

普通高等教育“十二五”规划教材

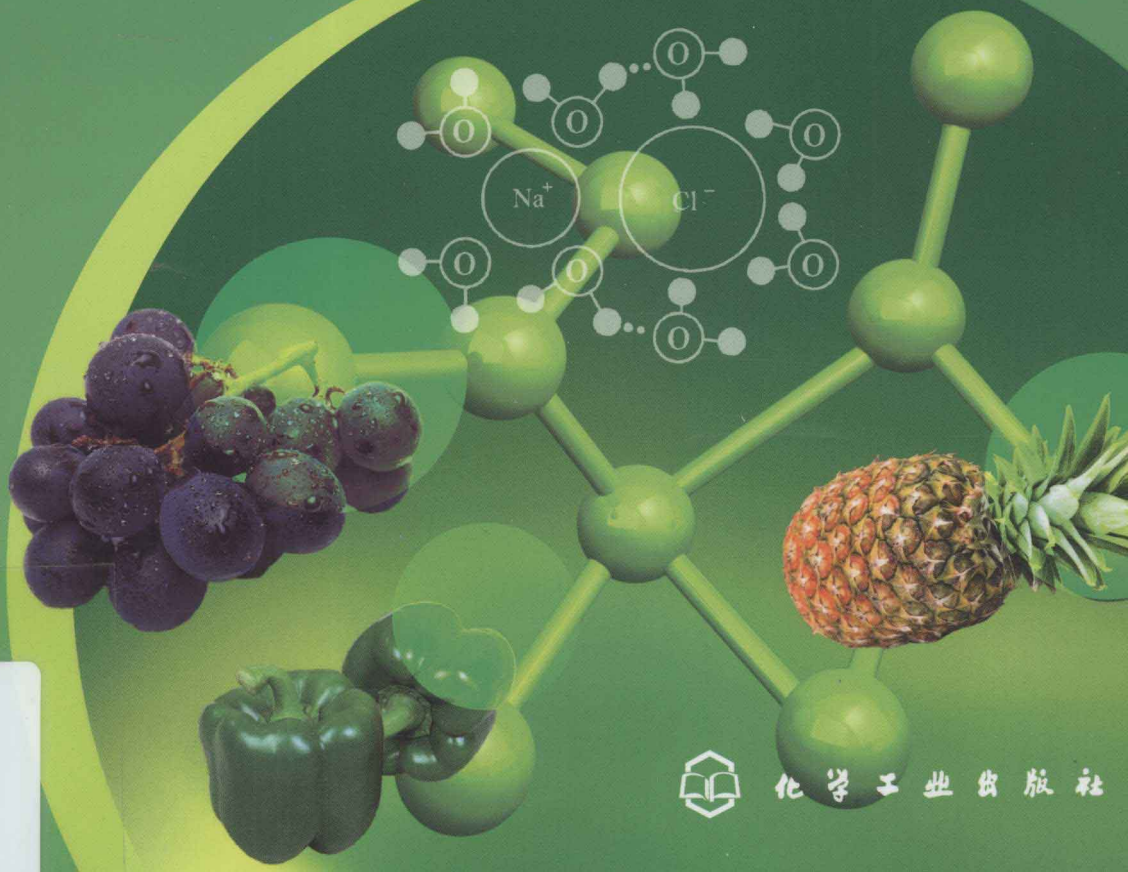
精品课程配套教材

Food Chemistry
Experiments and Exercises

食品化学 实验与习题

谢明勇 胡晓波 主编

聂少平 黄绍华 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
精品课程配套教材

食品化学实验与习题

谢明勇 胡晓波 主 编
聂少平 黄绍华 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书包括食品化学实验、食品化学习题及答案两部分,作为普通高等教育“十二五”规划教材《食品化学》的配套教材。为了做好食品学科核心专业课程“食品化学”的教学工作,进一步提高学生的动手和创新能力,培养其综合素质,本书精选了45个实验教学内容并紧扣教材重点编写了食品化学习题及答案。

本书既可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、食品生物技术、营养与食品卫生学等专业的相关配套教材或参考书,也可作为食品生产与流通、食品质量控制、食品安全卫生监控与检测等行业领域科技与管理人员的相关参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品化学实验与习题/谢明勇,胡晓波主编. —北京:化学工业出版社,2012.9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-14878-0

I. 食… II. ①谢…②胡… III. 食品化学-实验-高等学校-习题集 IV. TS201.2-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第161620号

责任编辑:赵玉清 蒋余涛
责任校对:陶燕华

文字编辑:周 侗
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 刷:北京云浩印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张10 字数262千字 2012年9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:20.00元

版权所有 违者必究

前 言

《食品化学实验与习题》是普通高等教育“十二五”规划教材《食品化学》的配套教材。

食品化学是从化学的角度和分子水平认识和研究食品及其原料的组成、结构、理化性质、生理功能、营养价值、安全性及在加工贮运中的变化、变化本质及对食品品质和安全性的影响的一门新兴、综合、交叉性学科，是食品科学与工程、食品质量与安全专业的一门核心专业基础课程。本教材包括两部分，即食品化学实验和食品化学习题及答案。食品化学实验对深入理解食品化学的基础理论，对从事食品行业的生产、管理和科学研究均有重要的实践意义。食品化学习题紧扣规划教材进行配套，并给出了参考答案，便于学生自学、检查学习情况及掌握知识重点。本教材编写力求体现“一体化、多层次，加强基础、重视技能”的特点。其中，“一体化、多层次”是指通盘考虑食品化学的教学内容，包括基础实验、综合设计实验等多层次，达到与课堂教学内容互补的目的。“加强基础、重视技能”是指在突出基本理论、基本概念、基本操作的基础上选择实验内容，满足学生对理论课所学知识进行实验研究的需求，以加深对理论知识的理解并培养其从事科学研究的能力；同时达到强化基本技能训练、提高学生的综合素质及对知识综合运用能力的目的。

