



面向21世纪高等学校规划教材

Mianxiang 21shiji Gaodeng Xuexiao Guihua Jiaocai

食品理化检验

■ 陈晓平 黄广民 主编

SHIPIN LIHUA
JIANYAN



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



面向21世纪高等学校规划教材

Shipin Lihua Jianyan

食品理化检验

陈晓平 黄广民 主编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品理化检验/陈晓平, 黄广民主编. —北京: 中国计量出版社, 2008. 2

面向 21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5026-2765-2

I. 食… II. ①陈…②黄… III. 食品检验—高等学校—教材 IV. TS 207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 176491 号

内 容 提 要

本教材是高等院校食品科学学科专业的必修课教材, 共分六章, 主要内容包括: 样品的采集、制备、处理与保存, 食品理化检验中常用物理检验方法, 食品中营养成分的分析检验, 食品中矿物质元素的分析检验, 食品添加剂的分析检验, 食品中有毒有害物质的分析检验, 以及常用指示剂的配制等基础知识。

本书可作为高等院校食品科学相关专业的教材, 还可供广大食品质量检验人员检验技术的指导和参考。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 18.5
字 数 448 千字
版 次 2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
定 价 34.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

教 材 编 委 会

主 任 陈宗道 刘国普

副主任 刘宝兰 陆兆新 刘树兴 刘静波

委 员 (按姓氏笔画排序)

马汉军	邓放明	邓洁红	刘学军
刘振春	李 波	李代明	李向阳
李宗军	陈力力	张大力	张升晖
陈厚荣	张瑞宇	肖 玫	杨春海
吴卫国	吴少雄	陈晓平	林松毅
武 军	岳喜庆	赵晓红	赵晨霞
赵瑞香	唐克华	高淑云	秦 文
夏 湘	黄广民	黄艾祥	彭珊珊

策 划 刘宝兰 杨庚生

本书编委会

主 编 陈晓平

(吉林农业大学)

黄广民

(海南大学)

副主编 彭珊珊

(广东韶关大学)

赵 利

(江西科技师范学院)

陈 文

(北京联合大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

王志国 (海南大学)

王喜波 (东北农业大学)

李资玲 (江西科技师范学院)

郑明珠 (吉林农业大学)

张英华 (东北农业大学)

崔敬爱 (吉林农业大学)

主 审 文联奎 (吉林农业大学)

编写说明

近年来，随着食品科技的迅速发展和食品新产品的不断推出，人们不仅对各类食品的安全使用问题日益重视，而且对与食品安全相关的各类知识也日益关注。另一方面，为了保障与人民生命和生活息息相关的各类食品的使用安全，政府的相关部门也加大了对食品生产各环节的监管的力度。经过各食品相关主管部门的不懈努力，我国已基本形成并明确了卫生与农业主管部门抓原材料监管、质监部门抓各类食品生产环节的监管、工商部门从事食品成品监管的制度完善的食品监管体系。

目前，食品质量问题已成为全社会关注的焦点。为了适应当前的经济发展，为了从根本上解决与食品质量相关的各类实际问题，需要从最基础的专业教育抓起。这就对我国食品类高校的教育工作提出了更高的要求。

当前，食品行业的快速发展和结构性调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更加具体的要求。因此，为了进一步提高食品专业教材的编写水平，以适应市场对素质全面、适应性强、有创新能力的高技术专门人才的需求，由中国计量出版社牵头组织了西南大学（原西南农业大学）、南京农业大学、山东农业大学、湖南农业大学、四川农业大学、陕西科技大学、吉林农业大学、海南大学和中国农业大学等 59 所高校参与食品质量与安全以及食品科学与工程专业高校教材编写与出版工作。此次的教材编写的出版工作旨在为各食品类相关院校在教材建设方面的信息交流搭建一个平台，以促进各院校之间在教学内容方面相互取长补短，从而使该套教材的参编与使用院校的课程设置更趋合理化，最终培养出更加适应当前社会经济发展的应用型人才。为了达到这一要求，我们必须严把教材写作质量

