

供卫生检验类专业用

全国高等医药教材建设研究会·卫生部规划教材
全国高等学校教材

食品 理化检验

主 编 黎源倩
副主编 孙长颢
叶蔚云
代兴碧



人民卫生出版社

全国高等医药教材建设研究会·卫生部规划教材

全国高等学校教材

供卫生检验类专业用

食品理化检验

主 编 黎源倩

副主编 孙长颢 叶蔚云 代兴碧

编 者 (以姓氏笔画为序)

叶蔚云 (广东药学院公共卫生学院)

代兴碧 (重庆医科大学公共卫生学院)

许秀举 (内蒙古科技大学包头医学院)

刘 萍 (山东大学公共卫生学院)

孙长颢 (哈尔滨医科大学公共卫生学院)

茅 力 (南京医科大学公共卫生学院)

陈云生 (南华大学公共卫生学院)

陈大义 (四川省卫生管理干部学院)

严浩英 (四川大学华西公共卫生学院)

鲁 力 (广西医科大学公共卫生学院)

黎源倩 (四川大学华西公共卫生学院)

秘 书 邹晓莉 (四川大学华西公共卫生学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

食品理化检验/黎源倩主编. —北京:
人民卫生出版社, 2006. 3

ISBN 7-117-07431-0

I. 食… II. 黎… III. 食品检验 IV. TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 007359 号

本书本印次封底贴有防伪标, 请注意识别。

食品理化检验

主 编: 黎源倩

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

邮购电话: 010-67605754

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 19

字 数: 486 千字

版 次: 2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-07431-0/R·7432

定 价: 27.00 元

版权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国高等学校卫生检验专业规划教材

出版说明

为了进一步促进卫生检验专业的人才培养和学科建设,以适应我国公共卫生建设和公共卫生人才培养的需要,全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室于2005年开始组织编写了国内第一套供卫生检验专业使用的规划教材。

该套教材由国内近20所开办卫生检验专业的医药卫生院校的一线专家参加编写,在编写过程中紧紧围绕该专业的培养目标;注重教材编写的“三基”(基本理论、基本知识、基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性);强调卫生检验专业与预防医学专业及临床检验专业等相关教材的区别与联系;注重整套教材的整体优化与互补,旨在培养具备预防医学基本理论知识和卫生检验技能,能在疾病控制中心、环境卫生或食品卫生监测等机构工作的高级卫生检验人才。

该套教材共有10种,于2006年7月全部出版。

全国高等学校卫生检验专业规划教材

编写委员会

主任委员: 陈学敏 (华中科技大学)

副主任委员: 张朝武 (四川大学)

委员: 周宜开 (华中科技大学)

孙成均 (四川大学)

邹学贤 (昆明医学院)

陈大义 (四川省卫生管理
干部培训学院)

冀元棠 (安徽医科大学)

毋福海 (广东药学院)

王 充 (中山大学)

孙长颢 (哈尔滨医科大学)

和彦苓 (内蒙古科技大学)

康维钧 (河北医科大学)

代学碧 (重庆医科大学)

黎明兰 (吉林大学)

王志玉 (山东大学)

刘桂芬 (山西医科大学)

茅 力 (南京医科大学)

陈 廷 (济宁医学院)

邓学良 (南华大学)

全国高等学校卫生检验专业规划教材目录

1. 《食品理化检验》
主 编：黎源倩
副主编：孙长颢 叶蔚云 代兴碧
2. 《生物材料检验》
主 编：孙成均
副主编：冀元棠 王爱国
3. 《免疫学检验》
主 编：徐顺清 刘衡川
副主编：黎明兰 宋 宏
4. 《分析化学》
主 编：邹学贤
副主编：赵云斌 高希宝
5. 《病毒学检验》
主 编：李洪源 王志玉
副主编：裴晓芳
6. 《细菌学检验》
主 编：张朝武
副主编：唐 非 黄升海
7. 《水质检验》
主 编：张克荣
副主编：康维均 张翼祥
8. 《空气检验》
主 编：吕昌银 毋福海
副主编：杜晓燕 刘 萍
9. 《临床与职业卫生检验》
主 编：牛 侨
副主编：吴永会 陈 锋 张春之
10. 《卫生检验检疫》
主 编：周宜开
副主编：张德纯 苏 虹

