

图书在版编目(CIP)数据

食品理化检验技术 / 刘丹赤主编. —大连 : 大连理工大学出版社, 2010.12
新世纪高职高专食品类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-5912-5

I. ①食… II. ①刘… III. ①食品检验—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 226378 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:15.25 字数:349 千字
印数:1~2500
2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑:陈 畅 责任校对:林春迎
封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5611-5912-5

定 价:30.00 元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育的目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职高专教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高等职业教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高等职业教育发展的同道朋友,在共同推动高等职业教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前言

《食品理化检验技术》是新世纪高职高专教材编审委员会组编的食品类课程规划教材之一。

本教材按照工学结合人才培养模式的要求,以工作过程为导向,以工作任务为载体,进行工作过程系统化课程设计。教材内容的选择以满足食品检验职业岗位所需职业能力的培养为核心,结合中高级食品检验工等工种的国家职业技能鉴定标准所必需的知识、技能,解构了传统的学科体系课程内容,构建了基于工作过程的行动体系课程内容。既贯彻先进的高职理念,又注意教材的理论完整性,以使學生具备一定的可持续发展能力。

本教材按照食品理化检验的工作岗位共设计五个学习情境,十四个工作任务及四个综合实训项目。每个工作任务在编排上将基础知识与任务实施相互配套,并有相应的知识拓展供参考,适合于“教、学、做”合一的教学模式。

教材内容全面跟踪中高级食品检验工职业标准,把知识点任务化,所有任务来源于企业,每个任务按实际工作完整的训练来培养学生的职业素质,将工作和学习完美融合。教材的编写以最新的国家标准或被认可的方法为依据,主要介绍食品的国家标准分析方法,使学生掌握食品企业检验岗位的实际工作技能,实现与用人单位的零距离对接。

本教材由日照职业技术学院刘丹赤担任主编,扬州职业大学金根娣、芜湖职业技术学院张爽、江苏食品职业技术学院李红涛、河南鹤壁职业技术学院陈银霞任副主编。具体编写分工如下:刘丹赤编写学习情境一及综合实训项目一、二,张爽、陈银霞编写学习情境二,金根娣编写学习情境三及综合实训项目三,李红涛编写学习情境四、五及综合实训项目四。全书由刘丹赤统稿。江苏食品职业技术学院郝涤非审阅了全部书稿并提出宝贵意见,在此表示感谢。

本教材可作为高职高专院校食品类相关专业的学生教材,也可作为食品企业在职人员的培训教材及从事食品企

业生产、食品质量监督与检验的技术人员的参考用书。为了突出教学效果,让学生能更好地完成训练任务,我们针对训练任务开发了相应的任务工单、多媒体教学课件,以供教学使用。

本教材在编写过程中得到了企业专家王朋、张念英等的大力支持,还借鉴了兄弟院校出版的教材,在此一并致谢! 由于时间仓促和编者水平有限,书中难免有疏漏或不妥之处,恳请使用本教材的广大读者给予指正,以便及时修订。

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411—84707492 84706104

编 者

2010年12月



学习情境一 食品的物理检验法	1
任务 1.1 食品密度的测定	1
知识准备	1
任务实施 食品相对密度的测定	5
任务 1.2 折射率的测定	7
知识准备	7
任务实施 食品折射率的测定	9
知识拓展	10
习 题	14
学习情境二 食品一般成分的检验	16
任务 2.1 水分的测定	16
知识准备	16
任务实施 食品中水分的测定	18
知识拓展	21
任务 2.2 灰分的测定	25
知识准备	25
任务实施 食品中灰分的测定	26
任务 2.3 酸度的测定	30
知识准备	30
任务实施 食品中酸度的测定	31
任务 2.4 脂肪的测定	36
知识准备	36
任务实施 食品中脂肪的测定	38
任务 2.5 糖的测定	40
知识准备	40
任务实施 食品中糖的测定	41
任务 2.6 蛋白质的测定	54
知识准备	54
任务实施 食品中蛋白质的测定	56

