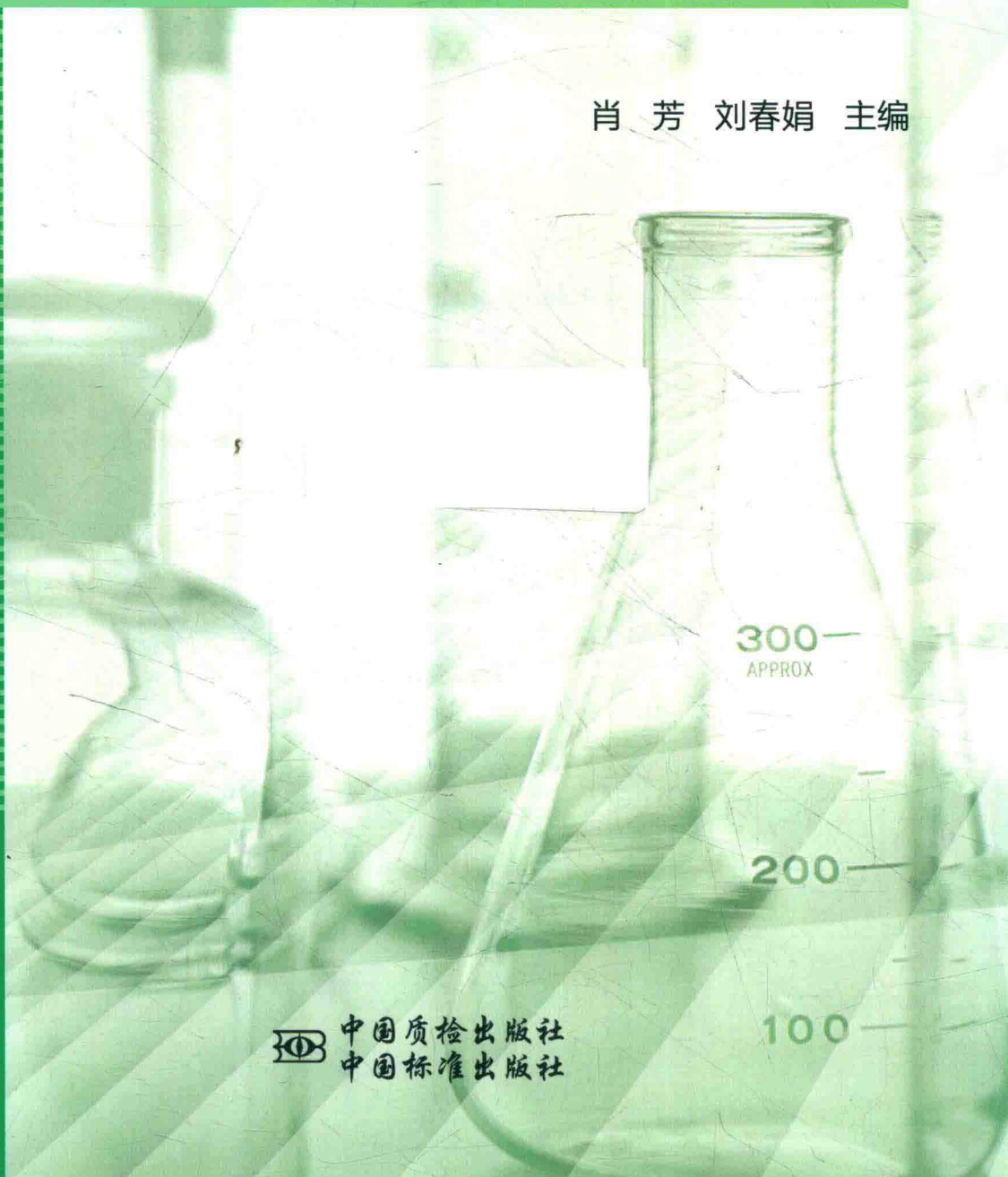




“十三五” 高职高专院校规划教材

食品理化检验技术

肖 芳 刘春娟 主编



中国质检出版社
中国标准出版社



“十三五”高职高专院校规划教材

食品理化检验技术

肖 芳 刘春娟 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

食品理化检验技术/肖芳,刘春娟主编. —北京:
中国质检出版社,2017.8

“十三五”高职高专院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5026 - 4449 - 9

I. ①食… II. ①肖… ②刘… III. ①食品检验—
高等职业教育—教材 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 162956 号

内 容 提 要

本书将理论知识和实践技能相结合,将国家相关职业资格标准、最新的食品安全国家标准及食品检验类技能大赛的内容融入到教材相应内容中,突出岗位操作技能,培养学生食品检验应具备的专项能力。主要内容包括食品理化检验的基础知识与技能、综合实训技能、食品安全检测高新技术等模块;检验准备、食品物理检验法、食品中一般成分的检验、食品中有毒有害物质的检验等 19 个项目;食品中水分的测定、食品中防腐剂的测定、食品中铁的测定、包装材料中全氟辛烷磺酸(PFOS)和全氟辛酸(PFOA)的测定等 46 个任务。

本书引用的标准和方法均为当前食品企业行业通用的标准和方法,旨在强化学生的技能训练,可作基本技能类相关专业的学生用书,也可作技能鉴定和岗位培训材料,还可供食品检验相关工作者及自学人员参考。

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室:(010) 68533533 发行中心:(010) 51780238

读者服务部:(010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 20.75 字数 460 千字

2017 年 8 月第一版 2017 年 8 月第一次印刷

*

定价:48.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

