



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

食品化学综合实验

黄晓钰 刘邻渭 主编



中国农业大学出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

食品化学综合实验

黄晓钰 刘邻渭 主编

中国农业大学出版社
·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学综合实验/黄晓钰, 刘邻渭主编. —北京: 中国农业大学出版社, 2002.8

ISBN 7-81066-502-2/TS·14

面向 21 世纪课程教材

I. 食… II. ①黄… ②刘… III. 食品 - 化学实验 IV. TS201.2 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 061775 号

出版 中国农业大学出版社
发行 新华书店
经销 新华书店
印刷 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司
版次 2002 年 9 月第 1 版
印次 2002 年 9 月第 1 次印刷
开本 16 印张 20.5 千字 374
规格 787×980
印数 1~3050
定价 23.50 元

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094
电话 010-62892633 网址 www.cau.edu.cn

主 编:黄晓钰 华南农业大学
刘邻渭 西北农林科技大学

副主编:马 莺 东北农业大学
甘纯玢 福建农林大学
陈 敏 中国农业大学
惠柏棣 中国农业大学

编 者:(按拼音顺序排序)

毕金峰 沈阳农业大学
金 清 延边农学院
吕 峰 福建农林大学
谭敬军 湖南农业大学
童华荣 西南农业大学
吴 青 华南农业大学
谢 君 四川农业大学
印家健 四川农业大学
周爱梅 华南农业大学

主 审:陈宗道

**全国高等农业院校食品
专业“面向 21 世纪课程”系列教材
编审指导委员会委员**

- | | |
|------------|--------------------------|
| 罗云波 | 中国农业大学教授博士生导师 (生物技术) |
| 孙远明 | 华南农业大学教授博士生导师 (食品营养) |
| 陈宗道 | 西南农业大学教授博士生导师 (食品化学) |
| 李里特 | 中国农业大学教授博士生导师 (食品工程) |
| 李新华 | 沈阳农业大学教授博士生导师 (粮油加工) |
| 李士靖 | 中国食品科学技术学会副秘书长教授 |
| 李云飞 | 上海交通大学教授博士生导师 (食品工程) |
| 何国庆 | 浙江大学教授博士生导师 (食品微生物) |
| 杨公明 | 西北农林科技大学教授博士生导师 (食品工程) |
| 周光宏 | 南京农业大学教授博士生导师 (畜产品加工) |
| 林家栋 | 中国农业大学教授全国高等学校教学研究中心特聘专家 |
| 南庆贤 | 中国农业大学教授博士生导师 (畜产品加工) |
| 谢笔钧 | 华中农业大学教授博士生导师 (食品化学) |

出版说明并代序

我国农业结构的调整,解决农村、农业、农民的发展出路,已将农产品的贮藏加工及食品科学推到了举足轻重的位置,成为拉动农业产业化、提高农产品附加值以及实现国家现代化的牵引力。而大专院校食品科学各专业的教学工作为这种牵引力提供了人才保障。

全国高等农业院校的食品学科大多建立于 20 世纪 80 年代改革开放的初期,经过近 20 年的发展,现已成为我国食品科学人才培养的最为重要的人才基地。农业院校的食品学科之所以能快速发展,后来居上,成为我国食品科学的主要力量,其主要原因是:食品科学与生物学科广泛地联系在一起。农业院校的食品学科得益于它植根于生物科学学科群之中,借助于生物科学飞速发展的翅膀而不断地深化自己的研究内容,提高自己的学科水平。

在学科发展的起步阶段,教学工作一直沿用过去轻工院校所编写的食品工程专业教材。然而,经过 20 年的发展,这些教材已经远远不能适应今天的教学需要。虽然各院校针对这种情况也曾先后编写过一些教材,但终因不成体系,很难系统地将食品学科内容广泛的课程体系和教学内容很好地衔接起来。要培养面向 21 世纪的高素质食品科学人才,迫切地需要将现代生物学理论与食品科学紧密地结合在一起,编写一套理论性和实践性俱强的完整教材。

这套教材正是在这样的背景和需要的前提下,在教育部、农业部有关领导部门的指导下,通过全国 40 多所院校在第一线的教师的共同努力下,由中国农业大学出版社组织编写而成的。教材力求反映最新的食品科学的理论与实践,同时针对食品科学是多学科集成的优点,特别注重了教材的系统性,避免课程教学内容的重复;针对食品科学实践性强的特点,教材中使用了较多的案例分析。在写作方式上,力求教材能启发学生的主动思考能力,培养学生的创新思维能力。

