



普通高等教育食品科学与工程类“十二五”规划实验教材

FOOD CHEMISTRY

EXPERIMENTS



食品化学实验

庞杰 敬璞◎主编

中国林业出版社

普通高等教育食品科学与工程类“十二五”规划实验教材

食品化学实验

庞杰 敬璞 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本教材重点在于观察分析食品成分在加工、贮藏过程中的化学、物理变化。在实验层次设计上,本教材按照培养创新人才实验的形成创新“基于竞赛、培养能力”的实践教学教材体系,培养学生的实践创新能力要求,设计了3个层次的实验内容,即基础实验、理论验证性实验、探索性综合实验。基础实验是针对未开展分析类实验课程的学生设计的一些基础分析类教学实验。理论验证性实验是保持原有食品化学实验课程中与食品化学理论教学联系紧密的课堂教学内容验证性实验。探索性综合实验在理论教学的基础上,深化或应用理论教学的知识,加强理论知识融和,并提高学生自身能力、培养团队精神和创新能力以便确立“需求导向、思维创新、素质拓展”的人才培养方向。此外,为配合相关实验的开展,相关仪器的原理、操作与维护等知识将在附录里详细介绍。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学实验/庞杰,敬璞主编. —北京:中国林业出版社,2014.9

普通高等教育食品科学与工程类“十二五”规划实验教材

ISBN 978-7-5038-7642-4

I. ①食… II. ①庞… ②敬… 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(2014)第214112号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑:高红岩

电话:83221489

传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2014年9月第1版

印 次 2014年9月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.25

字 数 190千字

定 价 16.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

普通高等教育食品科学与工程类“十二五”规划实验教材

编写指导委员会

主任 罗云波（中国农业大学食品科学与营养工程学院，教授）

委员（按拼音排序）

陈宗道（西南大学食品科学学院，教授）

程建军（东北农业大学食品学院，教授）

迟玉杰（东北农业大学食品学院，教授）

江连洲（东北农业大学食品学院，教授）

李洪军（西南大学食品科学学院，教授）

李里特（中国农业大学食品科学与营养工程学院，教授）

廖小军（中国农业大学食品科学与营养工程学院，教授）

任发政（中国农业大学食品科学与营养工程学院，教授）

赵国华（西南大学食品科学学院，教授）

赵新淮（东北农业大学食品学院，教授）

《食品化学实验》编写人员

主 编 庞 杰 敬 璞

副 主 编 王 军 王喜波 王雅立 温成荣

参编人员 (按拼音顺序)

陈继承 (福建农林大学)

冯一兵 (东北农业大学)

郭 娟 (广东药学院)

何明祥 (福州市工业产品生产许可证审查技术中心)

敬 璞 (上海交通大学)

李美英 (华南农业大学)

梁文娟 (云南农业大学)

林慧敏 (浙江海洋学院)

刘晓丽 (广东工业大学)

庞 杰 (福建农林大学)

王洪伟 (西南大学)

王 军 (中国农业大学)

王丽霞 (闽南师范大学)

王喜波 (东北农业大学)

王雅立 (福建中医药大学)

温成荣 (大连工业大学)

吴先辉 (宁德职业技术学院)

张甫生 (西南大学)

张 辉 (浙江大学)

前 言

食品化学是食品科学与工程专业一门实验性和应用性很强的专业基础课。食品化学实验课程是针对教学课堂讲授的理论知识部分通过实验的形式进行研究和验证。目前,我国很多大学的食品化学实验参照了食品分析实验课程的内容,不能充分体现食品化学实验的内涵,弱化了食品化学实验课的重要性。食品化学和食品分析重要区别在于,食品化学侧重分析食品加工贮藏中的化学变化及引起变化的原因,而食品分析强调的是食品物质的分析方法和手段。

本教材作为“普通高等教育食品科学与工程类‘十二五’规划实验教材”中的一种,在许多同行老师、专家的关心和帮助下,在中国林业出版社的大力支持下,终于出版发行。设计这本实验教材的目的是通过分析食品加工贮藏中的化学变化及引起变化的原因,验证理论课所阐述的食品化学原理。食品化学基础实验是为学生提供一个分析方法和手段;而食品化学理论验证性实验可使学生在实验中更加清楚、直观地认识到食品成分在加工、贮藏过程中的改变以及最终对食品品质的影响;探索性综合实验则可使学生熟悉报道有关食品研究的主要文献刊物,且更加熟悉实验方案设计、执行和报告总结。

