

Food



普通高等教育“十三五”规划教材

农畜产品加工与检测 综合实验指导

高丹丹 郭鹏辉 祁高展 编



化学工业出版社

Food

A Series of Food Science
& Technology Textbooks

食品科技
系列

普通高等教育“十三五”规划教材

农畜产品加工与检测 综合实验指导

高丹丹 郭鹏辉 祁高展 编



化学工业出版社

·北京·

本教材在多年实验教学经验的基础上,根据实验室的实验条件,在已经开展实验的基础上,又增加了大量的设计实验。既包括食品微生物学与食品理化检验方面的基础实验和综合提高型实验项目,又涉及了食品的加工贮藏及设备方面的实验与生产实践项目,并结合课程实习实训,对各实验项目的基本原理、生产工艺、产品质量标准及注意事项等作了翔实介绍。

本教材可供食品科学与工程专业的本、专科学生使用,也可供从事与食品和生物学有关职业的人员阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

农畜产品加工与检测综合实验指导/高丹丹,郭鹏辉,
祁高展主编. —北京:化学工业出版社,2015.9
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-24738-4

I. ①农… II. ①高…②郭…③祁… III. ①农产品
加工-实验-高等学校-教材②畜产品生产-实验-高等学校-
教材③农产品-质量检验-实验-高等学校-教材④畜产品-
质量检验-实验-高等学校-教材 IV. ①S37-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第171054号

责任编辑:赵玉清

文字编辑:赵爱萍

责任校对:李爽

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数452千字 2015年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:36.00元

版权所有 违者必究

前言

随着人们对食品质量与安全的重视，农畜产品加工和检测也显得越来越重要。本书是在长期的教学和实验基础上编写而成，在内容上涉及食品化学与分析、微生物学、生物化学、食品质量与安全、食品营养学、分子生物学、粮油加工、乳品、肉品、蛋品等学科的加工工艺和检测技术等，以期为食品科学与工程、农产品加工、动物科学、生物工程等相关专业的学生和从业人员提供一本较为全面的工具书。

高丹丹负责本书第一、三、五、六、十二章的内容编写，郭鹏辉负责第二、四、七、八、九、十一章的编写，祁高展负责第二、六、七、十、十二章的编写。此外，在本书的编写过程中，臧荣鑫教授给予了大力支持和帮助，为本书提供了大量的前沿资料；杨具田教授审阅了部分章节内容，并提出了很多建设性意见；常坤鹏、王向楠同学协助作者收集资料，并整理了部分图表。借此机会，向他们致以真挚的感谢。

由于作者水平有限，书中难免出现错误和疏漏，敬请广大读者批评指正。

作者

于西北民族大学

目录

第一章 食品化学与食品分析实验	1
实验一 水分的测定(烘重量法)	1
实验二 食品水分活度(A_w)的测定——水分活度仪测定法	2
实验三 粗灰分的测定(干式灰化法)	4
实验四 总酸的测定(滴定法)	5
实验五 还原糖的测定	6
实验六 淀粉含量的测定(碘量法)	8
实验七 美拉德反应初始阶段的测定	10
实验八 果胶的提取和果酱的制备	11
实验九 淀粉糊化及酶法制备淀粉糖浆及其葡萄糖值的测定	12
实验十 粗脂肪的测定(索氏抽提法)	14
实验十一 脂肪氧化、过氧化值及酸价的测定(滴定法)	15
实验十二 大豆中油脂和蛋白质的分离	17
实验十三 蛋白质的盐析和透析	18
实验十四 蛋白质的功能性质(一)	19
实验十五 蛋白质的功能性质(二)	21
实验十六 粗蛋白质的测定(微量凯氏定氮法)	22
实验十七 可溶性蛋白质的测定(考马斯亮蓝 G-250 法)	23
实验十八 茚三酮法测定氨基酸总量	24
实验十九 维生素 C 含量的测定(2,6-二氯酚靛酚法)	26
实验二十 维生素 C 含量的测定(紫外快速测定法)	27
实验二十一 β -胡萝卜素含量的测定(HPLC 法)	29
实验二十二 类黄酮含量的测定(HPLC 法)	30
实验二十三 绿色果蔬分离叶绿素及其含量的测定	31
实验二十四 高效液相色谱法测定香菇多糖的含量	32
实验二十五 食品中花青素稳定性的影响因素	34
实验二十六 食品中酶促反应的影响因素	35
实验二十七 旋光法测定食品中淀粉、蔗糖、味精的含量	38
实验二十八 食品中合成色素含量的测定	40
实验二十九 花生中黄曲霉毒素含量的测定	43
实验三十 分光光度法测定大蒜中硒含量	45
实验三十一 原子吸收光谱法测定食品中铅、镉、铬的含量	47
参考文献	50