前 言

为了适应 21 世纪教学改革和公共卫生事业的发展,2004 年 12 月经卫生部预防医学教材评审委员会批准编写一套“卫生检验专业规划教材”。《食品理化检验》是卫生检验专业中的一门重要专业课程,被列入本次规划教材中。2005 年 4 月在武汉召开了卫生检验专业规划教材主编人会议,明确了本套教材编写的指导思想和编写原则,并讨论了部分教材的编写大纲及参编人员等事项。同时《食品理化检验》教材的编者在会上认真讨论了教材的编写原则,确定了编写大纲并落实了编写任务。2005 年 8 月《食品理化检验》教材定稿会在昆明召开,全体编者仔细审阅了书稿,并提出了宝贵的修改意见。

本教材在编写前和编写过程中广泛征求了兄弟院校卫生检验专业师生对本教材编写的意见。为适应新世纪科学技术和本学科发展的需要,在原有教材的基础上,本教材加强了食品样品前处理的内容,增加了兽药残留、保健食品和转基因食品的检验等三章,删除了与《仪器分析》重复的内容、陈旧的分析方法和实验,补充了新的检验方法和实验,增强了本教材的系统性、实用性和新颖性。

本书以我国国家标准中食品卫生检验方法理化部分为基础,参考近年来 AOAC、ISO 等国外先进的检测方法,系统地阐明检验方法的原理和实验操作的关键步骤;注重基本理论、基本知识和基本技能的培养,以提高学生的理论水平和实际动手能力;适当介绍本学科的新理论、新知识和新技术,拓宽学生的知识面,了解学科发展的前沿,使本教材具有思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。

根据卫生检验专业人才的培养目标,全书共十五章,包括绪论、食品样品的采集和前处理、食品中营养成分、保健食品中功效成分、食品添加剂、食品中有毒有害物质、食品容器和包装材料、食品中转基因成分的检验、几类常见食品的卫生检验、化学性食物中毒的快速检验以及学生实验教程。每章后附有复习思考题,附录中列有重要的中英文专业名词对照。

本教材适用于卫生检验专业本科学生,亦可作为预防医学专业的教材,以及各级疾病预防控制中心、质检和商检部门专业人员的参考书以及各级卫生检验人才培训、自学提高和研究生教学参考用。

本书在编写和出版过程中,得到了四川大学有关领导的重视,昆明医学院的领导和卫生化学教研室的同仁为定稿会提供了帮助和支持,本书主要参考了鲁长豪教授主编的《食品理化检验学》,在此一并致以诚挚的谢意。

限于编者的水平,书中难免有错误和疏漏,恳请使用本书的师生和读者批评指正。

编 者

2005 年 10 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 食品理化检验的任务、作用和发展趋势	1
一、食品理化检验的任务和作用	1
二、食品理化检验的发展趋势	1
第二节 食品理化检验的内容	2
一、食品感官检查	3
二、食品营养成分的检验	3
三、保健食品的检验	3
四、食品添加剂的检验	3
五、食品中有毒有害成分的检验	4
六、食品容器和包装材料的检验	5
七、化学性食物中毒的快速鉴定	5
八、转基因食品的检验	5
第三节 食品理化检验常用的方法	6
一、感官检查	6
二、物理检测	7
三、化学分析法	10
四、仪器分析法	10
五、酶分析法和免疫学分析法	10
第四节 食品卫生标准和标准分析方法	10
一、我国食品卫生标准的制定	10
二、国内外食品卫生标准简介	11
三、标准分析方法的制定	12
第五节 食品理化检验结果的质量控制	14
第二章 食品样品的采集、保存和处理	15
第一节 食品样品的采集和保存	15
一、食品样品的采集	15
二、食品样品的保存	17
第二节 食品样品的前处理	18
一、食品样品的制备	18
二、食品样品的前处理	19