本教材由福建农林大学庞杰、上海交通大学敬璞任主编,中国农业大学王军、东北农业大学王喜波、福建中医药大学王雅立、大连工业大学温成荣任副主编。参加编写的有:福州市工业产品生产许可证审查技术中心何明祥、福建农林大学陈继承、东北农业大学冯一兵、西南大学张甫生、浙江海洋学院林慧敏、西南大学王洪伟、闽南师范大学王丽霞、华南农业大学李美英、广东工业大学刘晓丽、宁德职业技术学院吴先辉、浙江大学张辉、云南农业大学梁文娟、广东药学院郭娟。

《食品化学实验》正式出版的实验教材比较少。实验教学是食品化学课程重要的环节之一。我们感到有必要出版一本与之配套的实验教材,本教材主要是在福建农林大学、上海交通大学、中国农业大学、东北农业大学、西南大学、福州市工业产品生产许可证审查技术中心等《食品化学实验》多年讲义的基础上扩展补充而成,其中许多内容也是长期的教学工作实践经验总结。教材把实验与加工进行结合,有较强的实用性和先进性。本教材可供高等院校食品科学与工程类和商品检验、农副产品加工等专业作为《食品化学》课程的配套实验教材,也可供食品卫生检验、食品质量监督、各类食品企业等单位的有关技术人员参考。

本教材在编写过程中得到了许多人员的支持和帮助,限于编者的水平及时间关系,书中的不妥及错误之处,恳请读者批评指正。

编者
2014年3月

目 录

前 言

实验室须知.....	(1)
------------	-----

食品评价	(9)
------------	-----

第1篇 基础实验.....	(13)
---------------	------

实验1 水分含量和水分活度关系	(15)
-----------------------	------

实验2 pH值和酸度	(20)
------------------	------

实验3 还原糖的检测	(23)
------------------	------

实验4 油脂过氧化值、碘值、酸价分析	(25)
--------------------------	------

实验5 维生素C含量分析	(30)
--------------------	------

实验6 淀粉的糊化温度测定	(33)
---------------------	------

实验7 酶活力测定	(35)
-----------------	------

实验8 食品流变性和质构测定	(37)
----------------------	------

第2篇 理论验证性实验

——食品成分在加工、贮藏过程中的变化	(41)
--------------------------	------

——加工、贮藏中引起色变的化学基础

实验9 非酶褐变——美拉德反应及影响因素	(43)
----------------------------	------

实验10 淀粉酶酶促反应影响因素分析	(45)
--------------------------	------

实验11 漂烫和pH值对果蔬的色变影响	(48)
---------------------------	------

实验12 猪肉肌红蛋白颜色变化影响因素分析	(49)
-----------------------------	------

加工、贮藏对食品主要成分物性的影响

实验13 淀粉的微观结构与凝胶	(51)
-----------------------	------

实验14 脂肪的乳化能力	(54)
--------------------	------

实验15 脂肪的可塑性	(56)
-------------------	------

实验16 温度、食品其他成分对蛋白质起泡性的影响	(58)
--------------------------------	------

实验17 pH值、蔗糖浓度等对蛋白质凝胶作用的影响	(61)
---------------------------------	------

实验18 pH值、磷酸盐对肌肉蛋白质水合能力的影响作用	(63)
-----------------------------------	------

实验 19	面筋的制备	(65)
实验 20	高甲氧基果胶酯化度的测定	(67)

加工、贮藏中引起气味变化的化学基础

实验 21	热加工方式制备烘焙糕点	(69)
实验 22	抗氧化剂对油脂氧化酸败的影响	(71)
实验 23	氨基酸种类对美拉德反应风味和颜色的影响	(73)

第3篇 探索性综合实验

实验 24	热烫处理对过氧化物酶活力以及对色泽、维生素 C 保存的影响	(77)
实验 25	玉米淀粉的糖化程度对其甜度、黏度的影响	(81)
实验 26	市场上中、西式糕点及珍珠奶茶等 5 种食品配方 (标签) 与反式脂肪 酸含量调查研究	(85)
实验 27	曲奇饼干配方对其质构和口感的影响	(90)