第二章 食品微生物学实验 51

实验一 显微镜的使用技术及细胞基本形态的观察	51
实验二 玻璃器皿的洗涤、包扎与灭菌	53
实验三 培养基的制作及灭菌技术	55
实验四 细菌运动性的观察	57
实验五 微生物细胞大小的测定	58
实验六 微生物显微镜直接计数法	60
实验七 放线菌的形态及菌落特征的观察	62
实验八 酵母菌的形态及菌落特征的观察	64
实验九 霉菌的形态及菌落特征的观察	65
实验十 环境中微生物的检测	66
实验十一 食品中微生物的检测	68
实验十二 细菌的简单染色法	70
实验十三 细菌的革兰染色法	71
实验十四 细菌的荚膜染色法	72
实验十五 细菌的芽孢染色法	74
实验十六 细菌的鞭毛染色法	75
实验十七 营养元素对微生物生长发育的影响	77
实验十八 氧对微生物生长发育的影响	79
实验十九 渗透压对微生物生长发育的影响	80
实验二十 紫外线对微生物的致死作用	81
实验二十一 化学药剂对微生物的影响	83
参考文献	84

第三章 食品生物化学实验 85

实验一 果胶总半乳糖醛酸和酰胺化度的测定	85
实验二 焦糖的制备及其性质	87
实验三 卵磷脂提取、鉴定及乳化特性试验	89
实验四 蛋白质的盐析透析	91
实验五 氨基酸纸电泳分离鉴定	93
实验六 Folin-酚法测定蛋白质含量	95
实验七 蔗糖酶活力测定	97
实验八 果蔬中过氧化物酶活力测定	99
参考文献	101

第四章 食品营养学实验 102

实验一 营养平衡调查实验	102
实验二 营养食谱的设计实验	107
实验三 普通人群营养状况评价的实验设计	110
实验四 人体体质测量及评价	112
实验五 体脂测定与肥瘦度评价	114
参考文献	117

第五章 食品生物技术实验 118

实验一	植物基因组 DNA 的提取	118
实验二	细菌基因组 DNA 的提取和检测	119
实验三	动物基因组 DNA 的制备	121
实验四	植物细胞总 RNA 的制备	122
实验五	细菌 RNA 的制备	123
实验六	动物细胞总 RNA 的制备	126
实验七	PCR 扩增 DNA 中的模板的制备	127
实验八	PCR 扩增 DNA 片段	130
实验九	DNA 琼脂糖凝胶电泳	135
实验十	琼脂糖凝胶中 DNA 的回收	137
参考文献		138

第六章 粮油加工工艺学实验 139

实验一	马铃薯淀粉的提取	139
实验二	面粉面筋含量的测定及品质的测定	140
实验三	内酯豆腐的制作和加工以及豆浆的加工	141
实验四	淀粉糊化度的测定	142
实验五	北豆腐的制作	143
实验六	大豆蛋白的提取	144
实验七	一次发酵法维也纳面包的制作	145
实验八	二次发酵法面包的制作	146
实验九	面包的品质鉴定	149
实验十	清蛋糕的制作和加工	151
实验十一	面糊类蛋糕的制作	152
实验十二	苏式月饼的制作	153
实验十三	京式月饼的制作	155
实验十四	桃酥的制作	157
实验十五	酥性饼干的制作	159
实验十六	韧性饼干的制作	160
实验十七	苏打饼干的制作	161
参考文献		162

