

声 明

本电子书由中国农业出版社数字出版，相关权利归中国农业出版社拥有。读者、著作权人和（或）依法可以行使著作权的权利人如有疑问，请与中国农业出版社联系：

地址：北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮编：100026

电话：010-64194921 010-65005894

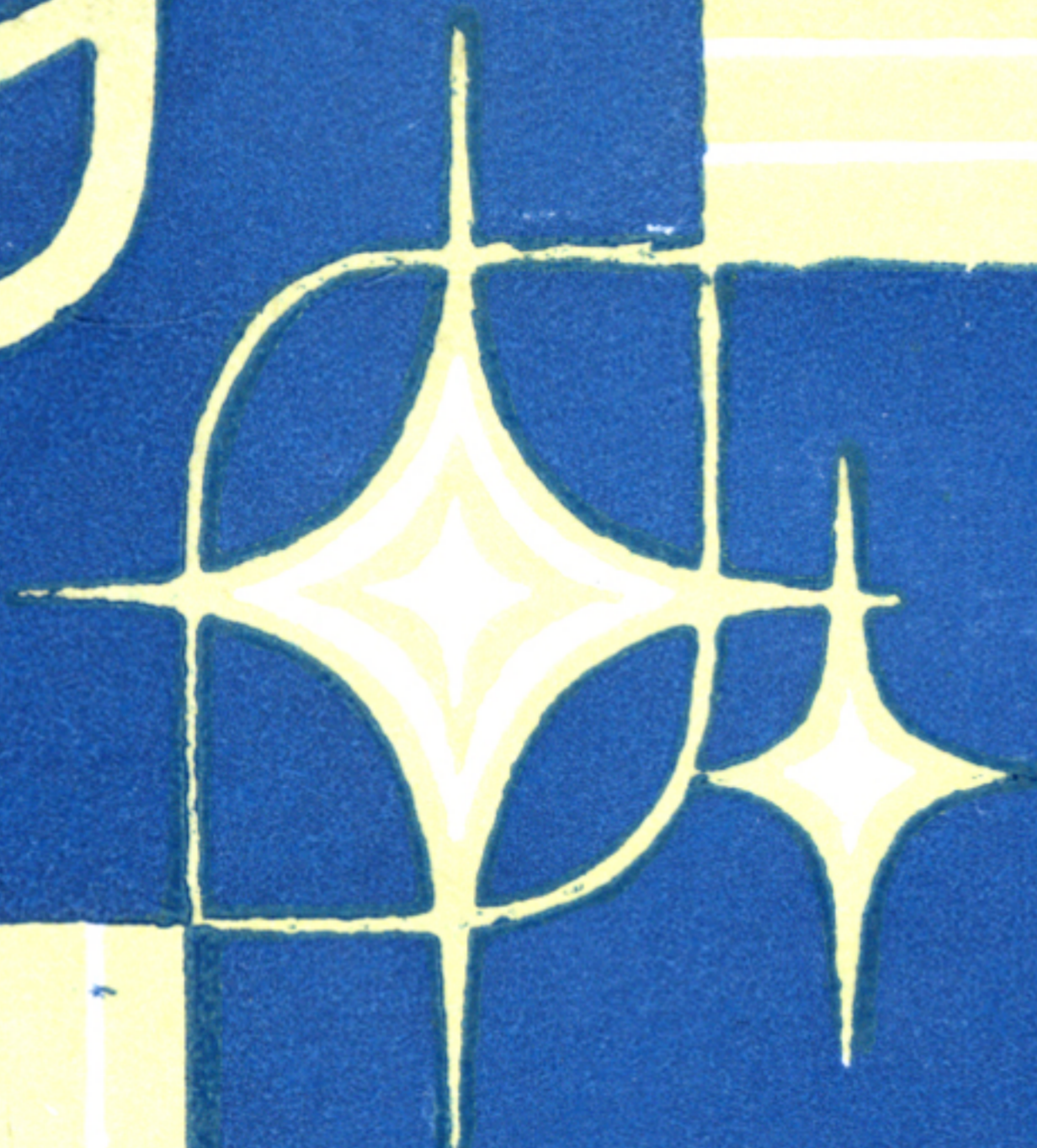
E-mail:lishanzhao@sina.com

中国农业出版社



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



动物性食品 卫生理化检验

● 王秉栋 主编

● 兽医公共卫生专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

动物性食品卫生理化检验

王秉栋 主编

兽医公共卫生专业用

中国农业出版社

前 言

《动物性食品卫生理化检验》是经全国高等农业院校教材指导委员会1988年12月全体会议复审通过，并被列入“七五”指令性规划的教材。由于本教材是我国高等农业院校新增设的“兽医公共卫生专业”的专业教材之一。因此，于1989年11月在扬州市召开了教材编写研讨会，出席会议的25名代表，他们来自全国各地22所院校。会议期间，听取了主审和参审人对“编写大纲”的审查意见，与会代表提出建设性意见近百条。此外，还收到云南、华中、河北、上海、石河子、内蒙古、贵州七所农业院校寄来的书面意见30余条。故本书是在广泛征求意见，集思广益，力求达到教材指导委员会提出的“高水平 and 高质量”要求下撰写完成。

本书是我国第一部有关动物性食品卫生理化检验专著，共分理论与实验两大部分。是适应我国食品卫生法的需要，以我国国家标准“食品卫生检验方法（理化部分）”为基础，参考“Association of Official Analytical Chemists”〔（美国）分析化学家协会〕等先进国家标准分析方法，适当介绍新知识、新技术和新进展，统一用国际标准化组织（International Standard Office）规定，取消当量和当量浓度。全书力求从理论上系统地阐述食品理化分析基础、实验方法原理、实验要点、试剂作用及方法评价；并力求操作技术标准化与规范化及质量控制。书中还增写了动物性食品中抗生素残留、激素残留、掺假及病畜（禽）肉快速检测内容，这在国内外同类教材中未见的。