附录 1	食品化学常用仪器	(94)
------	----------------	------

附录 2	常用标准滴定溶液	(102)
------	----------------	-------

附录 3	常用洗涤液的配制和使用方法	(112)
------	---------------------	-------

附录 4	常用数据表	(113)
------	-------------	-------

实验室须知

一、实验室安全与防护

在食品化学实验室中,会接触毒性很强、有腐蚀性、易燃易爆的化学药品,并且使用易碎的玻璃和瓷质器皿,以及时常在高温、高压等特殊的环境下进行工作,因此,必须十分重视安全工作。

①实验前应了解煤气总阀门、水阀门及电闸所在处。离开实验室时,一定要将室内检查一遍,将水、电、煤气的开关关好,门窗锁好。

②使用电器设备(如烘箱、恒温水浴箱、离心机、电炉等)时,严防触电;绝不可用湿手或在眼睛旁视时开关电闸和电器开关。应该用试电笔检查电器设备是否漏电,凡是漏电的仪器,一律不能使用。

③使用浓酸、浓碱时,必须极为小心地操作,防止溅出。用移液管量取这些试剂时,必须使用洗耳球。若不慎溅在实验台或地面上,必须及时用湿抹布擦洗干净。如果触及皮肤应立即治疗。

④使用可燃物,特别是易燃物(如乙醚、丙酮、乙醇、苯、金属钠等)时,应特别小心。不要大量放在桌上,更不要放在靠近火焰处。只有在远离火源时,或将火焰熄灭后,才可大量倾倒易燃液体。低沸点的有机溶剂不可在火上直接加热,只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。如果不慎倾出了相当量的易燃液体,则应按下法处理:立即关闭室内所有的火源和电加热器;关门,开启小窗及窗户;用毛巾或抹布擦拭洒出的液体,并将液体拧到大的容器中,然后再倒入带塞的玻璃瓶中。

⑤用油浴操作时,应小心加热,不断用温度计测量,不要使温度超过油的燃烧温度。

⑥易燃和易爆炸物质的残渣(如金属钠、白磷、火柴头)不得倒入污物桶或水槽中,应收集在指定的容器内。

⑦废液,特别是强酸和强碱,不能直接倒在水槽中,应先稀释,然后倒入水槽,再用大量自来水冲洗水槽及下水道。

⑧毒物应按实验室的规定办理审批手续后领取,使用时严格操作,用后妥善处理。

二、毒性化学药品分类及废液收集和处理方式

(一)毒性化学药品分类

1. 致癌物质

黄曲霉毒素 B₁、亚硝胺、3,4-苯并芘、2-乙酰氨基酸、4-氨基联苯、联苯胺及其盐类、3,3-二氯联苯胺、4-二甲基氨偶氮苯、1-萘胺、2-萘胺、4-硝基联苯、N-亚硝基

二甲胺、 β -丙内酯、4, 4-亚甲基(双)-2-氯苯胺、1-氮杂环丙烷、氯甲甲醚、二硝基萘、羧基镍、氯乙烯、二氯甲醚等。

2. 剧毒物质

六氯苯、羧基铁、氰化钠、氢氟酸、氯化氰、氯化汞、氢氰酸、砷酸汞、汞蒸气、砷化氢、光气、氟光气、磷化氢、三氧化二砷、有机砷化物、有机磷化物、有机氟化物、有机硼化物、铍及其化合物、丙烯腈、乙腈等。

3. 高毒物质

氰化钠、对二氯苯、甲基丙烯腈、丙酮氰醇、二氯乙烷、三氯乙烷、偶氮二异丁腈、黄磷、三氯氧磷、五氯化磷、三氯化磷、五氯化二磷、三氯甲烷、溴甲烷、二乙烯酮、氯化亚氮、铊化合物、四乙基铅、四乙基锡、三氯化铋、溴水、氯气、三氧化二钒、二氧化锰、二氯硅烷、三氯甲硅烷、苯胺、硫化氢、硼烷、氯化氢、氟乙酸、丙烯醛、乙烯酮、氟乙酰胺、碘乙酸乙酯、溴乙酸、乙酯、氯乙酸乙酯、有机氰化物、芳香胺、叠氮钠、砷化钠等。