这套教材还得到了食品学界一批有声望的老专家、老教授的关怀和指导。由于时间紧、任务重,加之该教材体系初次建立,使用效果怎样,还要在实践中去检验。随着学科的不断发 展,其内容也需要不断地修改补充,编者真诚地期待着使用这套教材的教师和同学们能够提出宝贵意见,以使这套教材充实和得以完善。

罗云波

2002 年 7 月

于马连洼

目 录

总 则	(1)
1 试剂	(2)
2 溶液的配制及浓度	(2)
3 仪器	(2)
4 分析的有关要求	(3)
5 计量单位	(3)
绪 论	(4)
1 食品化学综合实验的性质与作用	(5)
2 食品化学综合实验的内容	(5)
2.1 食品物性测定	(5)
2.2 食品感官评价	(6)
2.3 食品中各类成分分析测定	(6)
2.4 综合实验	(7)
3 食品化学综合实验方法	(7)
第1章 样品的采集与前处理	(9)
1 样品的采集与保存	(10)
1.1 采样的重要性和分类	(10)
1.2 采样方法及步骤	(10)
1.3 样品运输与保存	(16)
2 样品前处理	(17)
2.1 样品制备	(17)
2.2 有机物破坏法	(18)
2.3 溶剂提取法	(19)
2.4 蒸馏法	(20)
2.5 沉析法	(20)
2.6 透析法	(21)
2.7 色谱法	(21)
思考题	(24)

参考文献	(24)
第2章 方法的选择与数据处理	(25)
1 实验方法的分类与选择	(26)
1.1 分析方法的分类	(26)
1.2 分析方法的选择	(27)
2 误差与消除	(27)
2.1 误差的概念和表示	(27)
2.2 误差的消除	(28)
2.3 允许误差	(29)
3 测定方法的预评价	(30)
3.1 随机误差的正态分布和 t 分布	(30)
3.2 分析方法重复性和再现性的初步估计	(31)
3.3 检出限的求取	(33)
3.4 测定回收率	(34)
4 实验记录	(34)
4.1 基本要求和内容	(34)
4.2 如何控制原始数据的误差范围	(35)
4.3 原始数据记录误差范围控制的灵活性	(35)
4.4 原始数据的整理	(36)
5 数据的统计处理	(37)
5.1 可疑数据的取舍	(37)
5.2 精密度评价	(39)
5.3 分析结果的科学表示	(39)
5.4 分析结果可靠性检验	(40)
5.5 有效数字	(42)
5.6 回归分析法在制作标准曲线上的应用	(44)
思考题	(45)
参考文献	(46)
第3章 食品物性测定	(47)
1 食品流变性测定	(48)
1.1 食品黏度测定	(48)
1.2 种子置换法测定面包密度	(51)
1.3 饼干等酥脆多孔状食品的质地特性	(52)

1.4 米饭质构的测定	(53)
1.5 面团拉伸性能的测定	(55)
2 食品颜色的测定	(58)
2.1 食品测色技术	(58)
2.2 几种食品颜色测定	(61)
3 食品光学性质的测定	(63)
3.1 光透过性质的测定方法	(63)
3.2 折射率的测定	(64)
3.3 旋光度的测定	(68)
4 食品非破坏性分析	(71)
4.1 食品近红外线的测定	(71)
4.2 小麦成分的近红外线分析法	(74)
思考题	(77)
参考文献	(77)
第4章 食品感官评价	(78)
1 概论	(79)
1.1 食品感官评价概念	(79)
1.2 食品感官评价的应用	(79)
1.3 感官评价检验方法的分类	(79)
2 食品感官评价的良好实践原则	(81)
2.1 感官检验的环境	(81)
2.2 样品准备	(82)
2.3 感官评价进行的时间	(82)
2.4 吞咽和吐出	(82)
2.5 评价员的选择和筛选	(82)
3 食品感官评价的方法	(83)
3.1 区别检验	(83)
3.2 标度检验	(88)
3.3 描述分析	(100)
4 接受性和偏爱检验	(101)
4.1 偏爱检验	(102)
4.2 接受性检验——快感检验	(103)
思考题	(104)