本教材实验部分邀请了陈衍基（湖南农学院）、王自振（河南农业大学）、张彦明（西北农业大学）、李洪军（西南农业大学）、张荣（四川畜牧兽医学院）、王三虎（河南农业技术师范学院）、曲祖一（锦州畜牧兽医学校）、李松彪（豫西农业专科学校）、霍金文（辽宁省商业专科学校）同志参加部分内容编写和实验方法验证等工作；本书在编写中还得到刘占杰教授（甘肃农业大学）、廖家棠教授（四川农业大学）、马成林讲师（中国人民解放军兽医大学）、陆森如讲师（杭州商学院）、余锐萍讲师（北京农业大学）、陈一资讲师（四川农业大学）、故文瑞副教授（青海省畜牧兽医学院）、牛庆恕副教授（山东农业大学）、上官新晨讲师（江西农业大学）、吕加平（东北农学院）、吴定（凤阳安徽农业技术师范学院）、蒋云升讲师（扬州商业专科学校）等同志支持，并提出了许多宝贵意见，深致谢忱。

由于编者才菲力薄，笔难从心，书中不妥之处，希望各兄弟院校在使用过程中不断总结经验，提出修改意见，使得这门新的学科不断充实和完善。

编 者

1991年10月

目 录

绪论	1
一、本课程设置目的、意义及任务	1
二、本课程与其它学科的关系及学习要求	2
三、食品卫生理化检验发展简史及其前景	2

理 论 部 分

第一篇 动物性食品卫生理化分析基础

第一章 理化分析实验室的设置及管理	7
一、理化分析实验室的设计及设施	7
二、理化分析常用仪器设备及使用要点	8
三、实验室安全与管理	14
四、分析结果的报告与签发	16
第二章 动物性食品卫生理化检验概论	17
第一节 采样与取样原理及其技术	17
一、采样法的基本概念	17
二、抽样法的原理与特点	17
三、抽样法类型	17
四、取样方法	18
五、采样与送检原则	18
六、试样保存	19
第二节 样品分析前的处理原理与技术	19
一、试样的制备	19
二、试样分析前的处理	20
第三节 样品净化与浓缩(富集)	27
一、试样净化	27
二、样液浓缩(富集)法	36
第三章 数据处理与质量控制	37
第一节 理化分析的误差与不确定度原理及其应用	37
一、基本概念	37
二、误差的表示方法	38
三、提高分析结果准确度的措施	38
第二节 分析结果的数据处理	39
一、有效数字及数字修约规则	39