4. 中毒物质

苯、四氯化碳、三氯硝基甲烷、乙烯吡啶、三硝基甲苯、五氯酚钠、硫酸、砷化镓、丙烯酰胺、环氧乙烷、环氧氯丙烷、烯丙醇、二氯丙醇、糖醛、三氯化硼、四氯化硅、硫酸镉、氧化镉、硝酸、甲醛、甲醇、肼(联氨)、二硫化碳、甲苯、二甲苯、一氧化碳、一氧化氮等。

5. 低毒物质

三氯化铝、钼酸胺、间苯二胺、正丁醇、叔丁醇、乙二醇、丙烯酸、甲基丙烯酸、顺丁烯二酸酐、二甲基酰胺、己内酰胺、亚铁氰化钾、铁氰化钾、氨及氢氧化胺、四氯化锡、氯化锆、对氯苯氨、硝基苯、三硝基甲苯、对硝基氯苯、二苯甲烷、苯乙烯、二乙烯苯、邻苯二甲酸、四氢呋喃、吡啶、三苯基磷、烷基铝、苯酚、三硝基酚、对苯二酚、丁二烯、异戊二烯、氢氧化钾、盐酸、氯磺甲、乙醚、丙酮等。

(二) 毒性化学药品废液收集和处理方式

①对实验室废液应根据其性质选择适宜的有明显标记的容器和存放地点，密闭保存，最好用棕色的大容量试剂瓶。禁止混装于同一容器，以免发生化学反应产生有毒气体或发生燃烧、爆炸等危险。

②对遇水、光、空气、酸、碱等易反应的废液，应在隔绝相应条件下收集和存放。

③废液处理应首选回收再利用，其次是利用废液相互反应产生有用化合物的综合利用或无害化合物的以废治废的处理方法。

④实验室有毒废液应由专人负责分类收集、集中管理。利用必要的设备和有效方法，专人负责集中处置、回收利用或综合利用，确保有毒废液资源化、无害化处理。

三、化学废液分类处理

食品化学实验室产生的废液包括有机废液和无机废液。在大多数情况下，实验室中的有机试剂并不直接参与发生反应，均以各种形式排放到周边的环境中，排放量十分可

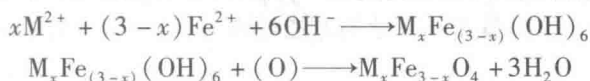
观。有机废液包括一些剧毒的有机物,如农药、苯并(α)芘、黄曲霉毒素、亚硝胺等。无机废液包括强酸、强碱、重金属、氰化物等,其中,汞、砷、铅、镉、铬等重金属的毒性不仅强,且在人体中有蓄积性。

(一)食品化学实验室无机废液的处理

食品化学实验室无机废液处理时应注意:废液中不得包含阻碍处理的有机化合物;不得包含沉淀、悬浮颗粒和金属汞;不得包含铍、硒、铊和钋;物质自身或混合后没有引发自燃或爆炸的可能性。由于实验室废液的无机成分简单、种类多、数量少,通常采用化学处理法。化学处理法就是利用化学反应的作用来分离、回收废液中各种形态的污染物。以下是常见无机废液的处理法。

1. 含重金属的废液

一般含重金属 M (Cu 、 Zn 、 Cd 、 Cr 等)无机废液处理都是铁氧化反应法。



2. 含汞、砷、锑、铋等离子的废液

控制溶液酸度为 0.3mol/L H^{+} , 再与硫化物形成沉淀,形成的废渣量小用水冲走,量大则深坑埋掉。汞盐用亚硫酸钠还原成亚汞,沉淀出氯化亚汞,量小冲走,量大深埋。砷化物先加大量石灰沉淀出砷酸钙,用水稀释冲走。

3. 含氟废液

加入石灰使生成氟化钙沉淀废渣,量小用水冲走,量大则深坑埋掉。

4. 含氰废液

氰化物先用氧化剂氧化成氰酸盐。常用的氧化剂有漂白粉、氯气、高锰酸钾等,作用 24h 后排放。(注意:含氰废液应先加入氢氧化钠保持 pH 10 以上。)

