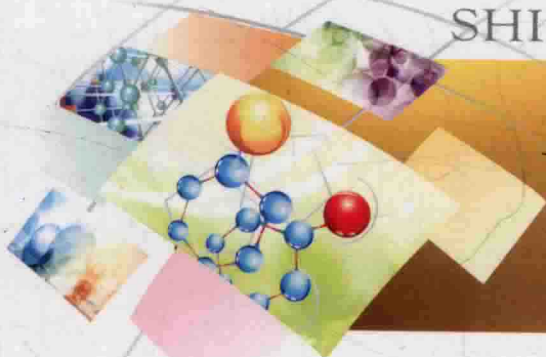




普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

食品化学实验

SHIPIN HUAXUE SHIYAN



□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□

邵秀芝 郑艺梅 黄泽元◎主编

 郑州大学出版社



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

食品化学实验

SHIPIN HUAXUE SHIYAN

邵秀芝 郑艺梅 黄泽元◎主编

 郑州大学出版社
郑州

内容提要

本书共分9章,内容体系按食品中成分的检测设置了基础型、综合设计型和创新型实验。第1章食品中水分的检测,第2章食品中糖类的检测,第3章食品中脂类的检测,第4章食品中蛋白质的检测,第5章食品中酶的检测,第6章食品中色素的检测,第7章食品中维生素和矿物质的检测,第8章食品添加剂的应用实验,第9章设计及创新型实验。本书可作为食品科学与工程、食品质量与安全以及其他相关专业的本科生或研究生的教材,也可作为从事食品生产与加工的专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学实验/邵秀芝,郑艺梅,黄泽元主编. —郑州:郑州大学出版社,2013.12

普通高等教育食品类专业规划教材

ISBN 978-7-5645-1613-0

I. ①食… II. ①邵… ②郑… ③黄… III. ①食品化学-实验-高等学校-教材 IV. ①TS201.2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 262743 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省诚和印刷有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:12.5

字数:299千字

版次:2013年12月第1版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2013年12月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-1613-0

定价:23.00元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



编写指导委员会

(按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----|------------------------|
| 王茂增 | 河北工程大学农学院副教授 |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院教授 |
| 权伍荣 | 延边大学农学院食品科学系教授 |
| 刘延奇 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 刘全德 | 徐州工程学院食品生物工程学院副教授 |
| 孙俊良 | 河南科技学院食品学院教授 |
| 朱 珠 | 吉林工商学院食品工程分院教授 |
| 肖安红 | 武汉工业学院食品科学与工程学院教授 |
| 李新华 | 沈阳农业大学食品学院教授 博导 |
| 汪东风 | 中国海洋大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 张凤宽 | 吉林农业大学发展学院生物食品学院教授 |
| 张进忠 | 安阳工学院生物与食品工程学院教授 |
| 陆启玉 | 河南工业大学粮油食品学院教授 博导 |
| 陈从贵 | 合肥工业大学生物与食品工程学院教授 |
| 邵秀芝 | 山东轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 岳田利 | 西北农林科技大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 胡耀辉 | 吉林农业大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 侯玉泽 | 河南科技大学食品与生物工程学院教授 |
| 章超桦 | 广东海洋大学食品科技学院教授 博导 |
| 蔺毅峰 | 运城学院生命科学系教授 |
| 阚建全 | 西南大学食品科学学院教授 博导 |



本书作者

主 编 邵秀芝 郑艺梅 黄泽元

主 审 黄泽元

副 主 编 谢新华 李 红 宁维颖

编写人员 (按姓氏笔画排序)

宁维颖 李 红 张平安

陈芸芸 陈海燕 邵秀芝

郑艺梅 黄泽元 谢新华



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展作出了巨大贡献,但是,还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革、全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是高等教育“质量工程”的重要组成部分,是提高教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要载体。为此,教育部要求加强立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这套教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会
2010年11月



