相对湿度数值上等于样品水分活度。

### 3 电解池法（电阻—电解法）

电解池法也称库仑湿度计法，利用电解池敏感元件，被测气体穿过电解池时水汽被全部连续吸收并连续电解，瞬时的电解电流可以看作是气体含水量瞬时值

的体现。在电解池法原理的基础上研发的电阻—电解型湿度传感器，可以测得样品在蒸汽和温度达到平衡时密闭环境中空气的相对湿度，从而得到样品水分活度。

#### 4 可调谐二极管激光吸收光谱法

可调激光传感器用特定波长（例如 1854nm）的激光来测量样品上方空气的相对湿度。水蒸汽在该波长上有很强的吸收，传感器能够精确的测量样品上方的水蒸汽，转换成水分活度值。由于激光光束波宽小于 1nm，绝大部分挥发性蒸汽分子对该波长激光没有吸收，故可调激光传感器不受挥发性物质影响。

### 七、水分活度仪的计量特性

目前商品化水分活度仪主要有美国 Meter 公司，瑞士 NOVASINA 公司，瑞士 Rotronic 公司，德国 testo 公司，中国深圳冠亚、中国无锡华科等制造厂，水分活度仪生产技术指标见表 1。根据水分活度仪的工作原理，其计量特性主要有：水分活度示值误差、水分活度测量重复性、温度示值误差、温度波动性等，各计量特性参考技术要求见表 2。

表 1 国内外各水分活度仪生产技术指标

序号	厂家	型号	水分活度示值误差	水分活度测量重复性	温度示值误差
1	NOVASINA	LabSwift--aw	± 0.010	---	±0.15℃
2	NOVASINA	LabTouch	± 0.005	---	±0.15℃
3	NOVASINA	LabStart	± 0.02	---	±0.1℃
4	南京群联机电科技有限公司	AW-2	±0.015	0.010	±0.3℃
5	无锡市华科仪器仪表有限公司	HD-3A	±0.015	0.015	±0.5℃
6	Rotronic	HygroPalm Aw1	± 0.001	---	±0.1℃
7	Rotronic	HygroPalm Aw3	---	±0.005	---
8	Rotronic	AwTherm	± 0.005	---	±0.1℃
9	Rotronic	HC2-QW-USB	± 0.008	---	±0.1℃
10	Rotronic	HC23-AW-Set-40	± 0.008	0.005	±0.1℃

11	AQUA LAB	4	$\pm 0.003$	---	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
12	AQUA LAB	4 TE/TEV	$\pm 0.003$	---	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
13	AQUA LAB	series 3TE	$\pm 0.003$	$\pm 0.001$	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
14	testo	testo 650	$\pm 0.010$	---	$\pm 0.4^{\circ}\text{C}$
15	深圳冠亚水分仪科 技有限公司	GYW-1	$\pm 0.015$	0.015	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

表 2 水分活度仪的主要计量特性

序号	计量特性	技术要求	参考依据
1	水分活度示值误差	冷镜露点法、电阻-电 解法、TDL 法： $\pm 0.010$	GB/T 34790-2017 粮油检验 粮食籽 粒水分活度的测定 仪器法
		电容法或电阻法： $\pm 0.020$	GB/T 23490-2009 食品水分活度的 测定（已作废）
2	水分活度测量重复 性	三次独立测量结果的 绝对差值不超过算术 平均值的 5%	GB 5009.238-2016 食品安全国家标 准 食品水分活度的测定
3	温度示值误差	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$	GB 5009.238-2016 食品安全国家标 准 食品水分活度的测定
4	温度波动性	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	JJF 1101-2019 环境试验设备温度、 湿度参数校准规范
5	温度控制偏差	$0.5^{\circ}\text{C}$	GB/T 34790-2017 粮油检验 粮食籽 粒水分活度的测定 仪器法

有文章指出响应时间也是一项重要计量特性参数，由于响应时间与饱和盐溶液的平衡相对湿度时间有很大关系，不同盐溶液，不同环境温度、湿度有很大影响。实验结果表明，不同种类的盐溶液响应时间从 3 min 至 10 h 不等，故响应时间不适宜作为计量性能进行评定。

## 八、主要测试项目、方法条件确定和说明

### 1、水分活度示值误差

#### (1) 精密露点仪法

适用对象：将水分活度仪的湿度传感器置于湿度发生器的测试室内或温湿度标准箱中，若在无需人员操作的条件下（首次设置仪器条件除外），仪器可自动连续测量并显示或自动保存测量结果的水分活度仪。

主要参考JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》5.1、5.2制订。为了满足测量不确定度的要求，适当提高了精密露点仪的露点最大允许误差至 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。该方法溯源性较好，准确度高，缺点是操作比较繁琐，且不适用部分无法放入湿度发生器的进口仪器，例如Meter 4TE等。

## (2) 标准物质法

适用对象：将水分活度仪的湿度传感器置于湿度发生器的测试室内或温湿度标准箱中，仪器无法自动连续测量并显示或自动保存测量结果的水分活度仪。

主要参考JJG(粤) 052-2017《水分活度仪检定规程》7.4.2.1制订。该方法操作方便，缺点是目下水分活度标准物质正在申报中，待批准后才具有溯源性。

## 2、水分活度测量重复性

适用对象：全部水分活度仪。

主要参考JJG(粤) 052-2017《水分活度仪检定规程》7.4.2制订。修改为做7次，计算采用相对标准偏差RSD代替极差除平均值的计算方式，结果更具代表性。

## 3、温度示值误差

适用对象：全部水分活度仪。

主要参考JJG(粤) 052-2017《水分活度仪检定规程》7.4.3制订。

(1) 不具有温度控制功能——使用标准温湿度箱+精密数字温度计；

(2) 具有温度控制功能——使用贴片式数字温度计。

## 4、温度波动性

适用对象：具有温度控制功能的水分活度仪。

主要参考JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》7.2制订。

根据实际测量经验，由于被测仪器的温度探头一般隐藏在基座中，估采用贴片式数字温度计，测量效过更好。

## 5、温度控制偏差

适用对象：具有温度控制功能的水分活度仪。

主要参考JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》7.2.4、7.3.1制订。

## 九、征求意见情况

起草单位向中国计量科学研究院、广东省计量科学研究院、湖南省计量检测研究院、甘肃省计量研究院、佛山市质量计量检测中心、中国广州分析测试中心、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、广东产品质量监督检验研究院、广东省疾病预防控制中心等 33 家单位征求标准草案修改意见，收到有效回复意见 6 家 21 条，起草单位根据修改意见形成征求意见稿。

标准起草组

2021 月 9 日