第七章 乳品工艺学实验 163

实验一	牛乳密度的测定	163
实验二	全脂乳粉中水分的测定	164
实验三	鲜乳脂肪含量的测定	165
实验四	牛乳酸度的测定	166
实验五	甜炼乳中乳糖及蔗糖含量的测定	168
实验六	酸乳的制作	170
实验七	乳掺假的检验	173
实验八	牛奶黏度的测定	175

参考文献	177
------------	-----

第八章 肉品工艺学实验 178

实验一 原料肉品质的评定	178
实验二 成型火腿的加工	180
实验三 腊肠的加工	182
实验四 午餐肉的加工	183
实验五 西式灌肠的加工	185
实验六 酱羊肉的加工	187
实验七 烧鸡的加工	188
实验八 腊肉的加工	190
实验九 板鸭的加工	191
实验十 牛肉干的加工	194
实验十一 肉脯的加工	195
实验十二 肉松的加工	196
参考文献	198

第九章 罐藏工艺学实验 199

实验一 加热杀菌时罐内压力测定	199
实验二 金属罐藏容器质量检验	201
实验三 糖水橘子罐头的制作	204
实验四 青豆罐头的制作	205
实验五 冬竹笋罐头的制作	206
实验六 清蒸猪肉罐头的制作	207
实验七 茄汁鲢鱼罐头的制作	208
实验八 油煎鱼罐头的制作	208
实验九 虎皮卤蛋软罐头的制作	210
参考文献	211

第十章 果蔬贮藏加工工艺学实验 212

实验一 果蔬加工中叶绿素的变化与护绿实验	212
实验二 果蔬加工中酶活性的检测与酶促褐变的抑制	213
实验三 鲜切马铃薯的褐变控制与保鲜剂的筛选	216
实验四 果蔬加工品中二氧化硫含量的测定	217
实验五 果蔬糖制品的加工	220
实验六 蔬菜腌制品的加工	223
实验七 柑橘皮中果胶的提取与果冻的制作	226
实验八 果蔬加工品的感官评定	227
参考文献	230

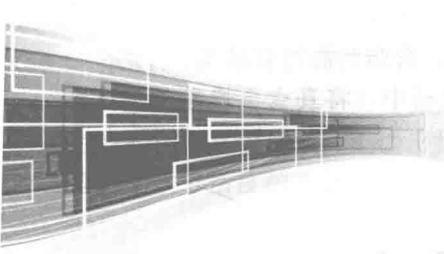
第十一章 饮料加工工艺学实验 231

实验一 豆奶饮料的制作	231
-------------------	-----

实验二	苹果汁的制作	232
实验三	碳酸饮料的制作	234
实验四	甜橙汁饮料的制作	236
实验五	植物蛋白饮料的制作	238
实验六	茶饮料的制作	239
实验七	柑橘晶固体饮料的制作	240
实验八	银杏叶功能性饮料的制作	241
实验九	红枣核桃乳饮料的制作	243
实验十	粒粒黄桃汁饮料的制作	245
实验十一	浓缩葡萄汁饮料的制作	246
实验十二	金银花饮料的制作	248
参考文献		250

第十二章 酿造工艺学实验 251

实验一	米酒的酿造	251
实验二	酱油的酿造	252
实验三	醋的酿造	254
实验四	啤酒的酿造	255
实验五	柠檬酸发酵	257
实验六	红葡萄酒的酿造与工艺控制	258
实验七	曲种制备及清香型小曲白酒的酿造	261
参考文献		263



第一章

食品化学与食品分析实验



实验一 水分的测定（烘重量法）

一、实验原理

常用的食品原料含水量的测定，是将称重后的食品置于烘箱中烘去水分，其失重为水分质量。在烘干过程中，食品中的结合水，在 100°C 以下不易烘干，若在 105°C 以上，样品中一些有机物质（如脂肪）易氧化从而使干重增加，而食品中的糖分，在 100°C 上下则易分解，也可使测定产生误差，故烘干温度先为 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，至接近全干时再改用 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 干燥。