食品化学是食品科学与工程专业重要的一门专业基础课。食品化学实验是食品化学课程的重要组成部分,对巩固和加深理解食品化学的理论知识,加强学生动手能力以及分析实际问题的能力具有重要作用。本教材编写过程中,把食品化学实验与食品分析实验和食品工艺学实验进行综合整合,尽量避免与食品分析实验和食品工艺学实验的重复,充分体现食品化学的理论在食品生产中的应用。在实验内容的设计上,按照食品中化学成分的分类,体现与食品化学教材内容的吻合;在实验体系方面,设计了“基础型—综合设计型—创新型”三个层次的实验体系,从而起到有利于提高学生的综合能力和创新能力。

本教材的编写者大多是从从事食品化学实验教学的一线教师,教学经验丰富,教材内容是编写者在长期的教学和科研过程中不断提炼而成,编写过程中力求达到实用、理论与实践结合。本教材适用于本科生或研究生,同时也为从事食品科学与工程领域工作的科研、生产和管理人员提供参考。

教材由齐鲁工业大学邵秀芝和宁维颖、闽南师范大学郑艺梅和陈芸芸、武汉轻工大学黄泽元、河南农业大学谢新华和张平安、郑州轻工业学院李红和吉林农业大学发展学院陈海燕教师编写。全书共分9章,各章编写人员为:邵秀芝和宁维颖编写第1章和第9章的实验一至实验八;黄泽元编写第3章和第6章的实验一至实验八;郑艺梅和陈芸芸编写第2章的实验十和实验十一、第5章的实验五和实验六、第6章的实验九、第8章的实验四和实验五、第9章的实验九和实验十;谢新华编写第2章的实验一至实验九;李红编写第5章的实验一至实验四和第7章;张平安编写第4章;陈海燕编写第8章的实验一至实验三。全书由邵秀芝统稿,黄泽元主审。

本书的编写广泛参考和引用了国内外相关作者的文献资料,在此,谨向相关作者表示诚挚的敬意和衷心的感谢。同时,郑州大学出版社为本书的顺利出版给予了大力的支持和帮助,在此表示由衷的谢意。

鉴于编者水平有限,书中难免有不足、错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2013年5月20日



第1章 食品中水分的检测	1
实验一 食品中水分活度的测定	2
实验二 糖浓度对果汁水分活度的影响	7
实验三 食品玻璃化转变温度的测定	8
第2章 食品中糖类的检测	10
实验一 食品中低聚糖含量的测定	11
实验二 食品中粗纤维含量的测定	17
实验三 食品中膳食纤维含量的测定	19
实验四 食品中淀粉含量的测定	23
实验五 淀粉黏度的测定	26
实验六 豆类淀粉和薯类淀粉的老化——粉丝和粉条的制备 与感官评价	28
实验七 酶法制备淀粉糖浆及其 <i>DE</i> 值的测定	30
实验八 食品中非酶褐变程度的测定	33
实验九 柑橘皮天然果胶的提取及测定	35
实验十 水果中总糖含量的测定	37
实验十一 柚皮苷的提取及测定	39
第3章 食品中脂类的检测	41
实验一 食品中粗脂肪的测定	42
实验二 油脂中磷脂含量的测定	45
实验三 油脂酸价的测定	49
实验四 动植物油脂碘值的测定	51
实验五 食品中脂肪酸含量的测定	54
实验六 温度、金属离子对油脂过氧化值的影响	56
第4章 食品中蛋白质的检测	60
实验一 大豆蛋白质的分离提取	61
实验二 蛋白质水解度的测定	64
实验三 蛋白质水合能力的测定	67
实验四 蛋白质乳化性与乳化稳定性的测定	69
实验五 蛋白质起泡能力与泡沫稳定性的测定	72