本书由南昌大学谢明勇、胡晓波主编，主要由2010年江西省高校教学团队“食品科学与工程主干课程教学团队”成员编写。主要编写成员有：南昌大学谢明勇、黄绍华、万益群、黄赣辉、高金燕、聂少平、刘伟、熊春红、胡晓波、万茵、阮征、田颖刚、郭岚，江西农业大学王文君，江西宜春学院冷桂华、李秋红，江西科技师范大学吴光杰。南昌大学李昌、谢建华、杨美艳参编了部分章节。全书由谢明勇和胡晓波统稿，聂少平和赵燕参与了部分统稿工作。

本教材得到了2010年江西省高等学校教学改革研究招标课题“基于国际工程教育理念的食品专业创新型人才培养模式的研究与实践”的资助（课题编号：JXJG-10-1-1）。在本书编写过程中，参考了大量国内外有关专家学者的相关论文论著与教材；同时，化学工业出版社为本书的顺利出版做了大量工作；本书也得到了其他许多同志的热情支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者知识水平有限，教材中难免有不妥和疏漏之处，敬请诸位同仁和广大读者批评指正，以便我们今后修订、补充和完善。

编者

2012年5月

目 录

食品化学实验	1
实验一 食品中水分活度的测定 (扩散法) ...	1
实验二 水总硬度的测定	2
实验三 还原糖的测定 (直接滴定法)	3
实验四 淀粉含量的测定 (碘量法)	5
实验五 直链淀粉和支链淀粉的测定	6
实验六 柑橘皮天然果胶的制备、测定及 应用	7
实验七 方便食品中淀粉 α -化程度的测定	9
实验八 豆类淀粉和薯类淀粉的老化, 粉丝 的制备与质量感官评价	10
实验九 植物活性多糖的提取	11
实验十 粗脂肪含量的测定 (索氏抽 提法)	11
实验十一 油脂过氧化值的测定	12
实验十二 油脂中磷脂含量的测定 (GB/T 5537—2008)	13
实验十三 蛋白质的盐析与透析	15
实验十四 从牛奶中分离乳脂、酪蛋白 和乳糖	16
实验十五 蛋白质的功能性质 (一)	18
实验十六 蛋白质的功能性质 (二)	20
实验十七 食品中蛋白质的含量测定 (微量凯氏定氮法)	20
实验十八 游离氨基酸的测定	22
实验十九 维生素 E 在油脂中的抗氧化 作用	23
实验二十 果蔬中的维生素 C 在热加 工中的变化	25
实验二十一 食品中灰分的测定	27
实验二十二 食品中钙的测定 (原子吸收 分光光度法)	29
实验二十三 食品中钙的测定 (EDTA- Na_2 配位滴定法)	30
实验二十四 食品中磷的测定 (钼蓝 比色法)	32
实验二十五 酶的底物专一性	33
实验二十六 温度对酶活性的影响	34
实验二十七 淀粉酶活力的测定	35
实验二十八 食品非酶褐变、褐变程度的 测定	38

实验二十九 食品香气形成途径实验	39
实验三十 果蔬褐变机制及其防止初探	40
实验三十一 多酚类物质总量测定	41
实验三十二 单宁含量的测定 (高锰 酸钾滴定法)	42
实验三十三 味蕾细胞的分离	43
实验三十四 恒定刺激法测定酸味的 差别阈值	45
实验三十五 槐花米中芦丁的提取分离	47
实验三十六 茶叶中咖啡因提取、分离 和鉴定	48
实验三十七 对羟基苯甲酸乙酯的合成	49
实验三十八 食品中防腐剂苯甲酸的提取 分离与光谱测定	50
实验三十九 食品防腐剂山梨酸钾的制备 ..	51
实验四十 叶绿素含量的测定 (分光光 度法)	52
实验四十一 果葡糖浆中果糖含量测定	53
实验四十二 从橘皮中提取柠檬油	54
实验四十三 pH 对明胶凝胶形成的影响 ...	55
实验四十四 原子吸收光谱法测定食品 中的铅	56
实验四十五 气相色谱法测定大米中 六六六农药残留	57
食品化学习题及答案	60
第 1 章 绪论	60
第 2 章 水	63
第 3 章 碳水化合物	71
第 4 章 脂质	78
第 5 章 蛋白质	88
第 6 章 维生素	101
第 7 章 矿物质	105
第 8 章 酶	108
第 9 章 褐变反应	118
第 10 章 食品风味化学	122
第 11 章 次生代谢产物	126
第 12 章 食品添加剂	131
第 13 章 食品污染物	141
第 14 章 食品货架寿命预测及应用	153
参考文献	156

食品化学实验

实验一 食品中水分活度的测定（扩散法）

一、引言

食品中水分对食品品质和各种反应都有重要的影响。水通过与蛋白质、糖类、脂类、盐类等相互作用，对食品的结构、外观、质地、风味、新鲜程度等有重要的影响。其中水分活度（ a_w ）是食品中水的一个重要特性，了解食品水分活度及其变化对食品的品质和加工贮藏具有非常重要的意义。

实验以蔬菜（马铃薯、番茄）、焙烤食品（面包、饼干）、肉类（猪肉、鱼肉）等为代表，测定食品的水分活度。样品在康威（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（即在 a_w 较高标准饱和溶液中平衡后）和质量的减少（即在 a_w 较低标准饱和溶液中平衡后），求出样品的 a_w 值。