任务 2.7 维生素的测定	60
知识准备	60
任务实施 食品中维生素的测定	61
习 题	77
学习情境三 食品添加剂的检验	80
任务 3.1 硝酸盐和亚硝酸盐的测定	81
知识准备	81
任务实施 食品中硝酸盐和亚硝酸盐的测定	83
任务 3.2 山梨酸和苯甲酸的测定	86
知识准备	86
任务实施 食品中山梨酸和苯甲酸的测定	89
知识拓展	93
习 题	105
学习情境四 食品中限量元素的检验	107
任务 4.1 食品中铅的测定	108
知识准备	108
任务实施 食品中铅的测定	109
任务 4.2 食品中砷的测定	114
知识准备	114
任务实施 食品中砷的测定	116
知识拓展	125
习 题	138
学习情境五 食品中有害物质的检验	140
任务 食品中有机磷农药残留量的测定	141
知识准备	141
任务实施 食品中有机磷农药残留量的测定	142
知识拓展	151
习 题	165

综 合 实 训

项目一 食用植物油的检验	167
第一部分 基础知识	167
第二部分 质量指标	169
第三部分 检验方法	170

项目二 熏煮火腿的检验·····	178
第一部分 基础知识·····	178
第二部分 质量指标·····	180
第三部分 检验方法·····	181
项目三 乳粉的检验·····	183
第一部分 基础知识·····	183
第二部分 质量指标·····	185
第三部分 检验方法·····	186
项目四 茶饮料的检验·····	191
第一部分 基础知识·····	191
第二部分 质量指标·····	193
第三部分 检验方法·····	195
附 录·····	212
附录一 糖液观测锤度温度改正表(20℃)·····	212
附录二 碳酸气吸收系数表·····	213
附录三 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖质量表·····	216
附录四 20℃时折光率与可溶性固形物换算表·····	220
附录五 20℃时可溶性固形物含量对温度的校正表·····	221
附录六 化学试剂标准滴定溶液的制备·····	222
附录七 国家职业标准对食品检验工的工作要求·····	228
参考文献·····	231

学习情境一

食品的物理检验法



学习目标

【知识目标】 掌握密度与相对密度、折射率、旋光度的概念；了解密度计、折射仪、旋光计等仪器的原理、结构和使用方法。

【能力目标】 能熟练准确地测定液体试样的相对密度，能正确使用密度瓶、密度计、折射仪、旋光仪，并能对仪器进行校正和维护；能正确处理测量数据。



背景知识

根据食品的相对密度、折射率、旋光度等物理常数与食品的组分含量之间的关系进行检测的方法称为食品的物理检验法。

食品的物理检验法有两种类型。第一种类型是某些食品的一些物理常数，如密度、相对密度、折射率、旋光度等，与食品的组成成分及含量之间存在着一定的数学关系，因此，可以通过物理常数的测定来间接地检测食品的组成成分及其含量。第二种类型是某些食品的一些物理量是该食品的质量指标的重要组成部分，如罐头的真空度，固体饮料的颗粒度、比体积，面包的比体积，冰淇淋的膨胀率，液体的透明度、浊度、黏度等，这一类的物理量可直接测定。

物理检验法是食品分析及食品工业生产中常用的检测方法之一。通过测定食品的物理特性，可以指导生产过程、保证产品质量以及鉴别食品组成、确定食品浓度、判断食品的纯净程度及品质，是生产管理和市场管理不可缺少的方便而快捷的监测手段。

任务 1.1 食品密度的测定



知识准备

一、密度与相对密度

密度是指物质在一定温度下单位体积的质量，以符号 ρ 表示，其单位为 g/mL。相对

密度是指同温度下物质的质量与同体积某一温度下水的质量之比,以符号 d 表示。

二、测定相对密度的意义

相对密度是物质重要的物理常数,各种液态食品都有其一定的相对密度,当其组成成分及浓度发生改变时,其相对密度也发生改变,故测定液态食品的相对密度可以检验食品的纯度和品质。

蔗糖、酒精等溶液的相对密度随着溶液浓度的增加而增高,通过实验已制定出溶液浓度与相对密度的对照表,只要测得相对密度就可以由专用的表格上查出其对应的浓度。对于某些液态食品(如果汁、番茄制品等),测定相对密度并通过换算或查专用经验表格可以确定可溶性固形物或总固形物的含量。

正常的液态食品,其相对密度都在一定的范围内,例如,全脂牛奶的相对密度为1.028~1.032,压榨植物油的相对密度为0.9090~0.9295。当因掺杂、变质等原因引起这些液态食品的组成成分发生变化时,均可出现相对密度的改变,因此,测定相对密度可初步判断食品是否正常及其洁净程度。如乳品厂在原料和产品验收时需要测定牛奶的相对密度,通过相对密度的测定,可检出牛奶是否脱脂、是否掺水等,脱脂乳相对密度升高,掺水乳相对密度下降,从而可以了解产品及原料的质量。对油脂相对密度的测定,可了解油脂是否酸败,因为油脂酸败后相对密度升高。