5. 无机酸类废液

无机酸类废液以过量的碳酸钠或氢氧化钙的水溶液中和或用废碱中和,中和后用大量水冲稀排放。例如,草酸可在硫酸中用高锰酸钾氧化;氢氟酸需在安全的地方打碎瓶子,用碳酸钙小心中和,然后用大量水冲走。

6. 过氧化苯甲酰等过氧化物废液

分批加入氢氧化钠中搅拌。待变稠以后,加水冲稀排放。自燃物、缓慢燃烧的过氧化物需小心分散于盘中,在空旷地上燃烧。

7. 综合废液

互不作用的废液可用铁粉处理。调节废液 pH 在 3~4,加入铁粉搅拌 30min,用碱调节 pH 9 左右,搅拌 10min,加入高分子混凝剂沉淀,清液可排放,沉淀物作为废渣处理。

(二)食品化学实验室有机废液的处理

食品化学实验室有机废液的处理方法主要有焚烧法、溶剂萃取法、吸附法、氧化分解法等。实验室能够自行处理的可自行回收处理,不能自行处理的可定期交到环保部门

统一处理。

1. 焚烧法

采用焚烧法处理有机溶剂是将废液加入燃烧器中燃烧后产生 CO_2 、 H_2O 、 NO_2 、 SO_2 、 HCl 等气体,再用氢氧化钠中和这些气体进行处理。

2. 溶剂萃取法

对含水的低浓度废液,用与水不相混合的正己烷之类挥发性溶剂进行萃取,分离出溶剂层后进行焚烧。再用吹入空气的方法,将水层中的溶剂吹出。

3. 吸附法

用活性炭、硅藻土、矾土层片状织物、聚丙烯聚酯片、氨基甲酸乙酯、泡沫塑料、稻草屑及锯末之类能良好吸附溶剂的物质进行吸附,然后与吸附剂一起焚烧。

4. 氧化分解法

对易氧化分解的含水的低浓度有机废液,加氧化剂(漂白粉、高锰酸钾、废铬酸混液等)将其氧化分解,然后按无机废液的方法处理。

四、实验数据的整理

实验中获得的数据,是用以分析、判断、计算,进而“加工”(归纳、总结)出实验结论的第一手资料。实验数据的基本特点:①总是以有限次数给出,并具有一定的波动性;②总存在误差,且是综合性的,即随机误差、系统误差、过失误差同时存在;③数据大多具有一定的统计规律性。实验数据是否准确、可靠、完备,对于实验结论有着重大影响,因此实验获得的大量数据,必须经过归纳整理,才能得出研究变量之间的规律和关系。

(一)可疑数据的处理

1. 实验中的可疑值

在实际分析测试中,由于随机误差的存在,使得多次重复测定的数据存在一定的离散性。并且经常发现一组测定值中,某一两个测定值比其余测定值明显偏大或偏小,这样的测定值为可疑值。可疑值分为两种:第一种为极值,该测定值虽然明显偏离其余测定值,但仍然处于统计上所允许的合理误差范围内,与其余测定值属同一总体。极值是一个好值,必须保留。第二种是异常值或界外值,与其余测定值不属于同一总体,应淘汰不用。对于可疑值,必须首先从技术上设法弄清楚其出现的原因。若查明是由实验技术上的失误引起的,不管其是否为异常值,都应舍弃,而不必进行统计检验。但是,对于那些未能从技术上找出其出现原因的,此时既不能轻率保留,也不能随意舍弃,应进行统计检验,以便从统计上判断其是否为异常值。

2. 舍弃异常值的依据

判定可疑值是极值还是异常值,实际上就是区分随机误差和过失误差。因为随机误差遵从正态分布的统计规律,从统计规律来看,单次测定值出现在 $\mu \pm 2\sigma$ (σ 为标准差)之间的概率为 95.5%,也就是说偏差 $> 2\sigma$ 的测定值出现的概率仅为约 0.5%,偏差 $>$

3σ 的概率只有 0.3%。所以,在有限的测定中出现偏差很大的测定值时,就不能简单地看作是由随机误差引起的,只能作为与其他测定值来源不同的总体的异常值而舍弃它。并将 2σ 和 3σ 称为系统上允许的合理范围,即临界值。 2σ 和 3σ 也就是异常值的取舍依据。