关，想方设法使参编教师的丰富教学实践很好地融入教学理论体系之中，从而推出教师好教、学生好用的优秀教材。为此，我们特别邀请了多所知名高校及科研机构的专家从事相关教材的审稿工作，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广并且与国际接轨的好教材提供了必要的保障，以此来满足食品专业高等教育的不断发展和当前全社会范围内食品安全体系建设的迫切需要。

本次教材的编写尤其注重了理论体系的前沿性，不仅将食品科技发展的新理论合理融入教材中，而且使读者通过教材的学习可以深入把握国际食品科技发展的全貌，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的推出必将会推动我国食品类高校教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编委会

2008年2月

前 言

• FOREWORD •

食品是人类赖以生存的必需品，是人类生命的能源。食品工业在国民经济中占有极其重要的地位。随着我国食品工业和食品科学技术的发展，以及人们生活水平的迅速提高，特别是我国加入 WTO 以后，食品理化检验工作已经提高到一个极其重要的地位。通过对食品中各种营养物质、添加剂和有毒、有害物质的分析检验，可以保证食品的正常品质；通过执行国家的食品法规和管理办法，搞好食品卫生监督工作，开展食品科学研究，寻找新的食品资源和食品污染的根源，保证广大消费者获得营养丰富、适口性好、安全卫生的食品。

《食品理化检验》是研究和评定食品品质及其变化的一门科学。它是高等院校食品科学学科各专业的必修课程。

本教材共分六章，内容包括样品的采集、制备、处理与保存，食品理化检验中常用的物理检验方法，食品中营养成分的分析检验，食品中矿物质元素的分析检验，食品添加剂的分析检验，食品中毒害物质的分析检验。并在附录中增加了常用指示剂的配制等基础知识。

本教材由吉林农业大学、海南大学、广东韶关大学、江西科技师范学院、北京联合大学、东北农业大学共同编写，由陈晓平、黄广民担任主编，文联奎主审。

本教材在编写过程中承蒙吉林农业大学食品科学与工程学院的领导和教师的大力帮助，并得到了东北农业大学于国萍教授的大力支持。本教材主审文联奎

教授对教材的总体布局及许多章节提出了宝贵意见，谨此一并表示衷心感谢。

由于食品种类繁多，分析检验的内容复杂以及食品理化检验技术的不断发展，加上我们水平有限，书中可能有欠妥之处，敬请广大师生和读者提出宝贵意见。

编 者

2008年2月

目 录

• CONTENTS •

绪 论	(1)
一、食品理化检验的概念及任务	(1)
二、食品理化检验的内容	(1)
三、食品理化检验的方法	(3)
四、食品理化检验的分析过程	(3)
第一章 样品的采集、制备、处理与保存	(5)
第一节 样品的采集	(5)
一、采样规则	(5)
二、采样方法	(6)
三、采样的注意事项	(7)
第二节 样品的制备与预处理	(8)
一、样品的制备	(8)
二、样品的预处理	(8)
第三节 样品的保存	(13)
第二章 食品理化检验中常用的物理检验方法	(14)
第一节 感官检验法	(14)
一、感官检验的作用	(14)
二、感官检验员的要求	(15)
三、感官检验方法	(15)
第二节 比重法	(19)
一、测定比重 (相对密度) 的意义	(19)
二、食品的浓度与其比重的关系	(20)
三、食品比重的测定方法	(20)
四、啤酒 (或麦芽汁) 比重的测定	(23)