第三章 食品的营养成分分析	28
第一节 概述	28
一、食物中营养成分的主要来源	28
二、食物营养成分与健康的关系	28
三、测定食品中营养成分的意义	29
四、食品中营养成分的分析	29
第二节 食品中水分的测定	29
一、概述	29
二、食品中水分的测定方法	30
第三节 食品中蛋白质和氨基酸的测定	32
一、概述	32
二、食品中蛋白质的测定方法	32
三、食品中氨基酸的测定	34
第四节 食品中脂肪的测定	40
一、概述	40
二、食品中脂肪的测定	41
第五节 食品中碳水化合物的测定	42
一、概述	42
二、还原糖的测定	43
三、蔗糖的测定	46
四、淀粉的测定	47
五、纤维的测定	48
第六节 食品中维生素的测定	48
一、概述	48
二、脂溶性维生素的测定	49
三、水溶性维生素的测定	53
第七节 食品中灰分及有关元素的分析	58
一、食品中灰分的测定	58
二、食品中锌、铁、铜、钙的测定	59
三、食品中硒、磷、碘的测定	62
四、食品中多元素的同时测定	64
第四章 保健食品功效成分的检验	66
第一节 概述	66
一、保健食品的概念	66
二、保健食品管理的技术法规及技术要求	66
三、保健食品的检测方法	67
第二节 保健食品中人参皂苷和总皂苷的测定	67
一、概述	67

二、高效液相色谱法测定保健食品中人参皂苷	68
三、分光光度法测定保健食品中的总皂苷	69
第三节 保健食品中总黄酮的测定	69
一、概述	69
二、分光光度法	70
三、铝配合物分光光度法	70
第四节 保健食品中粗多糖的测定	71
一、概述	71
二、苯酚-硫酸分光光度法	72
第五节 保健食品中原花青素的测定	72
一、概述	72
二、铁盐催化分光光度法	73
三、香草醛-盐酸分光光度法	74
四、高效液相色谱法	74
第六节 保健食品中红景天苷的测定	74
一、概述	74
二、高效液相色谱法	75
三、示波极谱法	76
第五章 食品添加剂的分析	77
第一节 概述	77
一、食品添加剂的定义与分类	77
二、食品添加剂的要求与规定	77
三、食品添加剂的检测意义与方法	78
第二节 食品中甜味剂的测定	78
一、概述	78
二、食品中糖精(钠)的测定	79
三、食品中环己基氨基磺酸钠的测定	80
第三节 食品中防腐剂的测定	82
一、概述	82
二、山梨酸和苯甲酸的测定	82
第四节 食品中抗氧化剂的检验	84
一、概述	84
二、食品中丁基羟基茴香醚和二丁基甲苯的检验	84
三、食品中没食子酸丙酯的检验	86
第五节 食品中着色剂的检验	86
一、概述	86
二、高效液相色谱法	90
第六节 食品中漂白剂的检验	90