需要注意的是,当食品的相对密度异常时,可以肯定食品的质量有问题,当相对密度正常时,并不能肯定食品质量无问题,必须配合其他理化分析,才能确定食品的质量。总之,相对密度是食品生产过程中常用的工艺控制指标和质量控制指标。

三、测定相对密度的仪器

测定液态食品相对密度的方法有密度瓶法、密度计法和密度天平法等,其中前两种方法较常用。密度瓶法测定结果准确,但耗时;密度计法则简易迅速,但测定结果准确度较差。

1. 密度瓶

密度瓶是测定液体相对密度的专用精密仪器,是容积固定的玻璃称量瓶,其种类和规格有多种。常用的有带温度计的精密密度瓶和带毛细管的普通密度瓶,如图 1-1 所示。密度瓶有 20 mL、25 mL、50 mL、100 mL 四种规格,但常用的是 25 mL 和 50 mL 两种。

2. 密度计

密度计是根据阿基米德定律制成的。浸在液体里的物体受到向上的浮力,浮力的大小等于物体排开液体的质量。密度计的质量是一定的,液体的种类不同,浓度不同,密度计上浮或下沉的程度不同。各种密度计的刻度是利用各种不同密度的液体标度的,所以从密度计上的刻度就可以直接读取相对密度的数值或某种溶质的百分含量。

密度计种类很多,但结构和形式基本相同,都是由玻璃外壳制成,并由三部分组成。头部呈球形或圆锥形,里面灌有铅珠、水银或其他重金属,使其能立于溶液中,中部是胖肚空腔,内有空气,故能浮起,尾部是一细长管,内附有刻度标记,刻度是利用各种不同密度的液体标度的,从而制成了各种不同标度的密度计。食品工业中常用的密度计按其标度

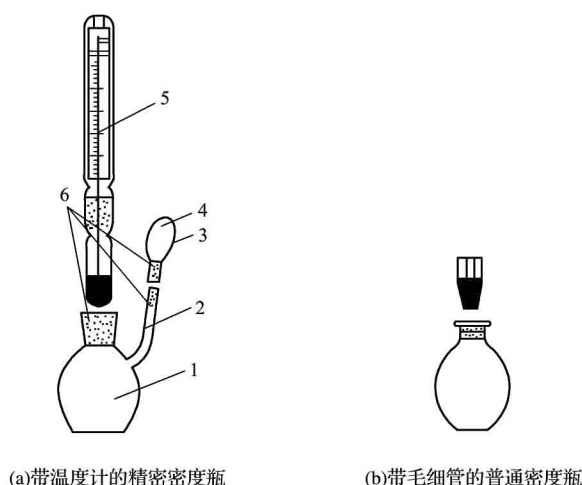


图 1-1 密度瓶

1—密度瓶;2—支管;3—侧孔;4—支管上小帽;5—温度计;6—玻璃磨口

方法的不同,可分为普通密度计、糖锤度计、乳稠计、波美计、酒精计等,部分如图 1-2 所示。

(1) 普通密度计

普通密度计以 20℃ 时的相对密度值为刻度,以 20℃ 为标准温度。通常由几支刻度范围不同的密度计组成一套。刻度值小于 1 的(0.700~1.000)称为轻表,用于测定比水轻的液体;刻度值大于 1 的(1.000~2.000)称为重表,用于测定比水重的液体。

(2) 糖锤度计

糖锤度计是专用于测定糖液浓度的密度计,是以蔗糖溶液中蔗糖的质量分数为刻度的,以°Bx 表示。其标度方法是以 20℃ 为标准温度,在蒸馏水中为 0°Bx,在 1% 纯蔗糖溶液中为 1°Bx,在 2% 纯蔗糖溶液中为 2°Bx,以此类推。糖锤度计的刻度范围有多种,常用的有:0°Bx~6°Bx,5°Bx~11°Bx,10°Bx~16°Bx,15°Bx~21°Bx 等。

若实测温度不是标准温度 20℃,则应进行温度校正。当测定温度高于 20℃ 时,因糖液体积膨胀导致相对密度减小,即锤度降低,故应加上相应的温度校正值(见附录一),反之,则应减去相应的温度校正值。