第三节 折光法	(23)
一、测定的意义	(23)
二、折光计	(24)
第四节 旋光法	(26)
一、旋光度测定的意义	(26)
二、旋光计在食品理化检验中的应用	(27)
第三章 食品中营养成分检验方法	(29)
第一节 水分的测定	(29)
一、水分的存在状态	(29)
二、水分的测定方法	(30)
三、水分测定的意义	(31)
四、常压干燥法	(31)
五、减压干燥法	(35)
六、蒸馏法	(36)
七、红外线快速测定法	(37)
八、卡尔-费休法	(38)
第二节 水分活度的测定	(39)
一、 A_w 测定仪法	(42)
二、溶剂萃取法	(43)
三、扩散法	(44)
第三节 灰分的测定	(45)
一、加快灰化速度的方法	(47)
二、总灰分的测定	(47)
三、水溶性灰分与水不溶性灰分的测定	(51)
四、酸溶性灰分与酸不溶性灰分的测定	(51)
第四节 脂肪的测定	(52)
一、索氏抽提法	(54)
二、皂化法	(57)
三、碱性乙醚抽提法	(58)
四、盖勃氏法和巴布科克氏法	(59)
第五节 蛋白质及氨基酸的测定	(60)
一、凯氏定氮法	(62)
二、氨基酸分离与鉴定	(67)
第六节 碳水化合物的测定	(72)
一、总糖的测定	(74)
二、还原糖的测定	(76)

三、淀粉的测定	(87)
四、膳食纤维的测定	(92)
五、果胶的测定	(95)
第七节 维生素的测定	(96)
一、维生素 A 的测定	(97)
二、维生素 B ₁ 的测定	(99)
三、维生素 B ₂ 的测定	(101)
四、维生素 C 的测定	(103)
五、维生素 D 的测定	(105)
六、维生素 E 的测定	(106)
七、维生素 B ₅ 的测定	(107)
八、维生素 B ₆ 的测定	(109)
九、维生素 B ₁₂ 的测定	(110)
十、胡萝卜素的测定	(113)
十一、叶酸的测定	(114)
第八节 酸度的测定	(115)
一、总酸度的测定	(115)
二、挥发酸的测定	(116)
三、有效酸度的测定	(118)
四、游离脂肪酸的测定	(120)
第四章 食品中矿物质元素的检验方法	(122)
第一节 总汞的测定	(122)
一、测汞仪法	(122)
二、双硫脲比色法	(125)
第二节 铅的测定	(128)
一、双硫脲比色法	(128)
二、原子吸收分光光度法	(131)
第三节 锌的测定	(133)
一、双硫脲比色法	(134)
二、原子吸收分光光度法	(136)
第四节 砷的测定	(138)
一、古蔡氏砷斑测定法	(138)
二、原子吸收分光光度法	(141)
三、示波极谱法	(142)
第五节 铁的测定	(144)
一、硫氰酸盐比色法	(144)



二、邻菲罗啉比色法	(146)
第六节 钙的测定	(147)
一、高锰酸钾滴定法	(147)
二、原子吸收分光光度法	(149)
三、EDTA 滴定法	(150)
第七节 磷的测定	(152)
一、钼蓝比色法	(152)
二、喹钼柠酮重量法	(154)
第八节 硒的测定	(155)
一、荧光测定法	(155)
二、氢化物原子荧光光谱法	(158)
第九节 碘的测定	(160)
一、重铬酸钾氧化法	(160)
二、溴水氧化法	(161)
第十节 镉的测定	(163)
一、镉试剂比色法	(163)
二、双硫腙比色法	(164)
第十一节 铜的测定	(166)
一、二乙基二硫代氨基甲酸钠 (DDTC) 比色法	(167)
二、吡啶偶氮间苯二酚比色法	(169)
第十二节 锡的测定	(170)
一、苯芬酮比色法	(171)
二、栎精比色法	(172)
第五章 食品添加剂检验方法	(174)
第一节 防腐剂的测定	(174)
一、苯甲酸及其盐的测定	(174)
二、山梨酸及其盐的测定	(175)
三、过氧乙酸的测定	(177)
第二节 抗氧化剂的测定	(179)
一、BHA 与 BHT 的分离	(179)
二、薄层层析法	(180)
三、气相色谱法	(181)
四、比色法	(183)
五、高效液相色谱法	(184)
六、PG 的测定	(185)
七、乙氧基喹啉的测定	(186)