参考文献	(104)
第5章 食品营养成分分析测定	(105)
1 水分含量及水分活度的测定	(106)
1.1 水分含量的测定	(106)
1.2 水分活度的测定	(109)
2 蛋白质和氨基酸测定	(114)
2.1 蛋白质含量测定	(114)
2.2 蛋白质功能性的测定	(122)
2.3 氨基酸的分析测定	(128)
3 脂类测定	(136)
3.1 脂肪含量测定	(136)
3.2 磷脂含量测定(钼蓝比色法)	(140)
3.3 油脂食品功能特性测定	(142)
4 糖类测定	(148)
4.1 糖含量的测定	(148)
4.2 淀粉含量的测定	(152)
4.3 纤维素的测定	(155)
4.4 果胶含量测定	(157)
4.5 糖类食品功能特性测定	(160)
4.6 低酯果胶凝胶力的测定	(163)
5 酸度的测定	(164)
5.1 食品酸度的测定	(165)
5.2 食品中有机酸的分离及定量测定	(169)
6 维生素测定	(171)
6.1 水溶性维生素测定	(171)
6.2 脂溶性维生素的测定	(183)
7 食品中矿物质营养成分的测定	(194)
7.1 食品中灰分的测定	(194)
7.2 钙含量测定	(197)
7.3 磷含量测定(钼蓝比色法)	(200)
7.4 碘含量测定	(201)
7.5 铁含量测定	(204)
7.6 原子吸收分光光度法测定食品中的矿物元素	(206)

思考题	(210)
参考文献	(211)
第6章 食品功能成分分析与评价	(213)
1 活性多糖的提取、分离与测定	(214)
2 多酚类物质测定	(215)
2.1 多酚类物质总量测定	(215)
2.2 多酚类物质的分离	(216)
2.3 儿茶素的分离与测定	(217)
2.4 单宁物质测定	(220)
3 黄酮类物质测定	(222)
3.1 总黄酮类化合物含量的测定	(222)
3.2 黄酮类化合物的分离及定量(高效液相色谱法)	(223)
思考题	(224)
参考文献	(224)
第7章 食品添加剂测定	(225)
1 着色剂的分离测定	(226)
1.1 天然着色剂的柱色谱分离测定	(226)
1.2 合成着色剂的薄层层析分离测定	(228)
2 发色剂与漂白剂测定	(231)
2.1 亚硝酸盐测定(盐酸萘乙二胺法)	(232)
2.2 硝酸盐测定(镉柱法)	(234)
2.3 二氧化硫及亚硫酸盐测定(盐酸副玫瑰苯胺比色法)	(237)
3 呈味剂的测定	(240)
3.1 食品中糖精钠测定(紫外分光光度法)	(240)
3.2 甜蜜素(环己基氨基磺酸钠)含量测定	(242)
4 防腐剂和抗氧化剂测定	(246)
4.1 山梨酸和苯甲酸含量测定	(247)
4.2 BHA 与 BHT 含量测定(比色法)	(252)
思考题	(255)
参考文献	(255)
第8章 食品中有毒有害物质测定	(256)
1 食品在储藏和加工过程中产生的有毒有害物质的测定	(257)
1.1 酒中甲醇含量的测定	(257)

1.2 酒中甲醛含量的测定	(259)
1.3 水产品中组胺的测定	(260)
1.4 肉中亚硝胺的测定	(262)
1.5 黄曲霉毒素 B ₁ 、黄曲霉毒素 B ₂ 、黄曲霉毒素 G ₁ 、黄曲霉毒素 G ₂ 测定——薄层色谱法	(264)
2 污染物质的测定	(268)
2.1 双硫脲比色法测定铅、镉、汞	(269)
2.2 原子吸收分光光度法测定铅、镉、砷	(274)
2.3 气相色谱法测定水果、蔬菜、谷类中有机磷农药残留量	(278)
思考题	(280)
参考文献	(280)
第9章 综合实验	(281)
1 概述	(282)
1.1 综合实验目的、意义	(282)
1.2 综合实验课原则	(282)
2 综合实验实施步骤	(283)
2.1 选题	(283)
2.2 资料查阅及综述	(283)
2.3 实验方案制定	(283)
2.4 开展实验研究	(284)
2.5 实验数据整理	(284)
2.6 论文写作	(284)
2.7 成绩评定	(285)
3 选题指南	(285)
3.1 加工工艺对食品产品质量的影响	(285)
3.2 食品加工储藏过程中成分变化及其保护	(286)
3.3 食品质量评价实验	(288)
3.4 添加剂对食品作用实验	(289)
3.5 分析方法的筛选与比较	(290)
附 录	(291)
1 标准滴定溶液的配制及标定	(291)
2 附表	(298)