(3) 乳稠计

乳稠计是专用于测定牛乳相对密度的密度计,测量相对密度的范围为 1.015~1.045。刻度是将相对密度值减去 1.000 后再乘以 1000,以度来表示,符号为(°),刻度范围即为 15°~45°。乳稠计按其标度方法不同分为两种:一种是按 20°/4° 标定的,另一种是按 15°/15° 标定的。两者的关系是,后者读数是前者读数加 2,即 $d_{15}^{15} = d_{15}^{20} + 0.002$ 。

使用乳稠计时,若测定温度不是标准温度,应将读数校正为标准温度下的读数。对于

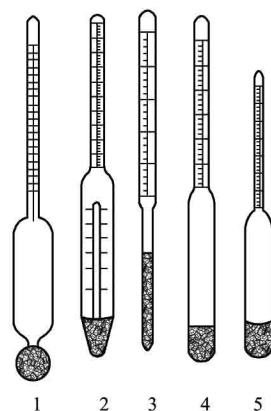


图 1-2 食品工业常用密度计

1—糖锤度计;
2—附有温度计的糖锤度计;
3,4—波美计;5—酒精计

20°/4°乳稠计,在 10℃~25℃ 范围内,温度每升高 1℃,乳稠计读数平均下降 0.2°,即相当于相对密度值平均减小 0.0002。故当乳温高于标准温度 20℃ 时,每高 1℃ 应在得出的乳稠计读数上加 0.2°;乳温低于 20℃ 时,每低 1℃ 应减去 0.2°。

(4) 波美计

波美计是以波美度(°Bé)来表示液体浓度大小的。按标度方法的不同分为多种类型,常用的波美计的刻度方法是以 20℃ 为标准的,以在蒸馏水中为 0°Bé,在 15% NaCl 溶液 中为 15°Bé,在纯 H₂SO₄(相对密度为 1.8427)中为 66°Bé,其余刻度等距离划分。波美计亦有轻表和重表之分,分别用于测定相对密度小于 1 和大于 1 的液体。波美度与相对密度之间存在着下列关系:

$$\text{轻表: } ^\circ\text{Bé} = \frac{145}{d_{20}^{20}} - 145, \text{ 或 } d_{20}^{20} = \frac{145}{145 + ^\circ\text{Bé}}$$

$$\text{重表: } ^\circ\text{Bé} = 145 - \frac{145}{d_{20}^{20}}, \text{ 或 } d_{20}^{20} = \frac{145}{145 - ^\circ\text{Bé}}$$

3. 韦氏相对密度天平

韦氏相对密度天平如图 1-3 所示。

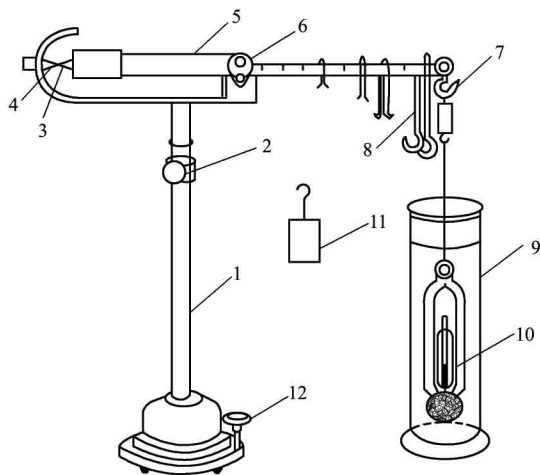


图 1-3 韦氏相对密度天平

1—支架;2—升降调节旋钮;3、4—指针;5—横梁;6—刀口;7—挂钩;
8—游码;9—玻璃圆筒;10—玻璃锤;11—砝码;12—调零旋钮

韦氏相对密度天平由支架 1、横梁 5、玻璃锤 10、玻璃圆筒 9、砝码 11 及游码 8 等主要部件组成。横梁的右端等分为 10 个刻度,玻璃锤在空气中质量精确为 15.00 g,内附温度计,温度计上有一道红线或一道较粗的黑线,用来表示在此温度玻璃锤能准确排开 5 g 水质量。玻璃圆筒用来盛试样。砝码的质量与玻璃锤相同,用来在空气中调节相对密度天平的零点。游码本身质量分别为 5 g、0.5 g、0.05 g、0.005 g,在放置相对密度天平横梁上时,表示质量的比例为 0.1、0.01、0.001、0.0001。如 0.1 的放在相对密度天平横梁 8 处即表示 0.8, 0.01 放在 9 处表示 0.09,其余类推。