— 审 定 委 员 会 —

主 任：朱念琳（全国食品工业职业教育教学指导委员会 主任委员、教授）

委 员：（按姓氏笔画排序）

王飞生（清远职业技术学院 教授）

王洪新（江南大学 教授）

吉鹤立（上海市食品添加剂和配料行业协会 执行会长、教授）

任静波（黑龙江民族职业学院 教授）

杨玉红（鹤壁职业技术学院 教授）

杨清香（新疆轻工职业学院食品与生物技术学院 院长、教授）

李正英（内蒙古农业大学 教授）

肖海龙（杭州市食品药品检验研究所生测中心 主任、教授级高工）

何江红（四川旅游学院 教授）

张邦建（包头轻工职业技术学院食品与药品工程学院 院长、教授）

林玉桓（无锡商业职业技术学院 教授）

周胜银（湖北省产品质量监督检验研究院 副院长、教授级高工）

赵象忠（甘肃畜牧工程职业技术学院 教授）

钟志惠（四川旅游学院 教授）

姜旭德（黑龙江民族职业学院 教授）

钱志伟（河南农业职业学院食品工程学院 院长、教授）

彭亚锋（上海市质量监督检验技术研究院 教授）

— 本 书 编 委 会 —

主 编 肖 芳 (内蒙古锡林郭勒职业学院)
刘春娟 (吉林省经济管理干部学院)

副 主 编 朱建军 (内蒙古锡林郭勒职业学院)
张红梅 (内蒙古锡林郭勒职业学院)
孙玉凤 (中国农业科学院农产品加工研究所)

参编人员 (按姓氏笔画排序)
左国强 (济源职业技术学院)
刘玉成 (包头轻工职业技术学院)
杨春梅 (内蒙古科技大学)
郑 伟 (济源职业技术学院)
哈斯其木格 (内蒙古锡林郭勒职业学院)

审 稿 孟娇娇 (锡林浩特市伊利有限责任公司)
高 娃 (锡林郭勒食品安全风险评估与检测中心)

序 言

民以食为天，食以安为先，人们对食品安全的关注度日益增强，食品行业已成为支撑国民经济的重要产业和社会的敏感领域。近年来，食品安全问题层出不穷，对整个社会的发展造成了一定的不利影响。为了保障食品安全，促进食品产业的有序发展，近期国家对食品安全的监管和整治力度不断加强。经过各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部门实施食品卫生监测与食品原材料监管、检验检疫部门承担进出口食品监管、食品药品监管部门从事食品生产及流通环节监管的制度完善的食品安全监管体系。