一、概述	90
二、盐酸副玫瑰苯胺法	91
第六章 食品中农药残留量的分析	93
第一节 概述	93
一、食品中农药残留检验的特点	93
二、样品前处理	93
三、检验技术简介	97
第二节 有机氯农药残留量的检验	97
一、概述	97
二、食品中六六六、滴滴涕残留量的测定	99
第三节 有机磷农药残留量的检验	100
一、概述	100
二、食品中有机磷农药残留量的测定	102
第四节 氨基甲酸酯类农药残留量的检验	104
一、概述	104
二、食品中氨基甲酸酯农药残留量的测定	106
第五节 食品中拟除虫菊酯农药残留的检验	108
一、概述	108
二、食品中拟除虫菊酯农药残留量的测定	109
第七章 食品中兽药残留检验	112
第一节 概述	112
一、兽药和兽药残留	112
二、食品中兽药残留的来源	112
三、兽药残留的危害	112
四、兽药残留限量标准和检验	113
第二节 食品中抗生素类兽药残留检验	114
一、四环素类抗生素的残留检验	114
二、氯霉素类抗生素的残留检验	116
三、磺胺类兽药残留检验	117
四、硝基咪唑类兽药残留检验	119
第三节 盐酸克伦特罗残留的检验	120
一、概述	120
二、盐酸克伦特罗兽药残留的检验	120
第四节 激素类兽药残留的检验	122
一、概述	122
二、HPLC法测定畜禽肉中己烯雌酚残留	123

第八章 霉菌毒素检验	125
第一节 概述	125
一、霉菌及霉菌毒素	125
二、霉菌毒素的命名与分类	125
三、霉菌毒素的产生条件	125
四、毒性与危害	126
第二节 黄曲霉毒素的检验	126
一、概述	126
二、薄层色谱法	128
三、酶联免疫吸附测定法	129
四、高效液相色谱测定法	129
五、微柱筛选法	130
第三节 赭曲霉毒素 A 的检验	130
一、概述	130
二、薄层色谱法	131
第四节 展青霉素的检验	132
一、概述	132
二、双向薄层扫描测定法	133
第五节 脱氧雪腐镰刀菌烯醇和雪腐镰刀菌烯醇的检验	133
一、概述	133
二、脱氧雪腐镰刀菌烯醇的薄层色谱测定法	134
三、酶联免疫吸附测定法	135
四、薄层色谱法(同时测定)	136
第六节 T-2 毒素的检验	137
一、概述	137
二、酶联免疫吸附测定法(间接法)	137
第七节 玉米赤霉烯酮的检验	138
一、概述	138
二、分析方法	139
第九章 食品中其他化学污染物的检验	140
第一节 食品中有害金属铅、砷、汞、镉的检验	140
一、食品中铅的检验	140
二、食品中砷的检验	142
三、食品中汞的检验	144
四、食品中镉的检验	146
第二节 食品中 N-亚硝基类化合物的检验	147
一、概述	147
二、气相色谱-热能分析法(GT-TEA)	149

• 6 • 食品理化检验

三、气相色谱-质谱法	149
四、分光光度法	150
第三节 食品中苯并(a)芘的检验	151
一、概述	151
二、荧光分光光度法	151
三、目测比色法	153
第四节 食品中多氯联苯的检验	153
一、概述	153
二、海产品中多氯联苯的气相色谱测定法	154
第五节 食品中氯丙醇的检验	155
一、概述	155
二、气相色谱-质谱法测定	156
第六节 食品中丙烯酰胺的检验	157
一、概述	157
二、检验方法	158
第十章 几类常见食品的卫生检验	160
第一节 粮食的卫生检验	160
一、概述	160
二、粮食中磷化物的测定	160
三、粮食中马拉硫磷的测定	162
四、粮食中氯化苦的测定	163
第二节 食用油脂的卫生检验	164
一、概述	164
二、过氧化值的测定	165
三、酸价的测定	167
四、羰基价的测定	167
五、极性组分的测定	168
六、游离棉酚的测定	168
第三节 肉与肉制品的卫生检验	169
一、概述	169
二、挥发性盐基氮的测定	170
第四节 水产品的卫生检验	171
一、概述	171
二、水产品中组胺的测定	171
三、水产品中无机砷的分离测定	172
四、水产品中甲基汞的分离测定	173
第五节 乳与乳制品的卫生检验	174
一、概述	174