食品相对密度的测定

参照 GB/T 5009.2—2003 的方法测定。

1. 密度瓶法

1.1 原理

在 20 ℃ 时分别测定充满同一密度瓶的水及试样的质量即可计算出相对密度,由水的质量可确定密度瓶的容积即试样的体积,根据试样的质量及体积即可计算密度。

1.2 仪器

附温度计的密度瓶。

1.3 分析步骤

取洁净、干燥、准确称量的密度瓶,装满试样后,置 20 ℃ 水浴中浸 0.5 h,使内容物的温度达到 20 ℃,盖上瓶盖,并用滤纸条吸去支管标线上的试样,盖好小帽后取出,用滤纸将密度瓶外擦干,置天平室内 0.5 h,称量。再将试样倾出,洗净密度瓶,装满水,以下按上述自“置 20 ℃ 水浴中浸 0.5 h……”起依法操作。密度瓶内不能有气泡,天平室内温度不能超过 20 ℃,否则不能使用此法。

1.4 结果计算

试样在 20 ℃ 时的相对密度计算:

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \quad (1-1)$$

式中 d ——液体试样在 20 ℃ 时的相对密度;

m_0 ——密度瓶的质量, g;

m_1 ——密度瓶和蒸馏水的质量, g;

m_2 ——密度瓶和样液的质量, g。

计算结果表示到称量天平的精度的有效数位。

说明:①本法适用于测定各种液体食品的相对密度,特别适合于试样量较少的场合,对挥发性试样也适用,结果准确,但操作较烦琐;②测定较黏稠样液时,宜使用具有毛细管的密度瓶;③水及试样必须装满密度瓶,瓶内不得有气泡;④拿取已达恒温的密度瓶时,不得用手直接接触密度瓶球部,以免液体受热流出,应戴隔热手套取拿瓶颈或用工具夹取;⑤水浴中的水必须清洁无油污,防止瓶外壁被污染。

2. 相对密度天平法

2.1 原理

在 20 ℃ 时,分别测定玻璃锤在水及试样中的浮力,由于玻璃锤所排开的水的体积与排开的试样的体积相同,即可计算出试样的相对密度,根据水的密度及玻璃锤在水中与试样中的

浮力,即可计算出试样的相对密度。

2.2 仪器

韦氏相对密度天平。

2.3 分析步骤

测定时将支架置于平面桌上,横梁架于刀口处,挂钩处挂上砝码,调节升降旋钮至适宜高度,旋转调零旋钮,使两指针吻合。然后取下砝码,挂上玻锤,将玻璃圆筒内加水至 $\frac{4}{5}$ 处,使玻锤沉于玻璃圆筒内,调节水温至 20℃(即玻锤内温度计指示温度),试放四种游码,主横梁上两指针吻合,读数为 P_1 ,然后将玻锤取出擦干,加欲测试样于干净圆筒中,使玻锤浸入至以前相同的深度,保持试样温度在 20℃,试放四种游码,至横梁上两指针吻合,记录读数为 P_2 。玻锤放入圆筒内时,勿使其碰及圆筒四周及底部。

2.4 结果计算

试样在 20℃ 时的密度计算:

$$\rho_{20} = \frac{P_2}{P_1} \times \rho_0 \quad (1-2)$$

试样的相对密度计算:

$$d = \frac{P_2}{P_1} \quad (1-3)$$

式中 ρ_{20} ——试样在 20℃ 时的密度, g/mL;

P_1 ——玻锤浸入水中时游码的读数, g;

P_2 ——玻锤浸入试样中时游码的读数, g;

ρ_0 ——20℃ 时蒸馏水的密度(0.99823 g/mL);

d ——试样的相对密度。

计算结果表示到称量天平的精度的有效数位。

3. 相对密度计(比重计)法

3.1 仪器

相对密度计:上部细管中有刻度标签,表示相对密度读数,下部球形内部装有汞或铅块。

3.2 分析步骤

将相对密度计洗净擦干,缓缓放入盛有待测液体试样的适当量筒中,勿使其碰及容器四周及底部,保持试样温度在 20℃,待其静置后,再轻轻按下少许,然后待其自然上升,静置并无气泡冒出后,从水平位置观察与液面相交处的刻度,即为试样的相对密度。