在整个食品行业快速发展的同时，行业自身的结构性调整也在不断深化，这种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高的要求，而与此相关的职业教育正是在食品科学与工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道，因此，近年来教育部对食品类各专业的职业教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高职高专院校食品类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高职高专教育逐步从普通本科的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养生产一线的高级技术应用型人才的职业教育，“十三五”期间，这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高职高专院校食品类各专业所需的教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社牵头组织了“十三五”高职高专院校规划教材的编写与出版工作，该套教材主要适用于高职高专院校的食品类各相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了河南农业职业学院、江苏食品职业技术学院、包头轻工职业技术学院、四川旅游学院、甘肃畜牧工程职业技术学院、江苏农林职业技术学院、无锡商业职业技术学院、江苏畜牧兽医职业技术学院、吉林农业科技学院、广东环境保护工程职业学院、清远职业技术学院、黑龙江民族职业学院以及上

海农林职业技术学院等 40 多所相关高校、职业院校、科研院所以及企业中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广的高质量教材提供了必要的保障，以此来满足食品类各专业普通高等教育和职业教育的不断发展和当前全社会对建立食品安全体系的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高食品类各专业高等教育和职业教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校食品类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将食品科学与工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习，可以深入把握食品行业发展的全貌，而且也将食品行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国食品类高等教育和职业教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材审定委员会

2017 年 4 月

前言

• FOREWORD •

本教材是食品类专业，特别是食品营养与检测专业重要的一门必修课程。本教材坚持以职业能力培养为主线，注重职业素质的养成；坚持以学生为主体、教师为主导的指导思想，以食品检测职业岗位的需求为导向设计教学内容，将国家相关职业资格标准、最新的食品安全国家标准及食品检验类技能大赛的内容融入到教材相应内容中，以食品检测岗位的实际内容作为载体，按照以工作过程系统化为导向或相关岗位技能要求编写。其特点是：与岗位实际紧密联系，实践性强，具有突出能力目标，强化能力训练，兼顾相关理论知识学习，注重良好职业素质的养成。具有趣味性和可操作性，符合高职学生和初学者的认知规律，能够锻炼学生的专业能力、方法能力和社会能力。

该书是从事食品检验教学的专业教师和行业企业技术员，结合近年来教学研究和课程改革的经验及成果编写而成的。

本书由肖芳、刘春娟担任主编，朱建军、张红梅、孙玉凤担任副主编，高娃、孟娇娇负责审稿。具体分工如下：

课程导论、模块一食品理化检验的基本知识与技能的项目二、项目三、项目四、项目五、模块二的项目二食品中一般成分的检验的任务一、任务二、任务三、任务四、任务五由肖芳编写；模块一食品理

化检验的基本知识与技能的项目一由孙玉凤编写；模块三综合实训、附录一、附录二由刘春娟老师编写；模块二的项目二食品中一般成分的检验的任务六、模块二的项目四食品中矿物质元素的检验、项目五食品中有毒有害物质的检验、模块四食品安全检测高新技术由朱建军编写；模块二的项目一食品物理检验法、项目六食品中维生素的测定由张红梅老师编写；模块二的项目三食品中添加剂的检验由哈斯其木格老师编写；模块二的项目七食品包装材料的检验由刘成玉老师编写；模块四食品安全检测高新技术由郑伟和左国强老师辅助编写；模块二的项目一食品物理检验法由杨春梅老师辅助编写。