二、实验材料和试剂

马铃薯、番茄、面包、饼干、猪肉、鱼肉。

系列标准水分活度试剂，见表 1-1。凡士林。

康威微量扩散皿、万分之一分析天平、玻璃皿。

表 1-1 标准水分活度试剂及其在 25℃ 时的 a_w 值

试剂名称	a_w	试剂名称	a_w
重铬酸钾 ($K_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$)	0.986	溴化钠 ($NaBr \cdot 2H_2O$)	0.577
硝酸钾 (KNO_3)	0.924	硝酸镁 [$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]	0.528
氯化钡 ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$)	0.901	硝酸锂 ($LiNO_3 \cdot 3H_2O$)	0.476
氯化钾 (KCl)	0.842	碳酸钾 ($K_2CO_3 \cdot 2H_2O$)	0.427
溴化钾 (KBr)	0.807	氯化镁 ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)	0.330
氯化钠 (NaCl)	0.752	醋酸钾 ($CH_3COOK \cdot H_2O$)	0.224
硝酸钠 ($NaNO_3$)	0.737	氯化锂 ($LiCl \cdot H_2O$)	0.110
氯化锶 ($SrCl_2 \cdot 6H_2O$)	0.708	氢氧化钠 ($NaOH \cdot H_2O$)	0.070

三、实验步骤

(1) 选择 2~4 份标准饱和盐试剂，其中 1~2 份的 a_w 值大于或小于试样的 a_w 值。将康威微量扩散皿的外室分别加入几种标准饱和盐溶液 5.0mL，并在磨口处涂一层凡士林。

(2) 玻璃皿预先烘干恒重并准确称重，准确称取约 1.0000g 均匀样品，迅速放入康威微量扩散皿内室中，加盖密封。记录每个扩散皿中玻璃皿和试样的总质量。

(3) 在 25℃ ± 0.5℃ 温度恒温箱中放置约 2h，至恒重为止。然后取出玻璃皿，用分析天平迅速称量，记录每个扩散皿中玻璃皿和试样的总质量。最后计算样品每克质量的增减数。

(4) 以各种标准饱和盐溶液在 25℃ 时的 a_w 值为横坐标，对应于各标准溶液的每克样品

质量增减数为纵坐标,采用软件拟合一元一次方程,此时纵坐标为零时横坐标值即为测试样品的 α_w 值;或者在方格坐标纸上作图,将各点连接成一条直线,此线与横轴的交点即为所测样品的 α_w 值。

四、思考题

1. 扩散法测定食品水分活度的原理是什么?
2. 为什么样品中含有水溶性挥发性物质影响水分活度的准确测定?

实验二 水总硬度的测定

一、引言

通常称含较多量 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的水为硬水,水的总硬度一般是指水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的总量。水硬度的高低与人体健康的关系极大,高硬度水中的钙离子、镁离子能与硫酸根结合,使水产生苦涩味,还会使人的胃肠功能紊乱,出现暂时性腹胀、排气多、腹泻等现象。测定水的总硬度一般采用配位滴定法,即用乙二胺四乙酸二钠盐 (EDTA-Na_2) 标准溶液滴定水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量,然后换算为相应的硬度单位 [我国采用 mmol/L 或 mg/L (CaCO_3) 为单位表示水的硬度]。

用 EDTA-Na_2 滴定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量时,一般是在 $\text{pH} \approx 10$ 的 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液中进行,用铬黑 T (EBT) 作指示剂。化学计量点前, Mg^{2+} 和 EBT 生成紫红色配合物,当用 EDTA-Na_2 溶液滴定至化学计量点时,指示剂游离出,溶液呈现纯蓝色。滴定时, Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等微量干扰离子,可用三乙醇胺掩蔽; Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 等重金属离子则可用 Na_2S 或 KCN 掩蔽。

二、实验材料和试剂

乙二胺四乙酸二钠盐,铬黑 T, Na_2S 溶液 (20g/L), 盐酸 ($1:1$), 三乙醇胺 ($1:1$), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 氨水 ($1:2$), 氯化铵, 无水乙醇。

电子天平, 酸式滴定管, 烧杯, 锥形瓶, 容量瓶, 移液管等。

三、实验步骤

1. 溶液的配制

(1) 配制 0.01mol/L 的 Zn^{2+} 标准溶液: 准确称取 0.7189g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 于烧杯中, 溶解, 转移至 250mL 容量瓶中, 定容至刻度。

(2) 配制 0.01mol/L 的 EDTA-Na_2 标准溶液: 准确称取 EDTA-Na_2 于烧杯中, 溶解, 转移至 250mL 容量瓶中, 定容, 倒入棕色试剂瓶中待用。

(3) $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液 ($\text{pH} \approx 10$): 称取 20g NH_4Cl 固体溶解于蒸馏水中, 加 100mL 浓氨水, 用蒸馏水稀释至 1L 。

(4) EBT 指示剂 (5g/L): 称取 0.5g 铬黑 T, 加入 25mL 三乙醇胺和 75mL 无水乙醇溶解。

2. EDTA-Na_2 标准溶液的标定

量取 25.00mL Zn^{2+} 标准溶液于锥形瓶中, 加 20mL 蒸馏水和 5mL 的 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液, 再加 3 滴铬黑 T 指示剂, 摇匀, 用 EDTA-Na_2 溶液滴定, 当溶液由红色变为蓝色即为终点, 记录消耗 EDTA-Na_2 溶液体积, 平行标定三次。取平均值计算 EDTA-Na_2 的

浓度。

3. 总硬度的测定

取澄清的水样 100mL 放入 250mL 锥形瓶中, 加入 5mL $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液和 3mL 三乙醇胺, 再加 3 滴铬黑 T 指示剂, 摇匀, 然后用 EDTA-Na_2 标准溶液滴定到溶液由紫红色变为纯蓝色即为终点, 记录消耗 EDTA-Na_2 溶液体积, 平行测定三次, 计算水的总硬度。

四、思考题

1. 水总硬度常用的表示及计算方法是什么?
2. 测定水的总硬度时, 为什么要控制溶液的 pH 值为 10?
3. 测定水的总硬度时, 哪些离子的存在会干扰测定? 如何消除干扰?