(二)有效数字的修约

数字修约是指在进行具体的数字运算前,按照一定的规则确定一致的位数,然后舍去某些数字后面多余的尾数的过程。指导数字修约的具体规则,被称为“数字修约规则”。有效数字的修约可参照国家标准 GB 8170—1987《数字修约规则》。现在被广泛使用的数字修约规则主要有:四舍五入规则和四舍六入五留双规则。

1. 四舍五入规则

四舍五入规则是人们习惯采用的一种数字修约规则。四舍五入规则的具体使用方法是:在需要保留有效数字的位次后一位,逢五就进,逢四就舍。

例如,将数字 2.187 5 精确保留到千分位(小数点后第三位),因小数点后第四位数字为 5,按照此规则,应向前一位进一,所以结果为 2.188。同理,将下列数字,全部修约为四位有效数字,结果为:

0.536 64—0.536 6	0.583 46—0.583 5
10.275 0—10.28	16.405 0—16.41
18.065 01—18.07	27.185 0—27.19

又例如将数字精确保留到个位数,7.6 会进为 8,而 7.3 会舍为 7,可以取到与该数最接近的整数。

按照四舍五入规则进行数字修约时,应一次修约到指定的位数,不可以进行数次修约,否则将有可能得到错误的结果。例如,将数字 15.456 5 修约为两位有效数字时,应一步到位:15.456 5—15(正确)。如果分步修约将得到错误的结果:15.456 5—15.457—15.46—15.5—16(错误)。

2. 四舍六入五留双规则

为了避免四舍五入规则造成的结果偏高、误差偏大的现象出现,一般采用四舍六入五留双规则,具体来说四舍六入逢五无后则留双。

四舍六入五留双规则的具体方法如下。

①当尾数小于或等于 4 时,直接将尾数舍去。

例如,将下列数字全部修约为四位有效数字,结果为:

0.536 64—0.536 6	0.583 44—0.583 4
10.273 1—10.27	16.400 5—16.40
18.504 9—18.50	27.182 9—27.18

②当尾数大于或等于 6 时,将尾数舍去并向前一位进位。

例如,将下列数字全部修约为四位有效数字,结果为:

0.536 66—0.536 7

0.583 87—0.583 9

8.317 6—8.318

10.295 01—10.30

16.777 7—16.78

21.019 1—21.02

③当尾数为5,而尾数后面的数字均为0时,应看尾数“5”的前一位:若前一位数字此时为奇数,就应向前进一位;若前一位数字此时为偶数,则应将尾数舍去。数字“0”在此时应被视为偶数。

例如,将下列数字全部修约为四位有效数字,结果为:

0.153 050—0.153 0

0.153 750—0.153 8

12.645 0—12.64

12.735 0—12.74

18.275 0—18.28

21.845 000—21.84

④当尾数为5,而尾数“5”的后面还有任何不是0的数字时,无论前一位在此时为奇数还是偶数,也无论“5”后面不为0的数字在哪一位上,都应向前进一位。

例如,将下列数字全部修约为四位有效数字,结果为:

0.326 552—0.326 6

12.645 01—12.65

12.735 07—12.74

18.275 09—18.28

21.845 02—21.85

38.305 000 001—38.31

按照四舍六入五留双规则进行数字修约时,也应像四舍五入规则那样,一次性修约到指定的位数,不可以进行数次修约,否则得到的结果也有可能是错误的。例如,将数字10.274 994 500 1修约为四位有效数字时,应一步到位:10.274 994 500 1—10.27(正确)。如果按照四舍六入五留双规则分步修约将得到错误结果:10.274 994 500 1—10.274 995—10.275—10.28(错误)。

五、实验报告撰写

实验报告包括在实验室中进行科学研究过程中根据实际情况直接记录或统计形成的各种数据、文字、图表、图片、照片、声像等原始资料,这些资料可通过应用实验、观察、调查或资料分析等方法获得。实验报告应反映实验中的真实情况。