二、可疑值的舍弃	40
三、计量资料的统计分析	41
四、离散程度指标——标准差、变异系数、分析系数	42
五、可信区间的估计	44
六、关于回收率的计算	45
七、标准曲线的直线回归制作	45
八、显著性测验	46
第三节 理化分析的质量控制原理及其应用	47
一、全面质量控制基本内容	47
二、质量控制图在食品分析中的应用	50
第二篇 动物性食品的营养成分分析	
第四章 动物性食品中水分与水分活性测定	54
第一节 动物性食品中水分与水分活性概况	54
第二节 测定意义与含量参数及卫生标准	55
一、测定意义	55
二、动物性食品中水分含量参数与卫生标准	55
第三节 测定方法概述	57
一、水分测定方法概述	57
二、水分活性测定方法概述	57
第五章 动物性食品中脂肪、脂肪酸与胆固醇及其测定	58
第一节 动物性食品中脂肪、脂肪酸与胆固醇概况	58
第二节 测定意义与含量参数及卫生标准	59
一、测定意义	59
二、动物性食品中脂肪、脂肪酸与胆固醇含量参数及卫生标准	61
第三节 测定方法概述	64
一、脂肪测定方法概述	64
二、脂肪酸测定方法概述	66
三、胆固醇测定方法概述	67
第六章 动物性食品中蛋白质、氨基酸及其测定	67
第一节 动物性食品蛋白质、氨基酸概况	67
一、食物蛋白质分类	68
二、食物蛋白质的评价	68
三、食物蛋白质的消化率	69
第二节 测定意义与动物性食品中蛋白质、氨基酸含量参数	70
一、测定意义	70
二、动物性食品中蛋白质与氨基酸含量参数	73
第三节 测定方法概述	74
一、凯氏定氮法	75
二、改良双缩脲分光光度法	76
三、氨基酸分析——自动分析仪法	77

第七章 动物性食品中灰分及其测定	78
第一节 动物性食品灰分概况	78
第二节 测定意义	79
第三节 测定方法概述	79
第八章 动物性食品中矿物质、微量元素及其测定	80
第一节 动物性食品中矿物质、微量元素概况	80
一、动物性食品中的钙	80
二、动物性食品中的磷	80
三、动物性食品中的铁	81
四、动物性食品中的镁	81
五、动物性食品中的锌	81
六、动物性食品中的硒	82
七、动物性食品中的碘	82
第二节 测定意义与含量参数及卫生标准	82
第三节 测定方法概述	86
一、钙测定方法概述	86
二、磷测定方法概述	87
三、铁测定方法概述	87
四、镁测定方法概述	89
五、锌测定方法概述	90
六、硒测定方法概述	91
七、碘测定方法概述	92
第九章 动物性食品中维生素及其测定	92
第一节 动物性食品中维生素概况	92
一、动物性食品中维生素A	93
二、动物性食品中维生素B ₁	94
三、动物性食品中维生素B ₂	95
四、动物性食品中维生素C	95
五、动物性食品中维生素D	96
六、动物性食品中维生素E	96
第二节 测定意义与含量参数及膳食需要量	97
第三节 测定方法概述	100
一、维生素A测定方法概述	100
二、维生素B ₁ 测定方法概述	100
三、维生素B ₂ 测定方法概述	101
四、维生素C测定方法概述	102
五、维生素D测定方法概述	103
六、维生素E测定方法概述	103
第十章 动物性食品中糖原、乳糖及其测定	104
第一节 动物性食品中糖原及乳糖概况	104
第二节 检测动物性食品中糖原和乳糖的卫生学意义	105