实验三 还原糖的测定 (直接滴定法)

一、引言

还原糖 (reducing sugar) 是指能够被弱氧化剂 [Tollens (土伦) 试剂、Fehling (费林) 试剂或 Benedict 试剂] 氧化的糖。糖类中, 分子中含有游离醛基或酮基的单糖和含有游离醛基的双糖都具有还原性; 非还原性糖的双糖 (如蔗糖)、三糖乃至多糖 (如糊精、淀粉等), 可以通过水解而生成相应的还原性单糖, 通过测定水解液中还原糖含量可以求得样品中相应糖类的含量。

还原糖的测定是一般糖类定量的基础, 通用的方法有高锰酸钾滴定法和直接滴定法。直接滴定法是指将一定量的碱性酒石酸铜甲液、乙液等量混合, 混合液会立即生成天蓝色的氢氧化铜沉淀。氢氧化铜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配合物, 同时加入次甲基蓝作为指示剂。在加热条件下, 样品中的还原糖与酒石酸钾钠铜配合物发生反应, 生成红色的氧化亚铜沉淀, 待二价铜全部被还原后, 过量的还原糖再将次甲基蓝还原, 溶液由蓝色变为无色, 此时指示为滴定终点。根据样液消耗量可计算出还原糖含量。

二、实验材料和试剂

(1) 0.1% 葡萄糖标准溶液: 准确称取 1.0g 经恒重处理的无水葡萄糖, 加水溶解后转移至 1000mL 容量瓶中, 定容, 同时加入 5mL 盐酸防止微生物生长。

(2) 碱性酒石酸铜甲液: 称取 15.0g 硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 及 0.05g 次甲基蓝, 加水溶解, 定容于 1000mL 容量瓶中。

(3) 碱性酒石酸铜乙液: 称取 50.0g 酒石酸钾钠及 75.0g 氢氧化钠 (NaOH), 溶于水中, 再加入 4.0g 亚铁氰化钾 [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$], 完全溶解后, 定容至 1000mL 容量瓶中, 完全溶解后转移到橡皮塞玻璃瓶中存贮。

(4) 10.6% 亚铁氰化钾溶液: 称取 10.6g 亚铁氰化钾, 溶于水中, 稀释至 100mL。

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

三、实验步骤

1. 样品处理

(1) 乳制品及富含蛋白质的食品: 称取 2.5~5g 固体样品 (如果是液体, 则吸取 25~50mL), 置于 250mL 容量瓶中, 加入 50mL 蒸馏水, 摇匀后缓慢加入 5mL 乙酸锌溶液和

5mL 10.6%亚铁氰化钾溶液，混匀后定容。静置 30min，用干燥滤纸过滤，收集滤液备用（弃去初始滤液）。

(2) 富含淀粉的食品：称取磨碎后的样品 10~20g，置于 250mL 容量瓶中，加入 200mL 蒸馏水，于 45℃ 水浴中加热 1h。冷后加入蒸馏水定容，混匀并静置。吸取 200mL 上清液于另一 250mL 容量瓶中，摇匀后缓慢加入 5mL 乙酸锌溶液及 5mL 10.6%亚铁氰化钾溶液，加水定容。静置 30min 后，用干燥滤纸过滤，收集滤液备用（弃去初始滤液）。

2. 碱性酒石酸铜溶液的标定

准确移取碱性酒石酸铜甲液和乙液各 5.0mL，置于 250mL 锥形瓶中，再加入 10mL 蒸馏水，放入 3 粒玻璃珠，从滴定管预加入 9mL 葡萄糖标准溶液。加热使锥形瓶中的液体在 2min 内沸腾，沸腾 30s 后，趁热以 1 滴/2s 的速度继续滴加葡萄糖标准溶液，直至溶液蓝色刚好褪去，此时记为滴定终点。记录所消耗的葡萄糖标准溶液总体积。平行标定 3 次，取其平均值，按下式计算。

$$M=c \times V$$

式中 M ——10mL 碱性酒石酸铜溶液相当于葡萄糖的质量，mg；

c ——葡萄糖标准溶液浓度，mg/mL；

V ——标定时消耗葡萄糖标准溶液总体积，mL。

3. 样品溶液测定

样品正式滴定前进行预滴定。按照 2. 的方法取碱性酒石酸铜甲液及乙液各 5.0mL，加热沸腾 30s 后，趁热以先快后慢的速度从滴定管中滴加样品溶液，滴定时始终保持溶液呈沸腾状态。待溶液蓝色变浅时，以 1 滴/2s 的速度滴定，直至溶液蓝色刚好褪去，记为滴定终点。记录样品消耗的体积。

准确移取碱性酒石酸铜甲液及乙液各 5.0mL，置于 250mL 锥形瓶中，加入 10mL 蒸馏水，放入 3 粒玻璃珠。从滴定管中预加入样品溶液（比预滴定时少 1mL 体积），加热使锥形瓶内的液体在 2min 内沸腾，沸腾 30s 后，趁热以 1 滴/2s 的速度继续滴加样品溶液，直至蓝色刚好褪去，记为滴定终点，记录消耗样品溶液的总体积。平行测定 3 份样品，取其平均值。

4. 结果计算

$$\text{还原糖含量(以葡萄糖计, \%)} = \frac{M}{m \times \frac{v}{V}} \times 100\%$$

式中 m ——样品质量，g；

M ——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；

V ——样品溶液的总体积，mL。

四、思考题

1. 用化学反应式写出还原糖测定的反应原理。
2. 还原糖测定方法是否属于化学计量法？
3. 将酒石酸铜甲液和乙液混合时，是否有顺序讲究，为什么？
4. 在样品处理过程中，加入的乙酸锌和亚铁氰化钾有何作用？
5. 为什么强调要在沸腾状态下进行滴定？