二、材料、仪器与试剂

1. 材料

苹果、梨、黄瓜、番茄等。

2. 仪器

烘箱或真空干燥箱、分析天平、称量瓶、干燥器。

3. 试剂

氯化钙、变色硅胶。

三、实验步骤

1. 常压干燥法

取分析样品，果实可除去果核，蔬菜可除去非食用部分，洗净切碎，混匀待用。取称量瓶，放入烘箱中以 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 烘干（至恒重），置干燥器中冷却，然后精确称量。取分析样品 $5\sim 10\text{g}$ 放入称量瓶中精确称重，然后将称量瓶放入烘箱中，先在 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 烘 $2\sim 3\text{h}$ 至样

品变脆，再以 100~105℃烘 2h。取出后置于有吸湿剂变色硅胶或干燥氯化钙的干燥器中，冷却后称重，再一次继续烘 0.5~1h。冷却称重，直至两次质量差不超过 0.4mg 为止。

2. 减压干燥法

适用于在 100~105℃容易分解的食品，如味精类、糖类、含脂肪高的食品类。

在已知质量的称量瓶内称取样品 5~10g，置于真空干燥箱中，将真空干燥箱的温度调至 60~70℃，真空度调至 79980Pa，加热干燥样品至恒重。

四、计算

$$\text{水分}(\%) = \frac{(a-b) \times 100}{W}$$

式中 a ——干燥前样品重+称量瓶重，g；

b ——干燥后样品重+称量瓶重，g；

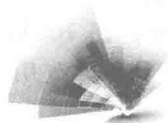
W ——样品质量，g。

五、注意事项

(1) 在测定干燥、黏稠度大、水分也多，不容易干燥的样品，如乳制品、含糖高的糕点、肉与肉制品等时，可将其放在内含有 10~20g 海砂和一根玻璃棒的已知恒重的蒸发皿中，在砂浴上不断搅拌，使之干燥，然后放入 100~105℃烘箱中，烘至恒重。

(2) 样品如加热至 100℃引起分解，应采用减压干燥法。

(3) 根据样品种类不同，第一次干燥时间可适当延长，如乳制品、糕点类、含糖高的食品等。



实验二 食品水分活度 (A_w) 的测定——水分活度仪测定法

一、实验原理

食品中的水是以自由态、水合态、胶体吸润态、表面吸附态等状态存在的。不同状态的水可分为两类：由氢键结合力联系着的水称为结合水；以毛细管力联系着的水称为自由水。自由水能被微生物所利用，结合水则不能。食品中含水量不能说明这些水是否都能被微生物所利用，对食品的生产和保藏均缺乏科学的指导作用；而水分活度则反映食品与水的亲和能力大小，表示食品中所含的水分作为生物化学反应和微生物生长的可用价值。

水分活度近似地表示为在某一温度下溶液中水蒸气分压与纯水蒸气压之比值。拉乌尔定律 (Raoult's Law) 指出，当溶质溶于水，水分子与溶质分子变成定向关系从而减少水分子从液相进入汽相的逸度，使溶液的蒸气压降低，稀溶液蒸气压降低度与溶质的摩尔分数成正比。水分活度也可用平衡时大气的相对湿度 (ERH) 来计算。故水分活度 (A_w) 可用下式表示：

$$A_w = \frac{p}{p_0} = \frac{n_0}{n_1 + n_0} = \frac{\text{ERH}}{100}$$

式中 p ——样品中水的分压；

p_0 ——相同温度下纯水的蒸气压；

n_0 ——水的物质的量；

n_1 ——溶液的物质的量；

ERH——样品周围大气的平衡相对湿度，%。

水分活度测定仪主要是在一定温度下利用仪器装置中的湿敏元件，根据食品中水蒸气压力的变化，从仪器表头上读出指针所示的水分活度。本实验要求掌握利用水分活度测定仪测定食品水分活度的方法和了解食品中水分存在的状态。