1. 实验报告的基本内容

实验报告应含有下列主要内容:实验名称、实验内容、实验日期、实验条件、实验材料、实验过程、实验结果、实验结论及实验记录人员签名。

①实验名称:本次实验的名称。

②实验内容:本次实验具体要做的内容。

③实验日期:本次实验的年、月、日。

④实验条件:实验室的温度、湿度等信息。可并入实验过程中。

⑤实验材料:实验过程中用到的试剂和仪器。亦可并入实验过程中。

⑥实验过程:详细记录本次实验过程中所出现的具体情况及所观察到的反应过程。需保留所有的原始记录于实验记录本上。此实验过程应反映出本次检验的最原始的数据。

⑦实验结果：检验所获得的实验数据及反应现象。

⑧实验讨论：对本次实验结果进行分析、讨论，并得出结论。

⑨实验记录人员签名。

2. 实验报告的基本要求

①实验记录必须用统一格式的带有页码编号的专用实验记录本记录。

②实验记录本或记录纸应保持完整。

③实验记录应用字规范，须用蓝色或黑色的钢笔或签字笔书写。不得使用铅笔或其他易褪色的书写工具书写。实验记录应使用规范的专业术语，计量单位应采用国际标准计量单位，有效数字的取舍应符合实验要求；常用的外文缩写(包括实验试剂的外文缩写)应符合规范，首次出现时必须用中文加以注释；属外文译文的应注明其外文全名称。

④实验记录不得随意删除、修改或增减数据。如必须修改，须在修改处划一斜线，不可完全涂黑，保证修改前记录能够辨认，并应由修改人签字或盖章，注明修改时间。

⑤计算机、自动记录仪器打印的图表和数据资料等应按顺序粘贴在记录纸的相应位置上，并在相应处注明实验日期和时间；不宜粘贴的，可另行整理装订成册并加以编号，同时在记录本相应处注明，以便查对；底片、磁盘文件、声像资料等特殊记录应装在统一制作的资料袋内或储存在统一的存储设备里，编号后另行保存。

⑥实验记录必须做到及时、真实、准确、完整，防止漏记和随意涂改。严禁伪造和编造数据。

⑦实验记录应妥善保存，避免水浸、墨污、卷边，保持整洁、完好、无破损、不丢失。

⑧对环境条件敏感的实验，应记录当天的天气情况和实验的环境条件(如光照、通风、洁净度、温度及湿度等)。

⑨实验过程中应详细记录实验过程中的具体操作，观察到的现象，异常现象的处理，产生异常现象的可能原因及影响因素的分析等。

⑩实验记录中应记录所有参加实验的人员；每次实验结束后，应由实验记录者签名。

六、综合实验分析方法的分类和选择

(一) 实验分析方法的分类

1. 定性分析和定量分析

定性分析的任务是鉴定物质是由哪些元素或化合物所组成的；定量分析的任务则是测定物质中有关组成的含量。

2. 常量分析、半微量分析和微量分析

根据试样的用量及操作方法不同，可分为常量、半微量和微量分析。在无机定性化学分析中，一般采用半微量分析操作法，而在经典定量化学分析中，一般采用常量分析操作法。另外，根据被测组分的质量分数，通常又粗略分为常量(大于1%)、微量

(0.01% ~ 1%) 和痕量(小于 0.01%)成分的分析。

3. 化学分析和仪器分析

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。化学分析历史悠久,是分析化学的基础,所以又称为经典化学分析法。主要的化学分析方法有以下 3 种。

(1) 重量分析法 通常是通过物理或化学反应将试样中待测组分与其他组分分离,以称量的方法称得待测组分本身或含有待测组分的具有确定组成的化合物的质量,计算出待测组分在试样中的含量。重量分析法的基本操作,包括样品的溶解、沉淀、过滤、洗涤、干燥和灼烧等步骤。

(2) 滴定分析法 是以化学反应为基础的分析方法。通常用于测定常量组分,准确度较高,在一般情况下,测定的误差不大于 0.2%,且操作简便,快速,使用仪器简单、价格便宜,因此具有较高的使用价值。

(3) 仪器分析法 以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法称为物理和物理化学分析法。由于这类方法都需要较特殊的仪器,故一般又称为仪器分析法。仪器分析法有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法和放射化学分析法等。在食品化学分析中常用的仪器分析有紫外分光光度法、原子吸收分光光度法、高效液相色谱分析法、气相色谱分析法、X 射线荧光光谱分析法等。