第三节 测定方法概述	105
一、糖原测定方法	105
二、乳糖测定方法	106
第三篇 动物性食品卫生学检测	
第十一章 动物性食品pH值及其测定	108
第一节 肌肉pH值的变化	108
第二节 影响肉pH值变化的因素	108
第三节 肉pH测定的卫生学意义	109
第四节 测定方法概述	111
一、指示剂目测比色法	111
二、电位法	111
第十二章 动物性食品中蛋白质腐败变质及其检测	111
第一节 动物性食品腐败变质概况	111
第二节 测定意义与卫生标准	113
一、蛋白质腐败变质的检测意义	113
二、卫生标准与参数	115
第三节 测定方法概述	115
一、TVBN检测——半微量定氮法	115
二、氨检测——酚次氯酸钠分光光度比色法	116
三、组织胺检测——偶氮反应分光光度比色法	116
四、三甲胺检测——苦味酸分光光度法	117
五、吲哚检测——对二甲氨基苯甲醛分光光度法	117
第十三章 动物性食品中脂肪酸败变质及其检测	118
第一节 动物性食品中脂肪酸败变质的概况	118
第二节 检测动物油脂酸败变质意义	118
第三节 动物油脂卫生标准与参数	119
一、酸价	119
二、过氧化值	119
三、碘价	119
四、皂化价	119
五、硫代巴比妥酸值	119
第四节 测定方法概述	119
一、油脂酸价测定——氢氧化钾滴定法	119
二、油脂过氧化值测定——硫代硫酸钠滴定法	120
三、碘价测定——硫代硫酸钠滴定法	120
四、皂化价测定——盐酸滴定法	120
五、油脂硫代巴比妥酸法测定	120
第十四章 动物性食品添加剂及其测定	121
第一节 食品添加剂概况	121
一、食品添加剂定义	121

二、食品添加剂种类与用途	121
三、食品添加剂使用原则	127
第二节 食品添加剂测定意义与卫生标准及参数	127
一、食品添加剂测定意义	127
二、食品添加剂卫生标准与参数	128
第三节 测定方法概述	130
一、肉制品中亚硝酸盐与硝酸盐检测	130
二、肉制品及油脂中丁基羟基茴香醚 (BHA)、二丁基羟基甲苯 (BHT)、没食子酸丙酯 (PG) 检测	132
三、肉制品中山梨酸、苯甲酸检测——气相色谱法	132
四、肉制品中磷酸盐检测——原子吸收分光光度法	133
五、食品中着色剂的检测——纸色谱或薄层色谱法	133
六、肉制品中氯化钠检测——电位滴定法	134
第十五章 动物性食品中掺假及其检测	134
第一节 动物性食品中掺假的概况	134
第二节 动物性食品掺假方式及其规律特点	135
第三节 动物性食品掺假检测的意义	135
第四节 动物性食品掺假系统化检测及检测要点	136
第五节 动物性食品掺假检测方法概述	137
一、肉制品掺假检测	137
二、乳及乳制品掺假的检测	138
三、蜂蜜掺假的检测	141
第十六章 病畜(禽)肉及其快速检测	143
第一节 集贸市场病畜(禽)肉的概况	143
第二节 检测病畜(禽)肉的卫生学意义	144
第三节 病畜(禽)肉快速检测方法及其判定标准参数	144
一、过氧化物酶试验	144
二、硫酸铜肉汤反应	145
三、微生物毒素呈色反应	145
四、pH测定	145
五、酸度-氧化力系数测定	146
六、纳氏试剂氨反应法	146

第四篇 动物性食品中有害有毒污染物的检测

第十七章 动物性食品中有害有毒元素及其检测	147
第一节 动物性食品中有害有毒元素概况	147
一、食品中有害有毒元素的定义	147
二、食品中有害有毒元素来源及毒性	147
第二节 检测意义与卫生标准及参数	149
一、动物性食品中汞的检测意义与卫生标准	149
二、动物性食品中铅的检测意义与卫生标准	152
三、动物性食品中镉的检测意义与卫生标准	154