二、乳与乳制品中脂肪的测定	175
三、乳与乳制品酸度的测定	176
第六节 酒的卫生检验	176
一、概述	176
二、酒中甲醇和高级醇类的同时测定	177
三、酒中甲醇的测定	178
四、酒中杂醇油的测定	180
五、酒中氰化物的测定	180
六、酒中锰的测定	181
第十一章 食品中转基因成分的检验	183
第一节 概述	183
一、转基因食品的相关定义	183
二、转基因食品的特征	183
第二节 食品转基因成分的检验	185
一、应用 PCR 技术检测外源 DNA	185
二、转基因食品中外源基因表达产物的检测	192
第三节 基因芯片技术在转基因食品检验中的应用	193
一、基因芯片技术的定义	193
二、基因芯片技术的检测	193
三、基因芯片技术在转基因食品检验中的应用	194
第十二章 食品容器和包装材料的卫生检验	197
第一节 样品的采集、制备与浸泡试验	197
一、样品的采集与制备	197
二、样品的浸泡检验	198
三、样品体积、面积的计算	199
四、结果和评价	200
第二节 食品用塑料制品的卫生检验	200
一、概述	200
二、塑料鉴别的常用方法	201
三、食品用塑料制品的卫生检验	202
第三节 食品用橡胶制品的卫生检验	204
一、常用橡胶的种类与鉴别	205
二、橡胶制品的检验	205
第四节 食品容器涂料及食品包装用纸的卫生检验	206
一、食品容器涂料的种类	206
二、食品容器涂料的检验	207
三、食品包装用纸的检验	207

第五节 陶瓷、搪瓷、不锈钢和铝制品的检验	208
一、概述	208
二、样品的采集与浸泡	208
三、陶瓷、搪瓷、不锈钢和铝制品的检验	209
第十三章 化学性食物中毒的快速检验	210
第一节 概述	210
一、化学性食物中毒的概念	210
二、毒物的分类	210
三、化学性食物中毒快速检验的程序	211
四、化学性食物中毒快速检验方法	211
第二节 水溶性毒物的快速检验	211
一、分离提取	211
二、亚硝酸盐的快速检验	212
第三节 挥发性毒物的快速检验	213
一、挥发性毒物的分离	213
二、氰化物的快速检验	213
第四节 不挥发性有机毒物的快速检验	214
一、不挥发性有机毒物的分离提取	214
二、巴比妥类安眠药的快速检验	215
三、生物碱类的快速检验	216
第五节 金属毒物的快速检验	217
一、概述	217
二、雷因许氏预试验	218
三、砷的确证试验	218
四、汞的确证试验	219
五、钡的快速检验	219
第六节 农药的快速检验	220
一、有机磷农药的快速筛选	220
二、化学定性鉴定法	220
三、有机磷农药的定量测定方法	222
第七节 灭鼠药的快速检验	222
一、磷化锌的检验	222
二、敌鼠的检验	223
三、毒鼠强的检验	223
四、氟乙酰胺的检验	224
第八节 有毒动植物的快速检验	225
一、河豚毒素的快速检验	225
二、毒蕈的快速检验	225