二、实验材料、试剂和仪器

1. 材料

苹果块，市售蜜饯，面包，饼干。

2. 试剂

氯化钡饱和溶液。

3. 仪器

SJN5021 型水分活度测定仪（无锡江宁机械厂）。

三、实验步骤（当所用的水分活度测定仪不同时，按照仪器说明书进行操作）

（1）将等量的纯水及捣碎的样品（约 2g）迅速放入测试盒，拧紧盖子密封，并通过转接电缆插入“纯水”及“样品”插孔。固体样品应碾碎成米粒大小，并摊平在盒底。

（2）把稳压电源输出插头插入“外接电源”插孔（如果不外接电源，则可使用直流电），打开电源开关，预热 15min，如果显示屏上出现“E”，表示溢出，按“清零”按钮。

（3）调节“校正Ⅱ”电位器，使显示为 100.00 ± 0.05 。

（4）按下“活度”开关，调节“校正Ⅰ”电位器，使显示为 1.000 ± 0.001 。

（5）等测试盒内平衡 30min 后（若室温低于 25°C ，则需平衡 50min），按下相应的“样品测定”开关，即可读出样品的水分活度（ A_w ）值（读数时，取小数点后面三位数）。

（6）测量相对湿度时，将“活度”开关复位，然后按相应的“样品测定”开关，显示的数值即为所测空间的相对湿度。

（7）关机，清洗并吹干测试盒，放入干燥剂，盖上盖子，拧紧密封。

四、注意事项

（1）在测定前，仪器一般用标准溶液进行校正。下面是几种常用盐饱和溶液在 25°C 时水分活度的理论值（如果不符，要更换湿敏元件）。

氯化钡 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.901

溴化钾 (KBr) 0.842

氯化钾 (KCl) 0.807

氯化钠 (NaCl) 0.752

硝酸钠 (NaNO_3) 0.737

（2）环境不同，应对标准值进行修正（表 1-1）。

表 1-1 不同温度下校正值

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
20	±0.00		

(3) 测定时切勿使湿敏元件沾上样品盒内样品。

(4) 本仪器应避免测量含二氧化硫、氨气、酸和碱等腐蚀性样品。

(5) 每次测量时间不应超过 1h。



实验三 粗灰分的测定（干式灰化法）

一、实验原理

将食物样品灼烧，使其中的有机物氧化成 CO_2 、 H_2O 及 N、S 的氧化物挥发掉，无机盐类转变成金属氧化物残留下来，这部分残留物就是灰分。由于有机物燃烧不完全，有残余的碳存在，故称之为粗灰分。除去残余碳后，称之为真灰分。

通过灼烧的手段分解食品样品的方法，称为干式灰化法。

二、材料与仪器

1. 材料

水果，蔬菜，其他加工食品。

2. 仪器

瓷坩埚，长柄坩埚钳，干燥器，马福炉，分析天平。

三、操作步骤

将洗净的瓷坩埚放入马福炉中，在 $500\sim 600^\circ\text{C}$ 灼烧 0.5h，冷却至 200°C 后，用坩埚钳将其取出，放入干燥器中冷却到室温后，精确称重 W_0 。

取固体样品 2~5g 或液体样品 5~10g，放入坩埚中，称重 W_1 ，然后在电炉上加热使样品碳化至无烟。易发泡的含糖、淀粉、蛋白质等较多的样品，可预先在样品中滴加几滴纯植物油。

液体样品先在水浴上蒸干，再放电炉上加热，直至碳化。

将坩埚移至马福炉中，在 $525^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ 下灼烧灰化至碳微粒消失，样品呈灰白色止，冷却至 200°C 后，用坩埚钳取出坩埚，放入干燥器中冷却至室温。精确称重。再灼烧 1h，冷却、称重，两次称重相差不超过 0.5mg 为恒重 W_2 。