实验四 淀粉含量的测定（碘量法）

一、引言

淀粉是人类食物的主要能量物质之一。淀粉主要来源于玉米、马铃薯、小麦、甘薯等作物，此外，粟、稻和藕等也常作为淀粉加工的原料。淀粉具有独特的化学和物理性质及营养功能，在食品工业中的消耗量远远超过其他的食品亲水胶体。由于淀粉颗粒可与碘生成深蓝色的配合物，故可根据生成配合物颜色的深浅，通过分光光度计测定吸光度值，绘制标准曲线，从而计算出淀粉的含量。

二、实验材料和试剂

马铃薯、精制马铃薯淀粉。

碘液：称取 20.0g 碘化钾（KI），加入 50mL 蒸馏水溶解，再迅速称取 2.0g 碘，将溶解的 KI 溶液倒入其中，用玻璃棒搅拌，直到碘完全溶解。碘液贮存在棕色小滴瓶中，用时稀释 50 倍。

乙醚、10%乙醇。

三、实验步骤

1. 标准曲线的制作

准确称取 1.0g 经恒重的精制马铃薯淀粉，加入 5mL 蒸馏水捣成匀浆，缓慢倒入体积约为 90mL 的沸腾蒸馏水中，并不断搅拌，得澄清透明的糊化淀粉溶液，将它转移至 250mL 容量瓶中并定容（作为母液，4mg/mL）。吸取 5.0mL 母液至 100mL 容量瓶中，定容。取具塞刻度试管 8 支，按表 4-1 依次加入标准淀粉溶液、蒸馏水和碘液，摇匀静置 10min 后，用分光光度计于 660nm 波长处测定吸光度值。以吸光度值为纵坐标、已知标准淀粉溶液浓度为横坐标，绘制标准曲线。

表 4-1 标准曲线的制作加样

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8
标准淀粉溶液/mL	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
碘液/mL	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
蒸馏水/mL	9.8	9.3	8.8	8.3	7.8	7.3	6.8	5.8
淀粉含量/($\mu\text{g/mL}$)	0	100	200	300	400	500	600	800

2. 样品处理

将马铃薯冲洗干净，去皮，切成碎丝，称取马铃薯丝 200g 研磨成匀浆。然后将匀浆转移到漏斗中，用 10mL 乙醚洗涤，重复 5 次，最后再用 10%乙醇洗涤 3 次。将滤纸上的残留物转移到 100mL 烧杯中，加入 50mL 蒸馏水，将烧杯置于沸水浴中不断搅拌，直到烧杯中的溶液为澄清透明状。将糊化后的淀粉转移到 100mL 容量瓶中，定容，混匀。

3. 样品吸光度值测定

吸取 2.0mL 样品溶液至 1000mL 容量瓶中，用蒸馏水定容。准确吸取 2.0mL 稀释后的样品溶液（吸取量依照样品中淀粉浓度而变），置 15mL 具塞刻度试管中，加入 0.2mL 碘液，用蒸馏水补足到 10mL，混匀，静置 10min，然后于 660nm 波长处测定吸光度值，根据标准曲线计算淀粉含量。

4. 淀粉含量计算

$$\text{样品中的淀粉含量(g/100g 鲜重)} = \frac{c}{W \times 10^6} \times \text{稀释倍数} \times 100$$

式中 c ——从标准曲线计算得到的样品淀粉含量, $\mu\text{g/mL}$;

W ——样品质量, g 。

四、思考题

1. 在样品处理过程中, 加入的乙醚和 10% 乙醇分别起到什么样的作用?
2. 阐述淀粉糊化的机理。

实验五 直链淀粉和支链淀粉的测定

一、引言

除了糯性谷物(糯米)以外, 一般淀粉中均存在着直链淀粉和支链淀粉两种组分。直链淀粉和支链淀粉含量和比例因植物种类而不同, 决定着谷物种子的出饭率和食物品质, 并影响着谷物的贮藏加工。直链淀粉不溶于冷水, 能溶于热水, 与碘能生成稳定的配合物, 呈深蓝色。支链淀粉只能在加热并加压条件下才能溶解于水, 与碘不能形成稳定的配合物, 所以呈现较浅的红紫色。应用这个原理, 配制已知含量的直链淀粉和支链淀粉的混合液, 加热溶解, 再加碘, 与碘配位成深蓝色配合物, 测定此配合物在 620nm 波长处的吸光度值, 绘制标准曲线, 即可测得样品中直链淀粉和支链淀粉的含量。

二、实验材料和试剂

无水乙醇, HCl , NaOH , 0.1mol/L 碘试剂。

小麦、玉米、水稻、谷子等。

分光光度计, 分析天平, 水浴锅, 研钵或粉碎机等。

三、实验步骤

1. 标准曲线制作

准确称取标准直链淀粉、标准支链淀粉各 0.0500g, 分别溶于 50mL 容量瓶中, 各加 1mL 无水乙醇、10mL 蒸馏水、2mL 10% NaOH , 置 85℃ 水浴加热分散 15min, 取出冷却至室温, 定容。取 7 个容量瓶(100mL) 编号, 各容量瓶中加入直链淀粉和支链淀粉的量如表 5-1 所示。

表 5-1 标准曲线制作加样

项 目	1	2	3	4	5	6	7
直链淀粉/mL	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
支链淀粉/mL	0.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0

