

扩散法测试水分活度误差产生的影响因素分析

高兴国^{1*}, 陈家德², 田虹¹

(1. 云南省昭通师范高等专科学校, 昭通 657000; 2. 昭通市疾病预防控制中心, 昭通 657000)

摘要: 水分活度是食品、医药、生物制品等行业检验的重要指标。应用扩散法对 8 组面粉的水分活度进行测试。数据表明, 多种因素影响水分的活度。针对影响因素, 提出相应的注意事项与改进措施。

关键词: 水分活度; 扩散法; 误差; 影响因素

Influencing factors for water activity testing by diffusion method

Gao Xing-Guo^{1*}; Chen Jia-De²; Tian Hong¹

(1. Zhaotong Teachers' College, Zhaotong 657000, China; 2. Zhaotong Centers for Disease Control and Prevention, Zhaotong 657000, China)

ABSTRACT: Water activity is an important indicator of food, medicine, biological products and other industries inspection. The diffusion method was used in this research to test the water activity of the 8 group flour. The obtained data showed that many factors affected the water activity. In view of the influencing factors, some appropriate precautions and improvements for water activity testing were put forward in the paper.

KEY WORDS: water activity; diffusion method; error; influencing factor

1 引言

水分的含量、分布会对食品的结构、外观、质地、风味、新鲜程度和腐败变质的敏感性产生极大的影响。尤其是结合水对食品的风味起着重要作用, 当强行将结合水与食品分离时, 食品的风味、质量会发生改变。食品中的水分对食品的鲜度、硬软性、呈味性、保藏性等许多方面有着密切的关系^[1,2], 例如面包、糕点久置后变硬不仅仅是失水干燥, 也是水分变化造成淀粉结构发生改变的结果。干燥的食品吸潮后发生许多物理性质的变化, 从而改变风味。如炒花生的口味就与吸水、持水的情况关系密切^[3]。以含水量作为判断食品稳定性的指标是不够适宜的, 用水分活度 (Water Activity, 简称 A_w , 称水活性、水活度) 来表示更为确切。

水分活度通常用食品的水蒸气分压(p)和在同一

温度下纯水的蒸气压(p_0)之比来计算。水分活度也可用平衡相对湿度(ERH)这一概念来表示。平衡相对湿度是指物料吸湿与散湿达到平衡时的大气相对湿度。食品的水分活度在数值上等于平衡相对湿度除以 100^[4]。

水分活度的测定方法有传统的扩散法^[5]、ERH 水分活度测试法^[6]和水分活度测量仪测量等。本文通过对水分活度的测试, 让使用者掌握食品水分活度的测试方法、原理, 清楚引起实验误差的环节。

2 仪器与试剂

面粉(昆明面粉厂); 康威尔微量扩散皿(北京朋利驰科技有限公司); 分析天平(中韵科学器材有限公司); 方格坐标纸; 纯度为 99.5%以上标准饱和溶液(NaCl 及 $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ 的标准饱和溶液各 10 mL)。

*通讯作者: 高兴国, 男, 云南昭通人, 硕士, 讲师, 主要从事食品生物化学方面教学研究。E-mail: 772342121@qq.com.

3 实验原理

无论已经过干燥或新鲜食品中的水分, 都会随环境条件的变动和贮存时间的长短而变化。如果环境空气干燥, 湿度低, 食品中的水分会蒸发, 食品质量减轻; 反之空气潮湿, 食品因吸收空气水分而受潮, 质量增加, 最终食品中水分与环境中的水分达到平衡。根据这一原理, 食物在康威氏微量扩散皿的密封和恒温条件下, 分别向 A_w 较高或较低的标准饱和溶液中扩散, 当达到平衡后, 依据样品在高 A_w 标准饱和溶液中质量的增加和在低 A_w 标准饱和溶液中质量的减少, 则可计算出样品的 A_w 。但在实验室实验中同时测出的结果却有着极大差别, 表 1 是 8 组学生在实验中测试的面粉 A_w 值。

4 产生误差原因分析及改进建议

4.1 温度的影响

物体的温度是物体分子平均动能的标志, 分子的热运动是客观存在的, 水分子扩散的速度跟液体的温度有直接关系, 温度越高, 扩散的越快; 温度越低, 扩散的越慢。当外界温度过低, 按照实验要求的 2 ± 0.5 h, 难于达到平衡相对湿度。