四、动物性食品中铜的检测意义与卫生标准	155
五、动物性食品中锡的检测意义与卫生标准	156
六、动物性食品中砷的检测意义与卫生标准	157
七、动物性食品中氟的检测意义与卫生标准	159
第三节 测定方法概述	161
一、动物性食品中汞的测定方法——冷原子吸收光度法	161
二、动物性食品中铅的测定方法	162
三、动物性食品中镉的测定方法	163
四、动物性食品中铜的测定方法	163
五、动物性食品中锡的测定方法——苯酚分光光度法	164
六、动物性食品中砷的测定方法	164
七、动物性食品中氟的测定方法——电极法	165
第十八章 动物性食品中农药残留及其检测	166
第一节 动物性食品中农药概况	166
一、食品中农药残留定义	166
二、食品中农药残留的来源及种类	166
第二节 检测意义与卫生标准	166
一、动物性食品中有机氯农残检测意义与卫生标准	166
二、动物性食品中有机磷农残的检测意义与卫生标准	169
三、动物性食品中氨基甲酸酯农残的检测意义与卫生标准	172
四、动物性食品中拟除虫菊酯类农残检测意义	173
第三节 测定方法概述	175
一、动物性食品中有机氯农残的测定方法	175
二、动物性食品中有机磷农残的测定方法	176
三、动物性食品中氨基甲酸酯类农残的检测方法	176
四、动物性食品中拟除虫菊酯类农残的检测方法	177
第十九章 动物性食品中致癌物质残留及其检测	177
第一节 动物性食品中致癌物质概况	177
一、食品中致癌物质定义	177
二、食品中致癌物质的来源	178
第二节 检测意义与卫生标准	179
一、动物性食品中黄曲霉毒素检测意义与卫生标准	179
二、动物性食品中苯并(a)芘检测意义与卫生标准	183
三、动物性食品中亚硝胺检测意义与卫生标准	185
四、动物性食品中多氯联苯检测意义与卫生标准	188
第三节 测定方法概述	189
一、动物性食品中黄曲霉毒素测定方法	189
二、动物性食品中苯并(a)芘测定方法	190
三、动物性食品中亚硝胺测定方法	191
四、动物性食品中多氯联苯测定方法	192
第二十章 动物性食品中抗生素残留及其检测	193

第一节 动物性食品中抗生素概况	193
一、食品中抗生素残留定义	193
二、动物性食品中抗生素的来源及毒性	193
第二节 检测意义与卫生标准	194
一、动物性食品中四环素类残留的检测意义与卫生标准	194
二、动物性食品中氯霉素残留的检测意义与卫生标准	196
三、动物性食品中青霉素类抗生素残留的检测意义与卫生标准	196
四、动物性食品中链霉素残留的检测意义与卫生标准	198
五、动物性食品中红霉素残留的检测意义与卫生标准	199
六、动物性食品中其它抗生素残留及卫生标准	200
第三节 测定方法概述	200
一、几个基本问题	200
二、几种测定方法的原理与评价	202
第二十一章 动物性食品中激素残留及其检测	205
第一节 畜牧业生产中激素使用概况	205
一、食品中激素残留定义	205
二、激素在畜牧生产中的使用简介	205
第二节 检测意义与卫生标准	206
一、食用动物使用激素的类型与毒性	206
二、食用动物体内激素残留及其代谢	208
三、动物性食品中激素的卫生标准	209
第三节 测定方法概述	210
一、荧光分光光度法	210
二、气相色谱法(GC)	211
三、高效液相色谱法(HPLC)	212
实 验 部 分	
总则	215
第二十二章 动物性食品中水分与水分活性测定方法	217
第一节 动物性食品中水分测定方法	217
一、加热干燥法	217
二、蒸馏法	218
三、红外线加热干燥法	219
第二节 动物性食品中水分活性测定方法	220
一、水分活性(A _w)测定仪法	220
二、溶剂萃取法	221
三、扩散法	222
第二十三章 动物性食品中脂肪、脂肪酸、胆固醇测定方法	224
第一节 动物性食品中脂肪测定方法	224
一、索氏脂肪抽提法	224