总 则

1 试剂

本书所用试剂，除特别注明外，均为分析纯。

所用盐酸、硫酸、硝酸、磷酸、氨水等液体化学试剂，如没指明浓度即为原装的浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、浓磷酸、浓氨水等。

所用乙醇，除特别注明外，均指 95% 的乙醇。

所用水除特别注明者外，均为蒸馏水或去离子水。

2 溶液的配制及浓度

除特别注明外，“溶液”均指水溶液。

容量百分比浓度（%， V/V ）：系指 100 mL 溶液中所含液态溶质的体积（mL）。80% 乙醇溶液表示 100 mL 溶液中含有 80 mL 乙醇。

质量容量百分比浓度（%， m/V ）：系指 100 mL 溶液中所含溶质的质量（g）。如 20% 氢氧化钠溶液是指 100 mL 溶液中含有 20 g 氢氧化钠。

按比例配制的液体组分溶液：系指各组分的体积比。如正丁醇-氨水-无水乙醇（7:1:2）系指 7 体积正丁醇、1 体积氨水和 2 体积无水乙醇混合而成的溶液。

3 仪器

水浴，除回收有机溶剂及注明温度者外，均指沸水浴。

在分析方法中，“仪器”一项仅列出该方法所需要的特殊仪器，一般实验室

仪器均不列入。

4 分析的有关要求

数据的计算与取舍应遵循有效数字法则及数字修约的规则。

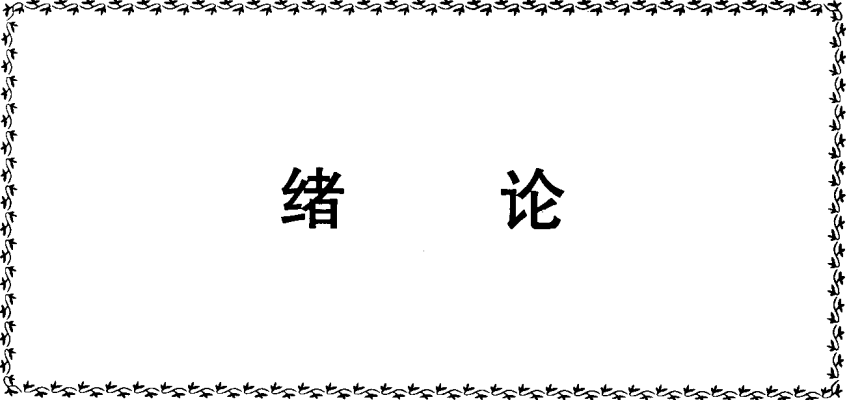
在分析方法中，“称取”系指要求称至 0.1 g；“精密称取”系指必须按所列数值称取，并准确至 0.000 1 g；“精密称取约”系指必须称至 0.000 1 g，但称取量可接近所列的数值（不超过所列数值的 $\pm 10\%$ ）。

恒量系指供试样品连续两次灼烧或干燥后的质量之差在 0.2 ~ 0.5 mg 以下的质量。

5 计量单位

本书所用计量单位，均为中华人民共和国法定计量单位，一律采用法定的名称及符号，并以“等物质的量的规则”进行计算，废除当量浓度、当量定律公式等概念及手段。

（黄晓钰）



绪 论

1 食品化学综合实验的性质与作用

食品科学是一门包括微生物学、化学、生物学和工程学的多学科科学。食品化学、食品营养学、食品分析是食品科学的主要课程，它们的主要任务是研究食品组成、性质以及食品在储藏、加工及包装过程中可能发生的化学和物理变化，食品中各种组分在人类营养中所起的作用及食品的总体营养价值，食品安全性及质量评价等。食品化学综合实验是这3门课程的实践部分，主要是应用不同的方法及检测手段对以上课程提出的理论作验证性的实验研究，使学习者从感性上对这些理论进一步理解与掌握；并运用这些方法与手段对食品的理化特性、营养价值、安全性和可接受性进行分析与评价。

2 食品化学综合实验的内容

食品的种类繁多，组成成分十分复杂，本课程又包括了食品化学、食品营养学和食品分析的实验研究内容，因而使得本课程的范围十分广泛，它包括了以下内容：

2.1 食品物性测定

食品物性主要包括了食品的力学性质、光学性质、热学性质和电学性质等，如流变性、折光性、旋光性、颜色、色泽、导电性、介电性、比热容、传热规律等等。食品的物性对食品加工工艺的确定以及食品加工产品品质的优劣有重要的影响。因此，食品物性测定是十分重要的。