本书在编写过程中得到了许多同志的支持和帮助，参考了大量国内外教材、著作及最新国家标准，还引用了某些图表和数据，在此表示衷心感谢。

由于编者水平和时间有限，书中难免有不妥之处，敬请专家、老师、广大读者对教材中不妥之处提出宝贵意见，以帮助我们进一步修订和完善。

编 者

2017 年 3 月

目 录

• CONTENTS •

课程导论	(1)
模块一 食品理化检验的基础知识与技能	(5)
项目一 食品理化检验实验室管理	(5)
项目二 常用仪器的使用	(9)
任务一 常用的玻璃器皿	(9)
任务二 滴定分析常用仪器的操作	(12)
项目三 检验准备	(18)
任务一 食品检验常用的化学试剂	(18)
任务二 溶液及标准溶液的配制	(22)
任务三 样品的采集、制备、保存及预处理	(25)
项目四 食品分析检验中误差及数据处理	(36)
任务一 食品分析中的误差分析	(36)
任务二 食品分析结果数据处理	(41)
项目五 检测报告的撰写及结果判定	(47)
模块二 食品理化检验的专业知识与技能	(50)
项目一 食品物理检验法	(50)
任务一 相对密度的测定	(50)
任务二 折光率的测定	(54)
任务三 旋光法	(63)
项目二 食品中一般成分的检验	(68)
任务一 食品中水分的测定	(68)
任务二 食品中灰分的测定	(78)
任务三 食品中酸度的测定	(83)

任务四	食品中脂肪的测定	(92)
任务五	食品中蛋白质的测定	(103)
任务六	食品中碳水化合物的测定	(111)
项目三	食品中添加剂的检验	(124)
任务一	食品中防腐剂的测定	(124)
任务二	食品中抗氧化剂的测定	(130)
任务三	食品中甜味剂的测定	(136)
任务四	食品护色剂的测定	(142)
任务五	食品漂白剂的测定	(149)
任务六	食品中着色剂的测定	(153)
项目四	食品中矿物质元素的检验	(160)
任务一	食品中钙的测定	(160)
任务二	食品中铁的测定	(164)
任务三	食品中锌的测定	(168)
任务四	食品中磷的测定	(171)
任务五	食品中铜的测定	(174)
任务六	食品中硒的测定	(178)
项目五	食品中有毒有害物质的检验	(181)
任务一	食品中铅的测定	(181)
任务二	食品中砷的测定	(184)
任务三	食品中总汞及有机汞的测定	(188)
任务四	食品中农药残留的测定	(192)
任务五	食品中兽药残留的测定	(198)
任务六	食品中生物毒素的测定	(202)
项目六	食品中维生素的测定	(214)
任务一	食品中维生素 A 和维生素 E 的测定	(214)
任务二	食品中胡萝卜素的测定	(221)
任务三	食品中维生素 D 的测定	(230)
任务四	食品中维生素 B ₁ 的测定	(236)
任务五	食品中维生素 B ₂ 的测定	(240)
任务六	食品中维生素 C 的测定	(244)
项目七	食品包装材料的检验	(249)
任务一	包装材料中全氟辛烷磺酸 (PFOS) 和全氟辛酸 (PFOA) 的测定 ...	(249)
任务二	食品接触材料及制品中甲醛迁移量的测定	(255)

模块三 综合实训技能	(260)
项目一 乳制品的检验	(260)
项目二 食用植物油的检验	(266)
项目三 饮料的检验	(274)
项目四 肉制品的检验	(282)
项目五 罐头食品的检验	(290)
模块四 食品安全检测高新技术	(297)
项目一 快速检测方法技术	(297)
项目二 色谱联用技术	(302)
附 录	(313)
附录一 相对密度与酒精度对照表	(313)
附录二 20℃时折射率与可溶性固形物换算表	(316)
主要参考文献	(319)

课程导论

【学习目标】

- (1) 明确食品检验的任务及作用;
- (2) 熟悉食品理化检验的方法;
- (3) 了解我国食品检验发展及食品检验标准的分类。

食品理化检验是一项重要的基础技术工作。无论是食品监督机构还是大专院校进行食品科学和工艺方面的研究,经常需要测定食品的组成,即进行食品分析与检验。现代科学技术发展到今天,理化检验不仅仅是一种在工农业生产和科学研究中必不可少的检测手段,而且已经发展成为一门多学科、多专业,理论与实践紧密结合的综合性应用科学。据统计,在美国的各类实验室里,每天要进行几亿次的分析检验,一年的分析测试费用高达上千亿美元。理化检验技术的水平,是衡量一个国家科学技术水平的重要标志之一,理化检验工作的发展和提高,对于深入认识自然界的规律,促进科学技术进步和国民经济的发展,起着十分重要的作用。