说明:①该法操作简便迅速,但准确性差,需要样液量多,且不适用于极易挥发的试样;②操作时应注意待测液中不得有气泡;③读数时应以密度计与液体形成的弯月面的下缘为准。若液体颜色较深,不易看清弯月面下缘时,则以弯月面上缘为准。

任务 1.2 折射率的测定



知识准备

一、折射率

光线从一种介质(如空气)射到另一种介质(如水)时,除了一部分光线反射回第一种介质外,另一部分光线则进入第二种介质中并改变它的传播方向,这种现象叫光的折射。对某种介质来说,入射角正弦与折射角正弦之比恒为定值,此值称为该介质的折射率。

折射率是物质的特征常数之一,每一种均匀液体物质都有其固定的折射率。折射率的大小取决于入射光的波长、介质的温度和溶液的浓度。对于同一种物质,其浓度不同时,折射率也不相同。因此,根据折射率可以确定物质的浓度。

二、测定折射率的意义

折射率是食品生产中常用的工艺控制指标,通过测定液态食品的折射率,可以确定食品的浓度,鉴别食品的组成,判断食品的纯净程度及品质。

蔗糖溶液的折射率随浓度的增大而升高,通过测定折射率可以确定糖液的浓度及含糖饮料、糖水罐头等食品的糖度,还可以测定以糖为主要成分的果汁、蜂蜜等食品的可溶性固形物含量。每种脂肪酸均有其特定的折射率。含碳原子数目相同时,不饱和脂肪酸的折射率比饱和脂肪酸的折射率大得多;不饱和脂肪酸相对分子质量越大,折射率越大;油脂酸度越高,折射率越小。因此测定折射率可以用来鉴别油脂的组成和品质。

正常情况下,某些液态食品的折射率有一定的范围,如芝麻油的折射率为 1.4692~1.4791(20℃),蜂蜡的折射率为 1.4410~1.4430(75℃)。当这些液态食品由于掺杂或品种改变等原因引起食品的品质发生改变时,折射率常常会发生变化,故测定折射率可以初步对食品进行定性,以判断食品是否变质。

必须指出的是,折射法测得的只是可溶性固形物含量,因为固体粒子不能在折射仪上反映出它的折射率。含有不溶性固形物的试样,不能用折射法直接测出总固形物。但对于番茄酱、果酱等个别食品,可通过折射法测定其可溶性固形物含量后,再查特制的经验表得到总固形物含量。

三、常用的折射仪

测定物质折射率的仪器称为折射仪,其种类很多,食品工业中最常用的是阿贝折射仪和手提式折射仪。

1. 阿贝折射仪

(1) 阿贝折射仪的结构及原理

阿贝折射仪的结构如图 1-4 所示,其光学系统由观测系统和读数系统两部分组成,如

图 1-5 所示。

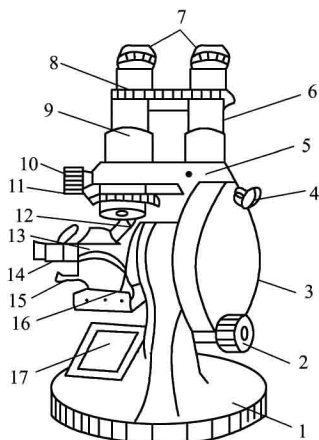


图 1-4 阿贝折射仪的结构

1—底座;2—棱镜调节旋钮;3—圆盘组(内有刻度盘);
4—小反光镜;5—支架;6—读数镜筒;7—目镜;
8—观测镜筒;9—分界线调节旋钮;10—消色调节旋钮;
11—色散刻度尺;12—棱镜锁紧扳手;13—棱镜组;
14—温度计插座;15—恒温计接头;16—主轴;17—反光镜

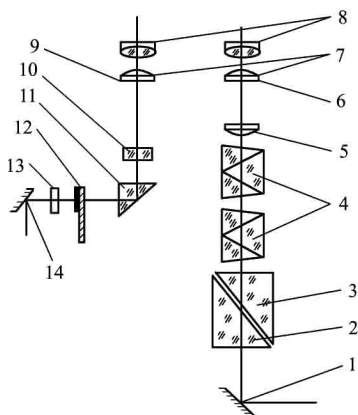


图 1-5 阿贝折射仪光学系统示意图

1—反光镜;2—进光棱镜;3—折射棱镜;
4—色散补偿器;5—物镜;6—分划板;
7、8—目镜;9—分划板;10—物镜;
11—转向棱镜;12—刻度盘;13—毛玻璃;
14—小反光镜