第三节 发色剂的测定	(187)
一、硝酸盐和亚硝酸盐的测定	(187)
二、电极测定法	(190)
第四节 漂白剂的测定	(191)
一、二氧化硫的测定	(191)
二、过氧化氢的测定	(193)
第五节 甜味剂的测定	(196)
一、糖精钠的测定	(196)
二、甜菊糖苷的测定	(203)
第六节 品质改良剂和香料成分的测定	(207)
一、总磷酸盐、焦磷酸盐、游离磷酸盐和结合磷的测定	(207)
二、亚铁氰化钾的测定	(213)
三、碘化物的测定	(215)
四、百里香酚的测定	(221)
第七节 着色剂的测定	(222)
一、水溶性天然色素与合成色素的分离测定	(223)
二、食用合成色素的测定	(226)
第六章 食品中毒害物质检验方法	(235)
第一节 有机氯农药的测定	(235)
一、有机氯农药的理化性质	(235)
二、样品的预处理	(236)
三、有机氯农药残留量的检测	(237)
第二节 有机磷农药的测定	(239)
一、有机磷农药的理化性质	(239)
二、有机磷农药残留量的检测	(240)
第三节 黄曲霉毒素的测定	(244)
一、薄层色谱法	(244)
二、微柱层析法	(250)
第四节 3, 4-苯并芘的测定	(251)
一、样品的预处理	(252)
二、3, 4-苯并芘含量的检测	(254)
第五节 亚硝胺类化合物的测定	(254)
一、比色法	(255)
二、气相色谱—质谱法	(257)
第六节 多氯联苯的测定	(258)
一、薄层层析法	(259)



二、气相色谱法	(259)
第七节 抗生素及激素的测定	(260)
一、四环素族抗生素的检测	(260)
二、氯霉素的检测	(264)
三、雌激素的检测	(266)
第八节 动植物毒素的测定	(268)
一、组胺的测定	(268)
二、麦角碱的测定	(269)
三、马铃薯毒素的测定	(271)
四、生物碱的测定	(272)
五、河豚毒素的测定	(274)
附录一 常用试剂相对分子质量和当量表	(276)
附录二 常用指示剂的配制	(278)
一、滴定用试剂	(278)
二、测定 pH 用试剂	(278)
主要参考文献	(280)

绪 论

日常生活中，人们从饮食中摄取必要的营养，并赖以维持生命，从事各种各样的智力和体力活动。随着现代科学技术的发展和人民生活水平的日益提高，人们对食品中所含营养素的种类、组成、构造、性质、数量以及毒害物质对人体所造成的危害日益重视。因此，对食品品质的衡量也日显重要。食品理化检验是衡量食品品质的重要手段，也是保证和提高食品质量必不可少的关键环节。

一、食品理化检验的概念及任务

食品品质的好坏，要看它所含有营养素的多少；有无毒害物质和有害微生物的污染；口味的好坏。

食品理化检验是依据物理、化学、生物化学等一些基本原理，运用各种科学技术，按照制定的技术标准，对食品的原料、辅料、半成品及成品的质量进行检验，从而研究和评定食品品质及其变化，并保障食品安全的一门科学。

其主要任务是：

(1) 依据物理、化学、生物学的一些基本理论，运用各种技术手段，按照制定的各类食品的技术标准，对加工过程的原料、辅料、半成品和成品进行质量检验，以保证生产出质量合格的产品。

(2) 指导生产和研发部门改革生产工艺、改进产品质量以及研发新一代食品，提供其原料和添加剂等物料准确含量，研究它们对研发产品加工性能、品质、安全性的影响，确保新产品的优质和食用安全。