实验六	蛋白质凝胶性能的测定	74
实验七	活性肽对羟基自由基($\cdot\text{OH}$)的抑制活性的测定	76
第5章	食品中酶的检测	79
实验一	大豆中脂肪氧化酶活性的测定	80
实验二	蔬菜中过氧化物酶活性的测定	83
实验三	食品中多酚氧化酶活性的测定	85
实验四	水果蔬菜中酶促褐变的控制	87
实验五	果蔬中过氧化氢酶活性的测定	89
实验六	果蔬中苯丙氨酸解氨酶活性的测定	92
第6章	食品中色素的检测	93
实验一	面粉白度的测定	94
实验二	柑橘皮色泽的测定	96
实验三	番茄中番茄红素的提取及含量测定	98
实验四	食品中总胡萝卜素含量的测定	100
实验五	绿色蔬菜的护绿和叶绿素含量的测定	102
实验六	红曲色素色价的测定	104
实验七	紫甘薯色素(花青素)的提取及含量测定	106
实验八	食品中合成着色剂的测定	108
实验九	面粉中过氧化苯甲酰的测定	114
第7章	食品中维生素和矿物质的检测	116
实验一	食品中维生素A含量的测定	117
实验二	维生素C含量的测定及在加工中的变化	124
实验三	食品中钙含量的测定	133
实验四	食品中铁含量的测定	139
第8章	食品添加剂应用实验	144
实验一	抗氧化剂在食品中的应用	145
实验二	乳化剂在植物蛋白饮料中的应用	147
实验三	增稠剂在果汁乳饮料中的应用	150
实验四	防腐剂在冷鲜肉中的应用	153
实验五	增色剂在肉制品中的应用	155
第9章	设计及创新型实验	157
实验一	改性淀粉的制备及性能的测定	158
实验二	改性蛋白质的制备及性能测定	164
实验三	类可可脂的制备及性能的测定	167
实验四	真菌多糖的提取与测定	169
实验五	辣椒红色素的提取及性质测定	172
实验六	果胶酶在果汁中的应用	174

实验七	茶叶中天然抗氧化剂茶多酚的提取及应用	176
实验八	从牛奶中分离乳脂、酪蛋白和乳糖	179
实验九	芦笋中黄酮类物质的提取、分离与测定	181
实验十	膳食纤维的制备及其性能的测定	183
参考文献		185

宝鼎南奥帝分本中品食

第1章

以, 食品中水分含量的测定方法很多, 如重量法、蒸馏法、折射法、卡尔费休法等。其中重量法和蒸馏法是食品水分检测中最常用的方法。重量法是通过称量样品在烘箱中干燥前后的重量差来计算水分含量。蒸馏法是通过将样品与水混合后加热蒸馏, 收集并测量蒸出的水量来计算水分含量。这两种方法操作简单, 结果准确, 适用于大多数食品的水分检测。然而, 对于一些含水量低或含有挥发性成分的食品, 这两种方法可能会出现误差。因此, 在实际应用中, 需要根据食品的特性和检测要求选择合适的水分检测方法。

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

食品中水分的检测是食品质量控制的重要环节, 直接影响到食品的品质和保质期。

食品中水分的检测是食品质量控制的重要环节, 直接影响到食品的品质和保质期。

食品中水分的检测是食品质量控制的重要环节, 直接影响到食品的品质和保质期。

食品中水分的检测是食品质量控制的重要环节, 直接影响到食品的品质和保质期。在实际应用中, 需要根据食品的特性和检测要求选择合适的水分检测方法。重量法和蒸馏法是食品水分检测中最常用的方法, 适用于大多数食品。然而, 对于一些含水量低或含有挥发性成分的食品, 这两种方法可能会出现误差。因此, 在实际应用中, 需要根据食品的特性和检测要求选择合适的水分检测方法。