四、计算

$$\text{粗灰分} = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

式中 W_0 ——坩埚质量, g;

W_1 ——坩埚和样品质量, g;

W_2 ——坩埚和粗灰分质量, g。

五、注意事项

(1) 坩埚在使用前应先用稀盐酸煮沸 1h, 洗净, 烘干后再使用。

(2) 灼烧温度过高或升温太快, 会引起钠、钾的氯化物挥发损失, 而且钠、钾的磷酸盐和硅酸盐也易熔融而把碳粒包藏起来不易烧尽。

实验四 总酸的测定 (滴定法)

一、实验原理

果汁具有酸性反应, 这些反应取决于游离态的酸以及酸式盐存在的数量。总酸度包括未解离酸的浓度和已解离酸的浓度。酸的浓度以摩尔浓度表示时, 称为总酸度。含量用滴定法测定。果蔬中含有各种有机酸, 主要有苹果酸、柠檬酸、酒石酸、草酸等。果蔬种类不同, 含有机酸的种类和数量也不同, 食品中酸的测定是根据酸碱中和的原理, 即用标定的氢氧化钠溶液进行滴定。

二、材料、仪器与试剂

1. 材料

桃、杏、苹果、蔬菜等。

2. 仪器

碱式滴定管 (20mL)、容量瓶 (100mL)、移液管 (10mL)、烧杯 (100mL)、研钵或组织捣碎机、天平、漏斗、滤纸等。

3. 试剂

(1) 0.1mol/L 氢氧化钠 称 4.0g 氢氧化钠定容至 1000mL, 然后用 0.1mol/L 邻苯二甲酸氢钾标定, 若浓度太高可酌情稀释。

(2) 1% 酚酞指示剂 称 1.0g 酚酞, 加入 100mL 50% 的乙醇溶解。

三、实验步骤

准确称取混合均匀磨碎的样品 10.0g (或吸取 10.0mL 样品液), 转移到 100mL 容量瓶中, 加蒸馏水至刻度、摇匀。用滤纸过滤, 准确吸取滤液 20mL 放入 100mL 三角瓶中, 加入 1% 酚酞指示液 2 滴, 用标定的氢氧化钠滴定至初显粉色并在 0.5min 内不褪色为终点, 记下氢氧化钠用量, 重复 3 次, 取平均值。

四、计算

$$\text{总酸度}(\%) = \frac{V}{W} \times \frac{C \times N \times \text{折算系数}}{V_1} \times 100\%$$

式中 V ——样品稀释总体积, mL;

V_1 ——滴定时取样液体积, mL;

C ——消耗氢氧化钠标准液体积, mL;

N ——氢氧化钠标准液摩尔浓度, mol/L;

W ——样品质量, g。

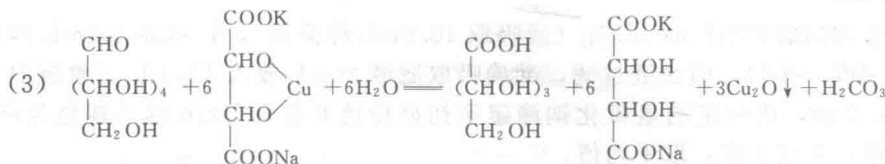
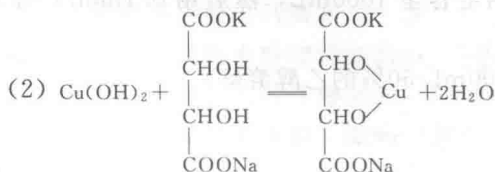
折算系数——即不同有机酸的毫摩尔质量 (g/mmol), 食品中的总酸度往往根据所含酸的不同, 而取其中一种主要有机酸计量。食品中常见的有机酸及其毫摩尔质量折算系数如下 (g/mmol): 苹果酸——0.067 (苹果、梨、桃、杏、李子、番茄、莴苣); 乙酸——0.060 (蔬菜罐头); 酒石酸——0.075 (葡萄); 柠檬酸——0.070 (柑橘类); 乳酸——0.090 (鱼、肉罐头、牛奶)。