一、食品检验技术的任务

食品分析检验是食物营养评价与食品加工过程中质量保证体系的一个重要组成部分,它始终贯穿于食物资源的开发、食品加工生产与销售的全过程。因此,无论是消费者、食品生产企业、政府监管机构,还是高等院校、科研院所等,都需要分析食品的组成和性质,以确保食品的营养性、安全性和可接受性。因此食品检验起到非常重要的作用。

1. 控制管理优化生产,监督和提高产品质量

食品分析检验工作者应与生产者紧密配合,开展食品工业生产中物料(原料、辅料、半成品、成品、副产品等)的质量检测及控制,发现影响质量的主要工艺流程,从而监督物料质量,优化生产条件,促进生产和提高产品质量。

2. 政府管理部门对食品质量宏观监控

政府监督管理部门对生产企业的产品或市场的商品进行检验,以保证食品的质量。

3. 为食品新资源、新产品、新技术的开发提供技术手段

食品分析是食品科学研究中不可缺少的手段,食品分析检验工作者在开发新的食品资源、试制新的产品、改进生产工艺、创立新的分析检验方法等方面的研究中,都发挥着巨大的作用。

4. 对进出口食品的质量进行把关

在进出口食品的贸易中,商品检验机构中食品分析检验工作者需根据国际标准或供货合同对商品进行检测,以确定是否放行。

5. 为食品质量纠纷的解决提供技术依据

当发生食品质量纠纷时,第三方检验机构根据解决纠纷的有关机构如法院、质量管理行政



部门等的委托,对有争议的产品做出仲裁检验,为有关机构解决产品质量纠纷提供技术依据。

二、食品理化检验的方法

1. 物理分析法

物理分析法是通过测定密度、黏度、折射率、旋光度等物质特定的物理性质来求出被测组分含量的方法。如密度法可测定糖液的浓度、酒中酒精含量以及检验牛乳是否掺水及脱脂等;折射率法可测定果汁、番茄制品、蜂蜜、糖浆等食品的固形物含量以及牛乳中乳糖含量等;旋光法可测定饮料中蔗糖含量、谷类食品中淀粉含量等。

2. 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础,使被测成分在溶液中与试剂作用,由生成物的量或消耗试剂的量来确定被测组分含量的方法。化学分析法包括定性分析和定量分析。定量分析又包括重量分析法和容量分析法。化学分析法是食品分析检验技术中最基础、最基本、最重要的分析方法。

3. 仪器分析法

仪器分析法是利用精密仪器测量表征物质的某些物理或物理化学性质的参数以确定其化学组成、含量及化学结构的一类分析方法。包括物理分析法和物理化学分析法。

4. 物理化学分析法

物理化学分析法是通过测量物质的光学性质、电化学性质等物理化学性质来求出被测组分含量的方法。它包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法等。食品分析检验中常用的是前三种方法。光学分析法又分为紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、荧光分析法等,可用于测定食品中无机元素、碳水化合物、蛋白质、氨基酸、食品添加剂、维生素等成分。电化学分析法又分为电导分析法、电位分析法、极谱分析法等。电导法可测定糖品灰分和水的纯度等;电位分析法广泛应用于测定 pH、无机元素、酸根、添加剂等成分;极谱法已应用于测定重金属、维生素、食品添加剂等成分。色谱法包含许多分支,食品分析检验中常用的是薄层色谱法、气相色谱法和高效液相色谱法,可用于测定有机酸、氨基酸、维生素、农药残留量、黄曲霉毒素等成分。

5. 微生物分析法

微生物分析法是基于某些微生物生长需要特定的物质,通过对细菌、病毒进行观察、培养与检测,来判断微生物的污染程度的分析检验方法。经典的方法有固体培养基法、液体培养基发酵法等。其方法条件温和,克服了化学分析法和仪器分析法中某些被测成分易分解的弱点,方法的选择性也高,常用于维生素、抗生素残留量、激素等成分的分析中。