然后, 分别于各容量瓶中加 50mL 蒸馏水、1 滴 6mol/L 的 HCl 、2.5mL 碘试剂, 最后定容至 100mL, 混匀。溶液显蓝色后于 620nm 波长处测吸光度。以直链淀粉和支链淀粉含量为横坐标、吸光度值为纵坐标画标准曲线。

2. 样品中淀粉组成的测定

称取已知总淀粉含量的样品(含淀粉约 50mg), 若样品为谷物种子, 则应粉碎过筛; 若种子含油脂较多, 则应用有机溶剂脱脂。加 1mL 无水乙醇、10mL 蒸馏水、2mL 10% 的 NaOH 溶液, 置 50mL 容量瓶中, 混匀, 在 85℃ 水浴中加热分散 15min, 冷却至室温, 定

容。吸取 1mL 上述分散液，置 100mL 容量瓶中，加 50mL 水、1 滴 6mol/L 的 HCl、2.5mL 碘试剂，定容，于 620nm 波长处测吸光度值。

3. 计算

$$\text{直链淀粉}(\%) = A/W \times 100$$

$$\text{支链淀粉}(\%) = B/W \times 100$$

式中 A——由吸光度值在标准曲线上查出相应的直链淀粉的含量；

B——由吸光度值在标准曲线上查出相应的支链淀粉的含量；

W——样品质量，mg。

四、注意事项

1. 谷物样品一定要粉碎过筛（100 目），以便样品中淀粉充分溶解。
2. 直链淀粉在溶于热水后，经缓慢冷却后容易发生凝沉现象，故测定时一定要使溶液混匀。

五、思考题

1. 直链淀粉和支链淀粉的结构特点有何异同？
2. 论述直链淀粉和支链淀粉性质上的差别？

实验六 柑橘皮天然果胶的制备、测定及应用

一、引言

果胶的基本结构是以 α -1,4 糖苷键连接而成的半乳糖醛酸聚合物，其侧链通常还带有鼠李糖、木糖、阿拉伯糖等，游离的羧基部分被甲酯化，部分与钙离子、钾离子、钠离子或硼化合物结合在一起。其结构式如图 6-1 所示。

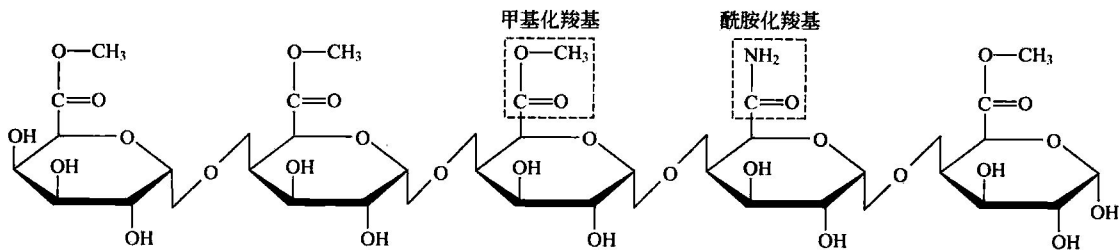


图 6-1 果胶的结构

果胶在苹果、柑橘等果实中含量较多，此外，向日葵的花盘等也富含果胶。在果蔬中，尤其是在未成熟的水果和皮中，果胶多数以原果胶形式存在，原果胶是以金属离子桥与多聚半乳糖醛酸中的游离羧基相结合，不溶于水。首先，利用原果胶不溶于水，在酸性条件可以水解为果胶的特性，将原果胶酸水解为可溶性的果胶粗品，粗品再进行脱色、沉淀、干燥、包装等即得果胶成品。目前商品果胶的原料主要是苹果皮、柑橘皮和柠檬皮，提取方法除了传统的酸提取法外，酶法提取、超声波提取、连续逆流萃取和离子交换树脂提取等方法也得到了越来越广泛的应用。

果胶物质的测定通常采用间接法，常用的方法有重量法和比色法。本实验采用比色法测定提取的果胶物质。比色法依据的原理为：果胶物质水解产物——半乳糖醛酸，在强酸条件

下可以与呋唑发生缩合反应,生成紫红色的产物,再进行比色来间接测定果胶物质的含量。

果胶既是一种对人体具有生理活性的多糖,也是食品中常用的天然食品添加剂——增稠剂,目前广泛用于糖果、果冻、果酱以及保健与功能食品中。

二、实验材料和试剂

新鲜橘皮,尼龙布或纱布,分光光度计。

0.25%盐酸,95%乙醇,0.15%呋唑乙醇溶液,标准半乳糖醛酸,浓硫酸,0.05mol/L盐酸溶液,蔗糖,柠檬酸,柠檬酸钠,广泛pH试纸,精密pH试纸。

三、实验步骤

1. 果胶的提取

原料预处理:称取新鲜柑橘皮20g,冲洗干净后放入250mL烧杯中,并加入100mL水,加热至90℃,保持5~10min。然后用水冲洗,再切成3~5mm大小的颗粒,用50℃左右的热热水反复漂洗,直至水为无色、果皮无异味为止。每次漂洗用尼龙布挤干果皮,再进行下一次漂洗。

酸水解提取:将预处理过的果皮粒放入烧杯中,加入约60mL 0.25%盐酸,浸没果皮,调节pH值为2.0~2.5,然后于90℃煮45min,趁热用尼龙布过滤。

脱色:往滤液中加入少量活性炭(0.5%~1.0%,质量/体积),80℃下水浴加热20min,趁热抽滤,如果抽滤困难则可加入2%~4%的硅藻土作助滤剂(如果柑橘皮漂洗干净,提取液清澈透明,则不用脱色)。