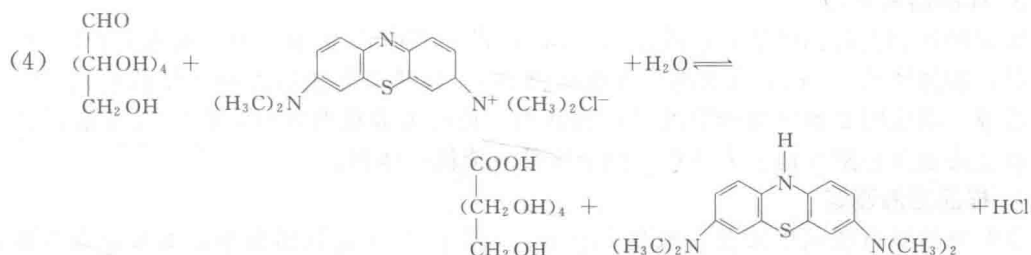
实验五 还原糖的测定

还原糖是指具有还原性的糖类。在糖类中, 分子中含有游离醛基或酮基的单糖和含有游离的半缩醛羟基的双糖都具有还原性。葡萄糖分子中含有游离醛基、果糖分子中含有一个游离酮基, 乳糖和麦芽糖分子中含有游离的半缩醛羟基, 故它们都是还原糖。其他双糖 (如蔗糖)、三糖乃至多糖 (如糊精、淀粉等), 其本身不具还原性, 属于非还原性糖, 但都可以通过水解而生成相应的还原性单糖, 测定水解液的还原糖含量就可以求得样品中相应糖类的含量。因此, 还原糖的测定是一般糖类定量的基础。

一、实验原理

将一定量的碱性酒石酸铜甲、乙液等量混合, 立即生成天蓝色的氢氧化铜沉淀, 这种沉淀很快与酒石酸钾钠反应, 生成深蓝色的可溶性酒石酸钾钠铜络合物。在加热条件下, 以次甲基蓝作为指示剂, 用样液滴定, 样液中的还原糖与酒石酸钾钠铜反应, 生成红色的氧化亚铜沉淀, 待二价铜全部被还原后, 稍过量的还原糖把次甲基蓝还原, 溶液由蓝色变为无色, 即为滴定终点。根据样液消耗量可计算出还原糖含量。各步反应式 (以葡萄糖为例) 如下。





从上述反应式可知，1mol 葡萄糖可以将 6mol Cu^{2+} 还原为 Cu^+ 。实际上两者之间的反应并非那么简单。实验结果表明，1mol 葡萄糖只能还原 5mol 多点的 Cu^{2+} ，且随反应条件而变化。因此，不能根据上述反应式直接计算出还原糖含量，而是用已知浓度的葡萄糖标准溶液标定的方法，或通过实验编制出的还原糖检索表来计算。在测定过程中要严格遵守标定或制表时所规定的操作条件，如热源强度（电炉功率）、锥形瓶规格、加热时间、滴定速度等。

二、试剂

(1) 碱性酒石酸铜甲液 称取 15g 硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 及 0.05g 次甲基蓝，溶于水并稀释到 1000mL。

(2) 碱性酒石酸铜乙液 称取 50g 酒石酸钾钠及 75g 氢氧化钠，溶于水中，再加入 4g 亚铁氰化钾，完全溶解后，用水稀释至 1000mL，贮存于橡皮塞玻璃瓶中。

(3) 乙酸锌溶液 称取 21.9g 乙酸锌 [$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$]，加 3mL 冰醋酸，加水溶解并稀释到 100mL。

(4) 10.6% 亚铁氰化钾溶液 称取 10.6g 亚铁氰化钾 [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$]，溶于水中，稀释至 100mL。

(5) 0.1% 葡萄糖标准溶液 准确称取 1.0000g 经过 98~100℃ 干燥至恒重的无水葡萄糖，加水溶解后移入 1000mL 容量瓶中，加入 5mL 盐酸（防止微生物生长），用水稀释到 1000mL。