宝鼎南奥帝分本中品食

第1章

宝鼎南奥帝分本中品食

食品中水分的检测是食品质量控制的重要环节, 直接影响到食品的品质和保质期。在实际应用中, 需要根据食品的特性和检测要求选择合适的水分检测方法。重量法和蒸馏法是食品水分检测中最常用的方法, 适用于大多数食品。然而, 对于一些含水量低或含有挥发性成分的食品, 这两种方法可能会出现误差。因此, 在实际应用中, 需要根据食品的特性和检测要求选择合适的水分检测方法。

第1章

食品中水分的检测

宝鼎南奥帝分本中品食

宝鼎南奥帝分本中品食

宝鼎南奥帝分本中品食

取出其中的玻璃瓶并洗净, 迅速准确

实验一 食品中水分活度的测定

水分活度与食品稳定性之间有着密切的联系,除影响化学反应和微生物生长外,对食品的质构也有重要影响。因为水分活度能反映水与各种非水成分缔合的强度,比水分含量能更可靠的预示食品的稳定性。通过测定和控制食品的水分活度,可以预测潜在的腐败微生物和污染源,降低生化反应速率,优化食品的质构和货架期等,因此水分活度成为产品稳定性和微生物安全的有用指标。

食品中的水分活度(A_w)可以近似地表示为食品中水的蒸汽压与该温度下纯水的饱和蒸汽压之比,可用式(1.1)表示。

$$A_w \approx \frac{p}{p_0} = \frac{ERH}{100} \quad (1.1)$$

式中: p ——食品在密闭容器中达到平衡状态时的水蒸气分压;

p_0 ——在同一温度下纯水的饱和蒸汽压;

ERH(equilibrium relative humidity)——食品样品周围的空气平衡相对湿度。

在食品工业中对于水分活度的测定方法很多,如扩散法、蒸汽压力法、电湿度计法、溶剂萃取法、近似计算法和水分活度测定仪等。测定食品水分活度的国家标准 GB/T 23490—2009 中,规定了康威皿扩散法和水分活度仪扩散法,其中康威皿扩散法为仲裁法,本标准适用于预包装谷物制品类、肉制品类、水产制品类、蜂产品类、薯类制品类、水果制品类、蔬菜制品类、乳粉、固体饮料的食品水分活度的测定,不适用于冷冻和含挥发性成分的食品。

方法一 康威皿扩散法

一、实验原理

试样在康威(Conway)微量扩散皿的密封和恒温条件下,分别在 A_w 较高和较低的标准饱和溶液中扩散平衡后,根据样品质量的增加(在 A_w 较高的标准溶液中平衡)和减少(在 A_w 较低的标准溶液中平衡)的量,以质量的增减为纵坐标,各个标准试剂的水分活度值为横坐标,计算试样水分活度值。

该法适用于中等及高水分活度($A_w > 0.5$)的样品,是一种测定食品水分活度值快速、方便、广泛应用的分析方法。

二、实验试剂与仪器

1. 试剂

凡士林,各种标准饱和盐溶液的 A_w 值见表 1.1。

表 1.1 标准饱和盐溶液的 A_w 值(25 °C)

试剂名称	A_w	100 mL 水中的溶解度/g	试剂名称	A_w	100 mL 水中的溶解度/g
氯化锂 $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.110	102.5	硝酸钠 NaNO_3	0.737	96.0
醋酸镁 $\text{C}_4\text{H}_6\text{MgO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.224	44.8	氯化钠 NaCl	0.752	36.3
氯化镁 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.330	230.8	溴化钾 KBr	0.807	70.6
碳酸钾 $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.427	122.7	氯化钾 KCl	0.842	37.0
硝酸锂 $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.476	154.1	氯化钡 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.901	74.2
硝酸镁 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.528	182.8	硝酸钾 KNO_3	0.924	45.8
溴化钠 $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.577	133.6	硫酸钾 K_2SO_4	0.969	13.0
氯化铯 $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.708	166.7	重铬酸钾 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.986	18.2