沉淀:待提取液冷却后,用稀氨水将溶液的pH值调节至3~4,在不断搅拌下加入95%乙醇,加入乙醇的量约为原体积的1.3倍,静置20min。

过滤、洗涤、烘干:用尼龙布过滤,所收集的沉淀物即为果胶,果胶再用95%乙醇洗涤3次,烘干(60~70℃)。

2. 果酱的制备

称取0.2g果胶(干品)浸泡于20mL水中,慢慢加热并不断搅拌,使果胶全部溶解。加入0.1g柠檬酸、0.1g柠檬酸钠和20g蔗糖,在搅拌下加热至沸,继续熬煮5min,冷却后即成果酱。

3. 果胶的分析测定

本实验采用比色法测定提取的果胶物质。主要步骤如下。

(1) 半乳糖醛酸标准曲线的绘制。

(2) 果胶样品的分析测定。

果胶样品溶解、稀释→定容→强酸水解→与呋唑反应→比色法检测

(3) 结果计算

$$\text{果胶物质} = \frac{c \times V}{m \times 10^6} \times 100\%$$

式中 c ——从标准曲线上查得的半乳糖醛酸浓度, $\mu\text{g/mL}$;

V ——果胶样品溶液的体积, mL ;

m ——果胶样品的质量, g 。

四、思考题

1. 为什么用酸提取果胶?

2. 果胶在提取过程中发生了什么样的化学变化?

3. 在果冻制备过程中,加入的柠檬酸、柠檬酸钠和蔗糖,其作用分别是什么?

4. 原果胶、果胶和果胶酸在结构和性质上分别有什么差异?

实验七 方便食品中淀粉 α -化程度的测定

一、引言

方便食品中的淀粉质原料进行熟化(糊化)处理,熟化度的高低是检验方便速溶食品生熟程度的一个重要指标。熟化度越大, α -化(糊化)程度越高, α -化的淀粉酶解点增加,用淀粉酶水解产生的还原糖的量相应增加。通过氧化还原反应测定还原糖的含量,计算 α -化程度。

二、实验材料和试剂

1mol/L 盐酸、10% 硫酸、0.1mol/L 氢氧化钠、0.1mol/L 碘液、0.1mol/L 硫代硫酸钠。

糖化酶:制酒用浓糖化酶,用脱脂棉过滤,取滤液 35~40mL,稀释至 100mL,冷藏备用。

150mL 碘量瓶、100mL 锥形瓶、10mL 移液管、2mL 移液管、100mL 容量瓶、25mL 滴定管、索氏抽提器、恒温水浴锅、电炉。

粉碎机:粉碎样品时发热不得超过 50℃。

分析天平:感量 0.0001g。

三、实验步骤

1. 样品处理

如果样品是含油量比较高的样品(如方便面),先将样品放入索氏抽提器中提取脂肪,粉碎后过 60 目分析筛,入广口瓶备用。

2. 称样、煮沸、酶解

准确称取样品 1.00g,置于 A₁ 具塞三角瓶中,另取 1.00g 置于 A₂ 三角瓶中,分别加入 50mL 蒸馏水。另取 B 瓶,加入 50mL 蒸馏水,做样品空白。把 A₁ 瓶放在电炉上微沸糊化 20min,然后冷却至室温。在各瓶中加入稀释的糖化酶 2mL,摇匀后放入 50℃ 恒温水浴上保温 1h,并不时摇动。取出后,冷却至室温。立即加入 1mol/L 盐酸 2mL 终止糖化,把各三角瓶内反应物定容至 100mL 后过滤,备用。

3. 测定

分别取各滤液 10mL,置于三个 250mL 碘量瓶中,准确加入 0.1mol/L 碘液 5mL 及 0.1mol/L 氢氧化钠溶液 18mL,盖严放置 15min。然后迅速地加入 10% 硫酸溶液 2mL,以 0.1mol/L 的硫代硫酸钠溶液滴定至无色,记录所消耗的硫代硫酸钠的体积(mL)。

4. 结果计算

$$\alpha\text{-化程度} = \frac{V_0 - V_2}{V_0 - V_1} \times 100\%$$

式中 V_0 ——滴定空白溶液所消耗硫代硫酸钠的体积, mL;

V_1 ——滴定糊化样品所消耗的硫代硫酸钠的体积, mL;

V_2 ——滴定未糊化样品所消耗的硫代硫酸钠的体积, mL。

四、思考题

1. 加入糖化酶的量、糖化时间、糖化温度对测定结果有什么影响?

2. 简述 α -化程度测定原理。

实验八 豆类淀粉和薯类淀粉的老化，粉丝的制备与质量感官评价

一、引言

淀粉加入适量水，加热搅拌糊化成淀粉糊（ α -淀粉），冷却或冷冻后，会变得不透明甚至凝结而沉淀，这种现象称为淀粉的老化。

将淀粉拌水制成糊状物，用悬垂法或挤出法成型，后在沸水中煮沸片刻，令其糊化，捞出水冷（老化），干燥即得粉丝。粉丝的生产就是利用淀粉老化这一特性。

至今，对粉丝的物性测定暂无标准方法，也尚无统一的质量标准。一般是采用感官的方法评价粉丝外观，诸如颜色、气味、光泽、透明度、咬劲及耐煮性等。消费者要求粉丝晶莹洁白、透明光亮、耐煮有筋道、价格低廉。

二、实验材料和仪器

绿豆粉或马铃薯和甘薯淀粉（1：1）或玉米和绿豆淀粉（7：3）。
7~9mm 孔径的多孔容器或分析筛。

三、实验步骤

1. 粉丝制备

将 10g 绿豆粉加入适量开水使其糊化，然后再加 90g 生绿豆淀粉，搅拌均匀至无块，不沾手，再用底部有 7~9mm 孔径的多孔容器（或分析筛）将淀粉糊化物漏入沸水锅中，煮沸 3min，令其糊化，捞出水冷 10min（或捞出置于一20℃冰箱中冷冻处理）。再捞出置于搪瓷盘中，于烘箱中干燥，即得粉丝。