三、实验步骤

1. 样品处理

取适量样品，以水或 70%~75% 的乙醇溶液作为提取剂，在 40~50℃ 下对样品进行提取，将提取液移入 250mL 容量瓶中，慢慢加入 5mL 乙酸锌溶液和 5mL 亚铁氰化钾溶液，加水至刻度，摇匀后静置 30min。用干燥滤纸过滤，弃初滤液，收集滤液备用。

2. 碱性酒石酸铜溶液的标定

准确吸取碱性酒石酸铜甲液和乙液各 5mL，置于 250mL 锥形瓶中，加水 10mL，加玻璃珠 3 粒。从滴定管滴加约 9mL 葡萄糖标准溶液，加热使其在 2min 内沸腾，准确沸腾 30s，趁热以每 2s 1 滴的速度继续滴加葡萄糖标准溶液，直至溶液蓝色刚好褪去为终点。记录消耗葡萄糖溶液的总体积。平行操作 3 次，取其平均值，按下式计算：

$$F = c \times V$$

式中 F ——10mL 碱性酒石酸铜溶液相当于葡萄糖的质量，mg；

c ——葡萄糖标准溶液的浓度，mg/mL；

V ——标定时消耗葡萄糖标准溶液的总体积，mL。

3. 样品溶液预测

吸取碱性酒石酸铜甲液及乙液各 5.00mL, 置于 250mL 锥形瓶中, 加水 10mL, 加玻璃珠 3 粒, 加热使其在 2min 内至沸, 准确沸腾 30s, 趁热以先快后慢的速度从滴定管中滴加样品溶液, 滴定时要始终保持溶液呈沸腾状态。待溶液蓝色变浅时, 以每 2s 1 滴的速度滴定, 直至溶液蓝色刚好褪去为终点。记录样品液消耗的体积。

4. 样品溶液测定

吸取碱性酒石酸铜甲液及乙液各 5.00mL, 置于 250mL 锥形瓶中, 加玻璃珠 3 粒, 从滴定管中加入比预测时样品溶液消耗总体积少 1mL 的样品溶液, 加热使其在 2min 内沸腾, 准确沸腾 30s, 趁热以每 2s 1 滴的速度继续滴加样液, 直至蓝色刚好褪去为终点。记录消耗样品溶液的总体积。同法平行操作 3 份, 取平均值。

四、结果计算

$$\text{还原糖(以葡萄糖计)} = \frac{F}{m \times \frac{V}{250} \times 1000} \times 100\%$$

式中 m ——样品质量, g;

F ——10mL 碱性酒石酸铜溶液相当于葡萄糖的质量, mg;

V ——测定时平均消耗样品溶液的体积, mL;

250——样品溶液的总体积, mL。

实验六 淀粉含量的测定 (碘量法)

一、实验原理

淀粉是食品中主要的组成部分, 也是植物种子中重要的贮藏性多糖。由于淀粉颗粒可与碘生成深蓝色的络合物, 故可根据生成络合物颜色的深浅, 用分光光度计测定吸光度而计算出淀粉的含量。

二、材料、仪器与试剂

1. 材料

马铃薯、栗子、山药等。

2. 仪器

分光光度计、小台秤、分析天平、烧杯 (100mL)、研钵、容量瓶 (100mL)、洗瓶、漏斗、滤纸、具塞刻度试管 (15mL)、恒温水浴、移液管 (1mL, 2mL)。

3. 试剂

(1) 碘液 称取 20.00g 碘化钾, 加 50mL 蒸馏水溶解, 再用小台秤迅速称取碘 2.0g, 置于烧杯中, 将溶解的 KI 溶液倒入其中, 用玻棒搅拌, 直到碘完全溶解, 若碘不能完全溶解时, 可再加少许固体碘化钾即能溶解, 碘液贮存在棕色小滴瓶中待用, 用时稀释 50 倍。

(2) 乙醚。