二、酸水解法	226
三、巴布科克改良法	227
四、氯仿-甲醇改良提取法	228
五、罗紫-哥特里法	229
六、盖勃氏法	230
第二节 动物性食品中脂肪酸测定方法	232
一、气相色谱法	232
二、高效液相色谱法	235
第三节 动物性食品中胆固醇测定方法——气相色谱法	236
第二十四章 动物性食品中蛋白质、氨基酸测定方法	238
第一节 动物性食品中蛋白质测定方法	238
一、凯氏定氮法	238
二、改良双缩脲法	241
第二节 氨基酸测定方法——自动分析仪法	243
第二十五章 动物性食品中灰分、无机盐、微量元素的测定方法	246
第一节 动物性食品中灰分测定方法	246
一、灰化法	246
二、醋酸镁灰化法	247
第二节 动物性食品中钙的测定方法	248
一、邻甲酚酞络合酮分光光度法	248
二、原子吸收分光光度法	250
第三节 动物性食品中磷的测定方法——磷钼蓝分光光度法	251
第四节 动物性食品中铁的测定方法	252
一、邻菲罗啉分光光度法	252
二、原子吸收分光光度法	254
第五节 动物性食品中镁的测定方法	254
一、钛黄分光光度法	254
二、原子吸收分光光度法	256
第六节 动物性食品中锌的测定方法	256
一、原子吸收分光光度法	256
二、双硫脲分光光度法	258
第七节 动物性食品中硒的测定方法	259
一、荧光分光光度法	259
二、气相色谱法	262
第八节 动物性食品中碘的测定方法——氯胺T分光光度法	263
第二十六章 动物性食品中维生素测定方法	264
第一节 维生素A测定方法	264
一、三氯化锑分光光度法	264
二、紫外分光光度法	267
第二节 维生素B ₁ 测定方法——硫色素荧光分光光度法	26 ⁷
第三节 维生素B ₂ 测定方法——光黄素荧光分光光度法	270

第四节 维生素 C 测定方法——荧光分光光度法	271
第五节 维生素 D 测定方法——紫外分光光度法	274
第六节 维生素 E 测定方法——气相色谱法	276
第二十七章 动物性食品中乳糖及糖原测定方法	277
第一节 动物性食品中乳糖测定方法	277
一、斐林氏滴定法	277
二、酶法	279
第二节 动物性食品中糖原测定方法	280
第二十八章 动物性食品中 pH 测定方法	283
一、电位法	283
二、比色法	284
第二十九章 动物性食品中蛋白质腐败变质检测方法	287
第一节 挥发性盐基氮的检测方法	287
一、半微量定氮法	287
二、微量扩散法	288
第二节 氨的检测方法	289
第三节 组织胺的检测方法	291
第四节 三甲胺的检测方法	293
第五节 吲哚的检测方法	294
第三十章 动物性食品中脂肪酸败变质检测方法	296
第一节 酸价的检测方法	296
第二节 过氧化值的检测方法	297
第三节 皂化价的检测方法	299
第四节 碘价的检测方法	300
第五节 油脂硫代巴比妥酸的检测方法	301
第三十一章 动物性食品中添加剂的检测方法	303
第一节 亚硝酸盐及硝酸盐的检测方法	303
一、亚硝酸盐测定——盐酸萘乙二盐显色分光光度法	303
二、硝酸盐测定——镉柱法	305
三、硝酸盐与亚硝酸盐的气相色谱法检测	306
第二节 氯化钠的检测方法	307
第三节 苯甲酸与山梨酸的检测方法	309
第四节 异抗坏血酸及异抗坏血酸钠的检测方法	310
第五节 丁基羟基茴香醚(BHA)、二丁基羟基甲苯(BHT)、没食子酸丙酯(PG)的检测方法	312
一、分光光度法	312
二、气相色谱法	314
三、高效液相色谱法	315
第六节 着色剂的检测方法	316
第三十二章 动物性食品中掺假的检测方法	318
第一节 肉制品中掺假的检测方法	318
一、肉制品中掺异源性肉的检测方法	318