(3) 对产品贮藏、运输、销售过程中，食品的品质、安全及其变化进行全程监控，以保证产品质量，避免产品产后可能产生对人类食用的危害。

二、食品理化检验的内容

食品理化检验是运用现代分析技术，以准确的结果来评价食品的品质，分析项目也由于对食品价值的侧重不同而有所差异。有的重点放在营养方面，有的重点放在毒害物质的检测上。因此，食品理化检验的范围很广，主要包括下面一些内容。

1. 营养成分分析

食品的营养素按照目前新的分类方法，包括宏量营养素、微量营养素和其他膳食成分三大类：

宏量营养素：蛋白质、脂类、碳水化合物；

微量营养素：维生素（包括脂溶性维生素和水溶性维生素）、矿物质（包括常量元素和微量元素）；

其他膳食成分：膳食纤维、水及植物源食物中的非营养素类物质。

衡量食品品质的重要标准之一是食品必须含有适量的营养素，根据这些物质的含量，就



可以用营养学和生物化学的知识来确定食品的主要营养价值。这些物质的分析是食品理化检验的主要内容。

近年来,人们日益重视在食品中含量低而对营养价值有重要作用的微量成分。例如维生素及一些维持生命所必需的微量矿物质元素。此类物质的分析在食品理化检验中所占地位越来越重要。除此之外,氨基酸分析在食品理化检验中占有相当大的比重。食品中一般有20种氨基酸,其中8种是必需氨基酸。这些氨基酸是人类生命过程所不可缺少的。随着人们文化知识的普及和提高,人们对氨基酸在人类生命活动中的作用日益重视。从而导致对食物中氨基酸种类及其数量分析日渐增多。尤其对于一些新开发的食品资源,已成为必检项目。

2. 毒害物质测定

提高食品的卫生质量标准,防止有毒有害物质对食品的污染,是关系到国计民生的大事。世界各国及联合国食品及农业组织和世界卫生组织(FAO/WHO)对此问题高度重视,相继制定很多法规。对食品中有毒有害物质的测定已成为日常对食品的物理、化学分析的重要内容之一。

食品污染就其性质来说,包括生物性污染和化学性污染。

生物性污染主要是由于一些有害微生物在其繁殖过程中产生毒素所致,如黄曲霉毒素 B_2 , G_1 , G_2 , ML, M_2 等毒素;

化学性污染主要是食品在生长、贮运、生产、包装等过程中污染的一些有毒有害的化学物质。

(1) 农药污染

这类毒害物质通过食物链作用,最后富集到人体组织中,大部分贮存在脂肪中,如BHC、DDT、六六六等,毒性较强,严重损害人体健康。

(2) 重金属污染

这类污染主要来自于工业“三废”和食品的生产、包装和贮运过程中,如汞、铅、锡、铜和砷等。

(3) 来源于包装材料的有毒有害物质

如聚氯乙烯及某些添加剂,印刷油墨中的多氯联苯和包装纸中的荧光增白剂。

(4) 其他化学物质污染

如食品在熏烤等加工过程中产生的3,4-苯丙芘、亚硝胺化合物等,这些物质具有较强的致癌作用。

对于此类物质开展物理和化学分析工作,有利于找出污染根源,便于找出有效的治理措施,防止食品污染,确保食品质量,保证人民身体健康。

3. 食品的辅助材料及添加剂分析

食品添加剂种类繁多,按其来源不同可划分为天然食品添加剂和化学合成食品添加剂两大类。目前所使用的多为化学合成食品添加剂,其品种和质量规格及使用量由国家规定。

食品添加剂是为改进食品的色、香、味或为防止食品变质,延长食品贮藏期而加入的。但若品种和数量使用不当,反而使食品质量变差甚至造成人体中毒。本世纪以来,随着食品工业和化工技术的发展,世界各国大量使用食品添加剂。尤其近些年来,无论在品种或在数量上,食品添加剂的使用呈显著上升的势头。因此,对食品添加剂的分析和监督日益重要和必须。