2. 主要仪器

分析天平(精度为0.000 1 g)、恒温箱、康威微量扩散皿(外径 78 mm, 见图 1.1)、坐标纸、玻璃皿(直径 25 ~ 28 mm、深度 7 mm)。

3. 试样

饼干、苹果等。

三、实验步骤

1. 从表 1.1 中至少选取 3 种标准饱和盐溶液, 分别在 3 个康威皿的外室预先放入上述标准饱和盐溶液 5.0 mL(标准饱和盐溶液的水分活度值处在试样的高、中、低端)。

2. 在预先准确称量过的玻璃皿中, 准确称取 1.000 0 g 的均匀切碎样品, 记下玻璃皿和试样的总质量, 迅速放入康威皿的内室中。在扩散皿磨口边缘均匀地涂上一层凡士林, 加盖密封。

3. 在(25±0.5) °C 的恒温箱中静置(2±0.5) h。取出其中的玻璃皿及试样, 迅速准确

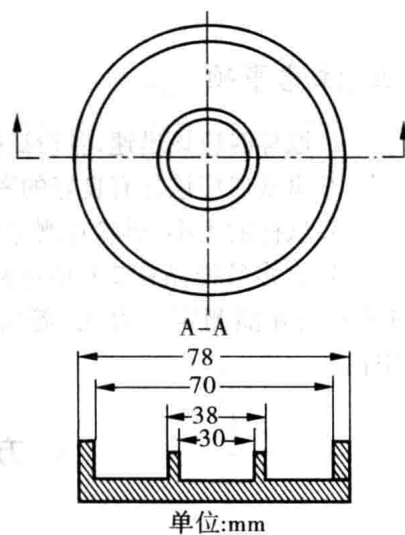


图 1.1 康威微量扩散皿

称量,并求出样品的质量。再次平衡 30 min 后,称量,至恒重为止。分别计算试样在不同标准饱和盐溶液的质量增减数。

四、结果计算

以各种标准饱和盐溶液在 25 °C 时的 A_w 值为横坐标,以每克试样增减的毫克数为纵坐标,在坐标纸上作图,将各点连接成一条直线,这条线与横坐标的交点即为所测试样的水分活度值。

以水分活度的计算实例来说明,例如,在图 1.2 中, A 点是试样与氯化镁标准饱和溶液平衡后质量减少 20.2 mg, B 点是试样与硝酸镁标准饱和溶液平衡后质量减少 5.2 mg, C 点是试样与氯化钠标准饱和溶液平衡后质量增加 11.1 mg。这 3 种标准饱和盐溶液的 A_w 分别为 0.33、0.53、0.75,把这 3 点连成一线与横坐标相交于 D 点, D 点的水分活度值 0.60 即为该试样的 A_w 值。

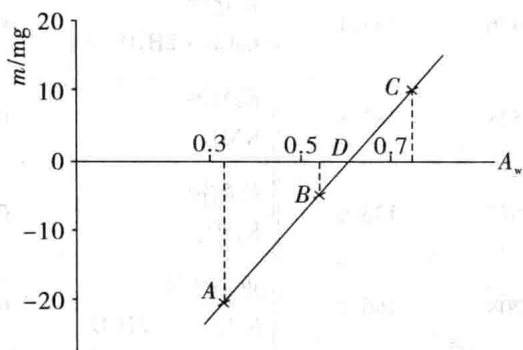


图 1.2 A_w 值测定图解

五、注意事项

1. 取样时应该迅速,各份试样称量应在同一条件下进行。
2. 康威皿应该具有良好的密封性。
3. 试样的大小、形状对测定结果影响不大。
4. 大多数样品在 2 h 后可测得 A_w ,但有的样品如米饭类、油脂类、油浸烟熏类则需 4 d 左右才能测定。为此,需加入样品量 0.2% 的山梨酸作防腐剂,并以其水溶液作空白。

方法二 水分活度仪法

一、实验原理

水分活度仪法是在一定温度下,利用测定仪上的传感器装置——湿敏元件,根据食品中水的蒸汽压力的变化,从仪器的表头上读出指示的水分活度。在测定试样前需校正水分活度测定仪。