观测系统:光线由反光镜反射,经进光棱镜、折射棱镜及其间的样液薄层折射后射出,再经色散补偿器消除由折射棱镜及被测试样所产生的色散,然后由物镜将明暗分界线成像于分划板上,经目镜放大后成像于观测者眼中。

读数系统:光线由小反光镜反射,经毛玻璃射到刻度盘上,经转向棱镜及物镜将刻度成像于分划板上,通过目镜放大后成像于观测者眼中。当旋动旋钮时,使棱镜摆动,视野内明暗分界线通过十字交叉点,表示光线从棱镜入射角达到了临界角。当测定样液浓度不同时,折射率也不同,故临界角的数值亦有不同。在读数镜筒中即可读取折射率 n ,或糖液浓度,或固形物的含量。

(2) 使用方法

① 准备

将阿贝折射仪安放在光亮处,但应避免阳光的直接照射,以免液体试样受热迅速蒸发。将超级恒温槽与其相连接使恒温水通入棱镜夹套内,使折射仪棱镜的温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

② 校正

对于低刻度值部分,可在一定温度下用蒸馏水进行校正。校正时,打开折射仪的进光棱镜和折射棱镜,用蒸馏水洗净并用滤纸吸干,然后用玻璃棒滴 $1\sim 2$ 滴蒸馏水于进光棱镜的镜面中央,将两棱镜闭合,旋转棱镜转动手轮,使读数镜内刻度指示于水的折射率,再调节分界线调节旋钮,使明暗分界线恰好通过十字线交叉点。

对于高刻度值部分,可用具有一定折射率的标准玻璃块(仪器附件)校准。方法是打开进光棱镜,在校准玻璃块的抛光面上滴 1 滴溴化萘,将其粘在折射棱镜表面上,使标准

玻璃块抛光的一端向下,以接受光线。旋转棱镜转动手轮,使读数镜内的刻度值等于标准折射玻璃块上注明的折射率,然后调节分界线调节旋钮,使明暗分界线和十字线交点相合。

校正完毕,在以后测定过程中分界线调节旋钮不允许再动。

③ 试样测量

以脱脂棉球蘸取乙醇或丙酮擦净棱镜表面,待镜面洗净干燥后,用滴管滴加 1 滴~2 滴样液于棱镜中央,立即闭合上下两块棱镜,对准光源,转动消色调节旋钮,使视野分出明暗两部分,再转动棱镜旋钮,使明暗分界线恰在物镜的十字线交叉点,从读数镜筒中读取折射率或质量分数,并记录测定时的温度。

④ 测定结束

测定完毕后,打开棱镜,用水、乙醇或乙醚擦净棱镜表面及其他各机件。在测定水溶性试样后,用脱脂棉吸水洗净,若为油类试样,须用乙醇或乙醚、二甲苯等擦拭。

2. 手提式折射仪

手提式折射仪是一种常用于测量蔗糖浓度的专用折射计,所测得的蔗糖浓度也称为折射锤度。

手提式折射仪由一个棱镜、一个盖板及一个观测镜筒组成,如图 1-6 所示。手提式折射仪的光路采用反射光测定,其光学原理与阿贝折射仪相同,测定范围通常为 0%~90%,其刻度标准温度为 20℃,若测量是在非标准温度下,则需进行温度校正。该仪器操作简单,便于携带,常用于生产现场检验。

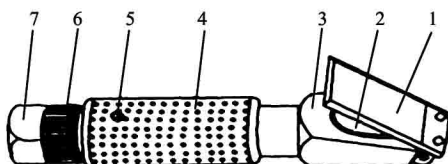


图 1-6 手提式折射仪

1—盖板;2—检测棱镜;3—棱镜座;4—望远镜筒和外套;
5—调节螺丝;6—视度调节圈;7—目镜



任务实施

食品折射率的测定

植物油折射率的测定

参照 GB/T 5527—1985 的方法测定。

1. 仪器和用具

1.1 阿贝折射仪。

1.2 小烧杯。

1.3 玻璃棒:一头烧成圆形。