第十四章 食品掺伪的检验	227
第一节 概述	227
一、食品掺伪的概念	227
二、食品掺伪的特点	227
三、食品掺伪的检验程序	228
第二节 乳与乳粉掺伪的检验	228
一、牛乳掺伪的检验	228
二、乳粉掺伪的检验	229
第三节 调味品掺伪的检验	229
一、酱油掺伪的检验	229
二、味精掺伪的检验	230
第四节 掺伪食品中非食用添加剂的检验	231
一、食品中非食用色素的检验	231
二、食品中禁用漂白剂的检验	232
三、食品中禁用防腐剂的检验	233
第五节 其他食品掺伪的检验	234
一、木耳掺伪的检验	234
二、食品中掺非食用油的检验	234
三、食品中掺洗衣粉的检验	235
第十五章 实验教程	237
实验一 食品中水分的测定	237
实验二 脂肪的测定	238
实验三 食品中蛋白质的测定	240
实验四 原子吸收光度法测定食品中锌和铜的含量	243
实验五 原子吸收光度法测定食品中铅的含量	244
实验六 荧光分光光度法测定食品中维生素 B₂ 的含量	246
实验七 高效液相色谱法测定食品中维生素 C 的含量	248
实验八 高效液相色谱法测定食品中 B 族维生素	249
实验九 分光光度法测定海带中碘含量	251
实验十 分光光度法测定食品中总砷	252
实验十一 高效液相色谱法测定饮料中糖精钠、苯甲酸和山梨酸	253
实验十二 纸色谱法测定饮料中人工合成色素	255
实验十三 气相色谱法测定白酒中甲醇和杂醇油的含量	256
实验十四 气相色谱法测定食品中有机氯农药残留量	258
实验十五 粮食中黄曲霉毒素 B₁ 的薄层色谱测定法	259
实验十六 高效液相色谱法测定保健食品中红景天苷	261
实验十七 保健食品中总黄酮的测定	262
实验十八 化学性食物中毒的快速检验	263

实验十九 气相色谱-质谱联用法测定食品中的 3-氯-1, 2-丙二醇	267
附录一 中华人民共和国食品卫生法	270
附录二 专业名词中英文对照表 (按英文字母顺序排列)	277
参考文献	284

第一章

绪 论

第一节 食品理化检验的任务、作用和发展趋势

一、食品理化检验的任务和作用

食品理化检验 (physical and chemical analysis of food) 是卫生检验专业中的一门重要专业课程, 是以分析化学、营养与食品卫生学、食品化学为基础, 采用现代分离、分析技术, 研究食品营养成分和与食品安全有关成分的理化检验原理和方法的一门学科, 也是一门多学科交叉、应用性很强的学科。它在保障食品安全和与食品有关的科学研究中占有越来越重要的地位。

“民以食为天, 食以安为先”——食品是人类赖以生存和发展的物质基础, 食品安全是直接关系到人民身体健康和社会稳定的重大公共卫生问题。根据我国的食品卫生法, “食品应当无毒、无害, 符合应当有的营养要求, 具有相应的色、香、味等感官性状”。因此, 食品品质的优劣不仅在于营养成分的高低, 还在其色、香、味是否符合应有的感官要求, 更重要的是食品中是否存在有毒有害的物质, 是否会对人体健康造成危害, 这就需要采用现代分离、分析技术对食品进行检验。

为了不断提高食品的质量, 确保食品安全, 我国制定了评定食品品质的各类标准, 如食品的国家卫生标准、部颁标准和企业标准等。各种食品是否符合其质量和卫生标准, 必须以食品检验的结果为依据。由于食品在生产、加工、包装、运输和储存过程中可能受到化学物质、霉菌毒素和其他有害成分的污染, 农药和兽药的滥用、添加剂的不合理使用以及环境污染等都使得食品的安全难于得到保障。因此, 从食品的生产源头到餐桌, 必须对食品的原料、辅料、半成品及成品的质量进行全面的检验。此外, 在开发食品新资源、试制新产品、改革食品生产加工工艺、改进产品包装等各个环节以及进出口食品贸易中, 均需对食品进行相关的检验。

因此, 食品理化检验的主要任务是对食品中的营养成分和有毒有害的化学物质进行定性和定量检验, 研究食品理化检验的方法、理论和新分离、分析技术。随着预防医学和卫生检验学的不断发展, 食品理化检验在确保食品安全和保护人民健康中将发挥更加重要的作用。

二、食品理化检验的发展趋势

随着科学技术的迅猛发展, 特别是 21 世纪, 食品理化检验采用的各种分离、分析技术和方法得到了不断完善和更新。许多高灵敏度、高分辨率的分析仪器已经越来越多地应用于食品理化检验中。目前, 在保证检测结果的精密度和准确度的前提下, 食品理化检验正向着微量、