2. 粉丝质量感官评价

教师将本班实验制得的粉丝，任意选出 5 个产品，编号为 1、2、3、4、5，让本班学生用加权平均法，对 5 个产品进行感官质量评价，列于表 8-1 中，计算排列名次。

表 8-1 粉丝感官质量评价（加权平均法）

得分 项目 样品	颜色 10 分	气味 10 分	光泽 10 分	透明度 20 分	粗细度 10 分	咬劲 20 分	耐煮性 20 分	评价 100 分
1								
2								
3								
4								
5								

评价地点：

评价姓名：

四、思考题

1. 通过本实验，你认为可以采取哪些措施提高粉丝的质量？（从咬劲、耐煮性、透明度

三个方面加以分析)

2. 通过本实验, 再结合食品化学的知识, 谈谈木薯淀粉的老化机理, 以及在制备粉丝的过程中该如何充分利用其老化的特性?

实验九 植物活性多糖的提取

一、引言

多糖是由多个单糖分子缩合、失水而成, 是一类分子结构复杂且庞大的糖类物质。目前已发现的天然多糖有 300 多种, 它们在免疫调节、抗肿瘤、抗炎、抗病毒、降血糖、抗衰老、抗辐射等方面发挥着生物活性作用。这类多糖不溶于有机溶剂, 因此通过对样品进行粉碎后, 经有机溶剂脱蛋白、脱脂和脱色处理, 再用沸水浸提, 滤液经浓缩、乙醇沉淀, 过滤干燥后可得粗多糖。

二、实验材料和试剂

5% 苯酚, 浓硫酸, 95% 乙醇。

可见分光光度计, 电子分析天平, 数显恒温水浴锅, 电热恒温干燥箱, 离心机, 移液管等。

三、实验步骤

1. 植物样品的预处理

新鲜样品去除杂质后, 50~60℃ 常压干燥, 粉碎后过 40 目筛。在常温下, 用 4 倍体积样品的乙酸乙酯浸泡干燥的试验样品 3h, 用蒸馏水清洗残留的有机溶剂至样品无异味。将样品于温度 105℃ 的烘箱内烘干至恒重, 得脱脂样品。

2. 提取

准确称取 0.500g 粉末置于烧杯中, 加入适量的蒸馏水置于水浴锅中浸提。过滤后准确吸取滤液 4mL, 加入 95% 的乙醇 16mL 混匀, 离心 10min (3000r/min), 弃去上清液, 沉淀用蒸馏水复溶, 定容至 100mL。准确吸取 0.5mL, 加入 5% 的苯酚 0.3mL, 混匀后迅速加入 2.0mL 浓硫酸, 充分摇匀后 40℃ 下水浴 20min, 以试剂空白调零, 在 490nm 处测定吸光度, 并与标样做对照, 求出样品中多糖含量。

3. 结果计算

按下式计算多糖得率:

$$\text{多糖得率} = \text{提取液中多糖的质量} / \text{样品的质量} \times 100\%$$

四、思考题

1. 在多糖提取过程中, 为什么温度不能过高?
2. 在多糖提取过程中, 为什么要进行脱色?

实验十 粗脂肪含量的测定 (索氏抽提法)

一、引言

利用脂肪能溶于有机溶剂的性质, 在索氏提取器中将样品用无水乙醚或石油醚等溶剂反

复萃取，提取样品中的脂肪后，蒸去溶剂，所得的物质即为脂肪或称粗脂肪。

二、实验材料和试剂

绞碎的牛肉，滤纸筒，脱脂棉。

无水乙醚或石油醚（沸程 30~60℃）。

索氏提取器，电热恒温鼓风干燥箱，恒温水浴锅，干燥器。

三、实验步骤

1. 索氏提取器的清洗

将索氏提取器各部位充分洗涤并用蒸馏水清洗后烘干。接收瓶（内装少量沸石）在 105℃ 的烘箱内干燥至恒重（前后两次称量质量差不超过 2mg）。

2. 样品的处理

准确称取预先干燥的样品 2~5g（精确至 0.01mg），装入滤纸筒内，用脱脂棉塞严。

3. 抽提

将滤纸筒放入索氏抽提器的抽提筒内，连接内装少量沸石并已干燥恒重的接收瓶，加入乙醚或石油醚至瓶内容积的 2/3 处，通入冷凝水，于水浴上加热，调节温度使抽提剂每 6~8min 回流一次，抽提 6~12h。

4. 提取完毕

取下接收瓶，回收乙醚或石油醚。待接收瓶内乙醚或石油醚只剩下 1~2mL 时，在水浴上赶尽残留的溶剂，于 105℃ 的烘箱内干燥 2h 后，置于干燥器中冷却至室温，称量。继续干燥 30min 后冷却称量，反复干燥至恒重（前后两次称量质量差不超过 2mg）。

5. 结果计算

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100\%$$

式中 X ——样品中粗脂肪的质量分数，%；

m ——样品的质量，g；

m_0 ——接收瓶的质量，g；

m_1 ——脂肪和接收瓶的质量，g。

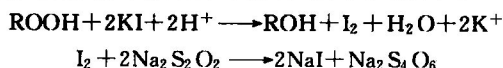
四、思考题

1. 潮湿的样品可否采用乙醚直接提取？为什么？
2. 使用乙醚作脂肪提取溶剂时，应注意的事项有哪些？为什么？

实验十一 油脂过氧化值的测定

一、引言

油脂在空气中易氧化产生过氧化物，这些过氧化物在酸性条件下可将碘离子氧化成碘，碘的质量可用标准硫代硫酸钠溶液来滴定。其反应方程式如下：



二、实验材料和试剂

大豆油。