常见的水分活度仪大都是以此为原理研制的,其主要差异仅仅是相对湿度传感器的类型不同,如 Rotronic 采用的是湿敏电容、Novasina 采用的是湿敏电阻,而 Aqualab 采用的则是冷镜露点法。

二、实验试剂与仪器

- 1. 试剂
氯化钡饱和溶液。
- 2. 主要仪器
水分活度测定仪、研钵、恒温箱等。
- 3. 试样
面包、饼干、肉、鱼、果蔬块等。

三、实验步骤

- 1. 仪器校正。用小镊子将两张滤纸浸在 BaCl₂ 饱和溶液中,待滤纸均匀地浸湿后,轻轻地把它放在仪器的样品盒内,然后将具有传感器装置的表头放在样品盒上,小心拧紧,移至 20 ℃ 恒温箱中维持恒温 3 h 后,再将表头上的校正螺丝拧动使 A_w 值为 0.900。重复上述过程再校正一次。
 - 2. 样品测定。取经 15 ~ 25 ℃ 恒温后的试样 1 ~ 2 g,置于仪器样品盒内,保持表面平整而不高于盒内垫圈底部。然后将具有传感器装置的表头置于样品盒上(切勿使表头沾上样品)轻轻地拧紧,保持恒温放置 2 h 以后,不断从仪器表头上观察仪器指针的变化状况,待指针恒定不变时,所指示数值即为此温度下试样的 A_w 值。
- 如果实验条件不在 20 ℃ 恒温测定,可根据表 1.2 所列的 A_w 校正值将其校正为 20 ℃ 时的数值。

表 1.2 A_w 值的温度校正表

温度/℃	校正值	温度/℃	校正值
15	-0.010	21	+0.002
16	-0.008	22	+0.004
17	-0.006	23	+0.006
18	-0.004	24	+0.008
19	-0.002	25	+0.010

四、注意事项

- 1. 取样时,对于果蔬类样品应迅速捣碎或按比例取汤汁与固形物,肉和鱼等样品需适当切细。
- 2. 测定前用氯化钡饱和溶液校正仪器。

3. 所用的玻璃器皿应该清洁干燥,否则会影响测量结果。
4. 测量表头为贵重的精密器件,在测定时,必须轻拿轻放,切勿使表头直接接触样品和水;若不小心接触了液体,需蒸发干燥进行校准后才能使用。

思考题

1. 阐述测定水分活度的原理及方法。
2. 水分活度与食品储藏稳定性的关系。

实验二 糖浓度对果汁水分活度的影响

一、实验原理

水分活度是食品组成和温度的函数,受食品组成的影响较大。食品中的含水量越大,体相水越多,水分活度就越大,反之,非水物质越多,结合水越多,其水分活度就越小。

二、实验试剂与仪器

1. 试剂

蔗糖、氯化钡饱和溶液、凡士林、标准饱和盐溶液见表 1.1。

2. 主要仪器

打浆机、电子天平、水分活度测定仪、研钵、滤布、恒温箱、康威微量扩散皿、坐标纸、玻璃皿等。

3. 试样

柑橘。

三、实验方案提示

1. 柑橘汁制备。500 g 柑橘去皮后放入打浆机中,加入 150 mL 蒸馏水,打浆,过滤得柑橘汁。

2. 配制柑橘汁。在柑橘汁中分别加入 4%、8%、12%、16%、20% 的蔗糖,在室温下搅拌均匀并溶解。

3. 测定配制柑橘汁的水分活度。水分活度的测定方法见本章实验一。

四、预期结果

1. 在一定温度下,测定不同蔗糖浓度的柑橘汁的水分活度。

2. 在一定糖浓度的条件下,测定不同温度时柑橘汁的水分活度。

思考题

糖浓度和温度对水分活度有何影响?为什么?