二、肉制品中掺入植物性蛋白质的检测方法	319
三、肉制品中掺淀粉的检测方法	320
第二节 牛奶中掺假的检测方法	322
一、乳中掺水的检测方法	322
二、乳中掺淀粉、米汁及豆浆与豆饼水的检测方法	324
三、乳中掺中和剂的检测方法	324
四、乳中掺尿素与尿的检测方法	325
五、乳中掺防腐剂的检测方法	326
六、乳中掺中性盐及弱碱性盐的检测方法	328
七、乳中掺石灰水、洗衣粉的检测方法	329
八、奶粉中掺蔗糖的检测方法	329
第三节 蜂蜜掺假的检测方法	330
一、蜂蜜中掺蔗糖、饴糖、人工转化糖的检测方法	330
二、蜂蜜中掺淀粉的检测方法——碘试剂法	331
三、蜂蜜中掺羧甲基纤维素钠的检测方法——硫酸铜呈色法	332
四、蜂蜜中掺明矾的检测方法	332
五、蜂蜜中掺尿素的检测方法——丁二酮脒法	333
六、蜂蜜中掺食盐的检测方法	333
第三十三章 病畜(禽)肉快速的检测方法	334
一、肉中过氧化物酶的检测方法——联苯胺法	334
二、硫酸铜肉汤反应的检测方法	334
三、微生物毒素的呈色反应	335
四、钠(Nessler)氏试剂氨反应法	335
五、肉的pH检测	336
六、酸度-可氧化度比值的检测	336
第三十四章 动物性食品中有害有毒元素的检测方法	337
第一节 动物性食品中总汞与有机汞的检测方法	337
一、动物性食品中总汞的检测方法	337
二、动物性食品中有机汞的检测方法	339
第二节 动物性食品中总砷与无机砷检测方法	342
一、动物性食品中总砷的检测方法	342
二、动物性食品中无机砷的检测方法	346
第三节 动物性食品中铅的检测方法	349
一、双硫脲分光光度法	349
二、原子吸收分光光度法	351
三、催化极谱法	352
第四节 动物性食品中镉的检测方法	353
一、镉试剂分光光度法	353
二、原子吸收分光光度法	354
三、示波极谱法	355
第五节 动物性食品中锡的检测方法	356

一、苯芴酮分光光度法.....	356
二、示波极谱溶出法.....	358
第六节 动物性食品中铜的检测方法	359
一、原子吸收分光光度法.....	359
二、铜试剂分光光度法.....	360
三、示波极谱法	361
第七节 动物性食品中氟化物的检测方法	362
第三十五章 动物性食品中农药残留的检测方法.....	364
第一节 动物性食品中有机氯农药残留的检测方法	364
一、气相色谱法	364
二、薄层层析法	367
第二节 动物性食品中有机磷农药残留的检测方法——气相色谱法	371
第三节 动物性食品中氨基甲酸酯类农药残留的检测方法	374
一、分光光度法	374
二、气相色谱法	376
第四节 动物性食品中拟除虫菊酯农药的检测方法——气相色谱法	377
第五节 动物性食品中五氯酚钠的检测方法——气相色谱法	378
第三十六章 动物性食品中致癌物质残留的检测方法	380
第一节 动物性食品中亚硝胺的检测方法	380
一、气相色谱-热能分析法.....	380
二、高效液相色谱法.....	382
第二节 动物性食品中黄曲霉毒素的检测方法	382
一、薄层层析法	382
二、高效液相色谱法.....	386
第三节 动物性食品中苯并(a)芘的检测方法.....	387
一、荧光分光光度法.....	387
二、高效液相色谱法.....	390
第四节 动物性食品中多氯联苯的检测方法	391
一、气相色谱法	391
二、高效液相色谱法	392
第三十七章 动物性食品中抗生素残留的检测方法	392
第一节 动物性食品中四环素类抗生素残留的检测方法	392
一、荧光分光光度法.....	392
二、高效液相色谱法.....	395
第二节 动物性食品中青霉素类抗生素残留的检测方法	396
一、荧光分光光度法.....	396
二、高效液相色谱法.....	397
第三节 动物性食品中氨基糖甙类抗生素残留的检测方法	398
第四节 动物性食品中氯霉素残留的检测方法	399
第三十八章 动物性食品中激素残留的检测方法.....	400
第一节 动物性食品中雌激素测定——荧光分光光度法	400

第二节	动物性食品中己烯雌酚、双烯雌酚等测定——气相色谱法	402
第三节	动物性食品中16-次甲基甲地孕酮 (MGA) 测定——气相色谱法	405
第四节	动物性食品中雄激素测定——高效液相色谱法	407
附录:	相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖质量表	409