4.2 标准饱和溶液配制的影响

标准饱和溶液是在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 1 个大气压下, 向一定量溶液里加入某种溶质, 当溶质不能继续溶解时, 所得的溶液叫做这种溶质的标准饱和溶液。在本实验中, 氯化钠的溶解度随温度的变化不大, 基本是一条直线, 而碳酸钾溶解度受温度影响较大, 二者溶解度如表 2。

表 1 学生实验中测得的面粉质量变化及 A_w 值
Table 1 Change of flour weight and A_w in students' experiments

实验条件	实验小组	扩散溶液	扩散前质量(g)	扩散后质量(g)	质量变化(g)	A_w 值
气温为 $13\text{ }^{\circ}\text{C}$, 大气压力为 0.822 个标准 大气压 (8.5 mH ₂ O), 空气相对湿 度为 40%, 面 粉为散装暴 露于空气, 扩 散过程处于 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温 箱内。	1	NaCl	1.0059	1.3929	0.3870	5.505
		K ₂ CO ₃	1.0065	0.8845	-0.1220	
	2	NaCl	1.0094	1.1050	0.0956	4.995
		K ₂ CO ₃	1.0084	0.9838	-0.0246	
	3	NaCl	1.0003	1.0077	0.0074	5.415
		K ₂ CO ₃	1.0116	0.9970	-0.0146	
	4	NaCl	1.0048	1.0832	0.0784	5.596
		K ₂ CO ₃	1.0037	0.9861	-0.0176	
	5	NaCl	1.0289	1.0179	-0.0110	----
		K ₂ CO ₃	1.0023	0.9606	-0.0417	
	6	NaCl	1.0263	0.9527	-0.0736	----
		K ₂ CO ₃	1.0159	0.9647	-0.0512	
	7	NaCl	1.0443	0.9967	-0.0476	----
		K ₂ CO ₃	1.0483	1.0066	-0.0417	
	8	NaCl	1.0065	1.4845	0.4780	----
		K ₂ CO ₃	1.0071	1.4443	0.4372	

表 2 不同温度下 NaCl 和 K₂CO₃ 溶解度
Table 2 Solubility of NaCl and K₂CO₃ at various temperatures

温度($^{\circ}\text{C}$) 溶质(g)	0	10	20	30	40	60	80	100
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.3	38.4	39.8
K ₂ CO ₃	107.0	109.0	111.0	114.0	117.0	126.0	139.0	156.0

在配制 NaCl 及 K_2CO_3 标准饱和溶液时,一定要在 25 °C 和高于 25 °C 时来配制和使用。如果室温高于 25 °C, 温度对实验结果没有影响, 若室温低于 25 °C, 当把康威尔微量扩散皿放入 25 °C 恒温箱内, NaCl 及 K_2CO_3 标准饱和溶液成为不饱和溶液, 特别是 K_2CO_3 溶液中自由水含量上升, 对面粉中水分子吸收比在 NaCl 溶液中减少得多, 导致测出面粉 A_w 值偏高。在实验过程中, 标准饱和溶液配制时尽量在高于 25 °C 下进行, 以保证在扩散时溶液为饱和溶液, 液体向扩散皿内转移时, 最好控制室温和操作台温度与扩散时温度相同。

4.3 康威尔微量扩散皿密封性的影响

在实验中, 康威尔微量扩散皿的密封性至关重要, 当把饱和溶液和装面粉的玻璃皿放入扩散皿后一定要把扩散皿上口涂抹凡士林, 然后盖上毛玻璃片, 保证康威尔微量扩散皿的密封性, 否则空气湿度过大时会导致面粉 A_w 值偏高, 空气湿度过小时会导致面粉 A_w 值偏低。

4.4 坐标图绘画的影响

在方格坐标纸中画图时坐标值选取的大小会影响 A_w 结果。选取过大, 如 0.1~1.0, 后面数值全为估计值, 结果不准确, 选取过小, 如 0.001~1.000, 需要更大的坐标纸, 在本实验中, 适宜选取两位小数, 如 0.01~1.00, 既方便绘图, 所得结果也比较准确。

4.5 面粉质量称取的影响

面粉质量要精确称取 1 g。如果称取面粉质量偏重或偏轻, 将出现表 3 结果。

表 3 称取面粉质量偏差与 A_w 值表现
Table 3 Deviation of flour weight and expression of A_w

	NaCl	K_2CO_3
面粉质量偏重	A_w 值偏高	A_w 值偏高
面粉质量偏轻	A_w 值偏低	A_w 值偏低

4.6 扩散时间与扩散时温度的影响

在食品包装的研究中, 通常需要了解关于食品吸湿特性的信息, 因为吸湿特性与食品的加工、包装等各个环节的关系十分密切^[7]。不同的食品由于其化学组成和结构不同, 对水分子的束缚力也不一样, 因此, 不同食品具有不同的吸湿等温线, 吸湿等温线的