(二) 实验分析方法的选择

实验中可按以下步骤对分析方法进行选择:

① 实验前详细查阅资料、文献并参考类似研究所用的实验方法以确定实验分析方法。

② 根据待测物质的含量范围、含有的杂质并分析可能存在的干扰,对分析方法进行选择。

③ 根据实验室的实际条件(现有的设备、试剂等)选用合适的分析方法。

④ 确定分析方法后要考察所选用分析方法的适用性。可参照 GB/T 6379《测量方法与结果的准确度(正确度与精密度)》的基本原则,分析方法应符合实验所需的精密度、准确度等的要求。

【思考题】

1. 实验室废液为什么要进行处理? 处理的方法有哪些?
2. 实验数据为什么要进行整理? 整理方法有哪些?
3. 综合实验分析的方法有哪些?

参考文献

杨剑. 2011. 检测实验室管理[M]. 北京: 中国轻工业出版社.

赵华绒, 方文军, 王国平. 2013. 化学实验室安全与环保手册[M]. 北京: 化学工业出版社.

食品评价

一、食品的分散体系

一种物质或者几种物质高度分散到另一种物质(称为分散介质)中所形成的体系叫作分散体系。被分散的物质叫作分散相,而连续的介质为分散介质。分散程度的大小是表征分散体系特性的重要依据,所以食品的分散体系通常按分散程度的不同可分成3类:粗分散体系、胶体分散体系和分子或离子分散体系。

(1)粗分散体系 颗粒大小 $>1 \times 10^{-7} \text{m}$, 其分散质常为分子的大聚集体,如乳浊液和悬浊液。

(2)胶体分散体系 颗粒大小为 $10^{-7} \sim 10^{-9} \text{m}$ 。

(3)分子或离子分散体系 颗粒大小 $<1 \times 10^{-9} \text{m}$, 分散程度达到分子或离子大小的单相状态。

如果分散介质是液态的,则叫作液态分散体系,在食品化学反应中此类分散体系最为常见和重要,水溶液、悬浊液和乳浊液都属液态分散体系。水溶液、悬浊液和乳浊液中分散相粒子的线性大小(近似其直径大小)没有绝对的界限。一般地说,分散相的粒子的线性大小小于 10^{-9}m 时是溶液,溶液里的粒子实际上处于分子、离子或水合分子、水合离子的状态。分散相的粒子的线性大小在 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{m}$ 之间的是胶体(一些有机物的水溶液,如淀粉溶液,实际上是胶体)。分散相的粒子的线性大小在 $10^{-7} \sim 10^{-3} \text{m}$ 之间的是悬浊液或乳浊液。在分散体系中,分散相的颗粒大小有所不同,分散体系的性质也随之改变,溶液、胶体和悬(乳)浊液各具有不同的特性。

二、颜色

食品的颜色是人的感官评价食品品质的一个重要因素。不同的食品显示着各不相同的颜色。例如菠菜的绿色、苹果的红色、胡萝卜的橙红色等,这些颜色是食品中原来固有的。不同种食品中含有不同的有机物,这些有机物又吸收了不同波长的光。如果有有机物吸收的是可见光区域内的某些波长的光,那么这些有机物就会呈现各自的颜色,这种颜色是由未被吸收的光波所反映出来的。如果有有机物吸收的光波长在可见光区域以外,那么这种有机物则是无色的。自然光是由不同波长的光组成的,波长在 $400 \sim 800 \text{nm}$ 之间的光为可见光,而波长在小于 400nm 和大于 800nm 区域的光为不可见光。在可见光区域内,不同波长的光显示的颜色也不同。食品的颜色是因含有某种色素,能从太阳光的白色光中进行选择性吸收,余下的则为反射光。故在 800nm (红色)至 400nm (紫色)之间的可见光部分,亦即红、橙、黄、绿、青、蓝、紫中的某一色或某几色的光反射刺激视觉而显示其颜色的基本属性,明度、色调、饱和度是识别每一种色的3个指标。对于判定食品的品质亦可从这3个基本属性全面地衡量和比较,这样才能准确地推断和鉴