弯曲程度因不同食品而具有差异。但大多数食品的吸湿等温线呈反 S 形, 如图 1。

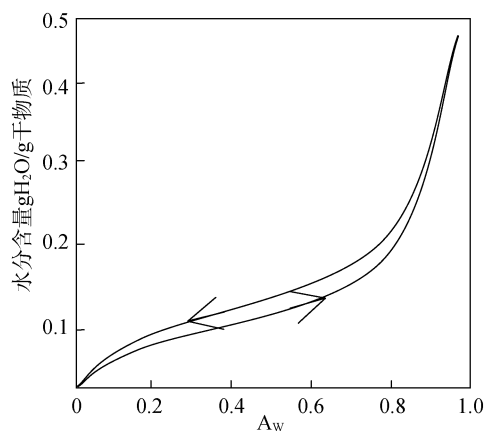


图 1 吸湿等温曲线

Fig. 1 Moisture sorption isotherm

吸湿和放湿相比较, 吸湿比放湿有滞后现象, 对含水量多的食品, 如新鲜动植物食品, 得到的是放湿曲线; 对含水量少的食品如干燥食品, 得到的是吸湿曲线。在一定温度下, 若食品的水分活度低于环境的相对湿度, 食品沿着吸湿等温线吸湿, 反之沿着放湿等温线散失水分。而且吸湿与放湿过程, 其水分变化并非沿原吸湿过程途径返回, 而是经历了另一条不同的途径如果扩散时间不足, 得出的 A_w 值会出现偏高现象。相反, 对含水量多的食品, 得出的 A_w 值会出现偏低现象, 所以在扩散时扩散时间要足够, 以保证达到平衡相对湿度。

5 讨论

通过对以上几点分析, 可看出在水分活度的扩散法测试中, 实验结果易受到以上诸多因素的影响, 在整个实验过程中, 从标准饱和溶液的配制到实验结束, 要考虑人为因素如扩散皿的密封性、标准饱和溶液的配制、面粉质量的称取、扩散时间的长短, 也要注意有自然因素, 如温度的影响, 都会造成实验结果的误差。

参考文献

- [1] 谢爱英, 张富新, 陈颖. 发酵香肠的 pH 值、水分含量与水分活度(A_w)的关系及其对制品贮藏性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(11): 143-146.

- [2] 严维凌, 沈菊泉, 任莉萍. 霉菌接种法研究水分活度对牛肉干保质期的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(5): 442-445.
- [3] 申晓曦, 李汴生, 阮征等. 水分含量对花生仁储藏过程中的品质影响研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(5): 495-498, 501
- [4] 潘宁, 杜克生. 食品生物化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [5] 赵世民. 康卫氏皿扩散法测定荞麦粉的水分活度[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(5): 2901-2902, 2905.
- [6] 柯仁楷, 黄兴海. 平衡相对湿度 ERH 原理在水分活度测量中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2005, (6): 119-122.
- [7] 申晓曦, 李汴生, 阮征, 等. 水分含量对花生仁储藏过程中的品质影响研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27 (5): 495-498, 501

(责任编辑: 孙媛媛)

作者简介



高兴国, 男, 云南昭通人, 硕士, 讲师,
主要从事食品生物化学方面教学研究。
E-mail: 772342121@qq.com

“功能性食品”专题约稿函

功能性食品是指具有营养功能、感觉功能和调节生理活动功能的食品。目前已研发的功能性食品主要包括: 增强人体体质(增强免疫能力, 激活淋巴系统等)的食品; 防止疾病(高血压、糖尿病、冠心病、便秘和肿瘤等)的食品; 恢复健康(控制胆固醇、防止血小板凝集、调节造血功能等)的食品; 调节身体节律(神经中枢、神经末梢、摄取与吸收功能等)的食品和延缓衰老的食品等。由于其特殊的营养功能, 越来越得到人们的关注。

鉴于此, 本刊特别策划了“**功能性食品**”专题, 围绕**功能性食品的营养研究、开发应用、安全质量控制**等问题展开讨论, 计划在2012年下半年出版。编辑部特向各位专家诚征惠稿, 综述、研究论文均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在10月15日前通过网站或Email投稿。我们将快速处理并优先发表专题论文。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

Email: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部