6. 酶分析法

酶分析法是利用酶的反应进行物质定性及定量的方法。酶是具有专一性催化功能的蛋白质,应用酶分析法进行分析的主要优点在于高效和专一,克服了用化学分析法测定时某些共存成分产生干扰以及类似结构的物质也可发生反应,从而使测定结果发生偏离的缺点。酶分析检验法具有简便、快速、准确、灵敏等优点。

三、食品质量标准的分类

随着经济和社会的不断发展,食品安全问题已受到全球关注,尤其自 20 世纪 80 年代以

来,制定了食品卫生法规,先试行后确定,与之配套的有各种法律、法规,目前,中国食品工业已形成了由国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等四级标准构成的标准化体系。我们有上百万的食品卫生监督、管理、检测队伍。

食品安全标准大都按以下方法分类:一是根据制定标准的主体进行分类,包括国际标准、区域标准、国家标准、行业标准、地方标准和企业标准;二是根据标准的约束力进行分类,包括强制性标准和推荐性标准;三是根据标准化对象的基本属性进行分类,包括技术标准、管理标准和工作标准;四是根据标准信息载体进行分类,包括文字标准和实物标准;五是根据标准的要求程度进行分类,包括规范、规程和指南;六是根据标准的公开程度进行分类,包括可公开获得的标准和其他标准。上述标准分类中,最常见的是根据制定标准的主体进行分类。

食品安全国际标准主要由国际标准化组织(ISO)制定,此外,FAO(世界粮农组织)和WHO(世界卫生组织)也制定有关食品的国际标准。食品安全国际标准理论上没有强制性,但是各出口国企业必须遵守出口贸易中食品安全国际标准,属于事实采用,实际上具有一定的强制性。

食品安全区域标准是指由区域标准化组织或区域标准组织通过并公开发布的食品安全标准,其种类通常按制定区域划分标准的组织进行划分。

食品安全国家标准是指由国家机构通过并公开发布的食品安全标准,是强制执行的标准。有“GB”字样。

食品安全行业标准是指由食品行业组织通过并公开发布的食品安全标准。目前,我国已发布涉及食品安全的国家标准、食品行业标准数千项,为保障食品安全提供了越来越严格规范的法律依据。

食品安全地方标准是指在国家的某个地区通过并公开发布的食品安全标准。对于没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一食品卫生安全要求,可以制定食品安全地方标准。

食品安全企业标准是由食品生产企业制定并由企业法人代表或其授权人批准、发布的食品安全标准。食品安全企业标准有两种情况:一是当企业生产的食品没有国家标准、行业标准和地方标准时,企业必须制定相应的企业标准作为组织生产的依据;二是当企业生产的食品已经有国家标准、行业标准或地方标准时,企业也可以根据实际需要制定严于国家标准、行业标准或地方标准要求的企业标准,以提高食品的安全水平。

四、食品理化检验技术的发展

随着科学技术的迅猛发展,世界各国为解决食品安全问题采取了各种控制措施,我国近年来,三聚氰胺事件、瘦肉精事件以及层出不穷的地沟油事件,不断挑战着社会大众的底线,食品安全问题也逐渐得到了更多人的关注。政府也十分重视食品安全问题。各种检验方法不断得到完善、更新,在保证检测结果准确度的前提下,食品检验正朝着微量、快速、自动化的方向发展。许多高灵敏、高分辨率的仪器越来越多地应用于食品分析检验中,为食品的开发与研究、食品安全与卫生检验提供了更有力的手段。例如,如毛细管电泳仪以其样品处理简单、多组分同时测定、快速、自动化及越来越低的检出限,被广泛应用在食品农药兽药残留、非法添加剂、生物毒素等方面的检测;酶联免疫吸附测定法试剂盒是基于免疫分析法开发的产品,在农药残留快速检测中得到广泛的应用;便携式拉曼光谱仪是利用表面增强拉曼光谱技术来完成食品



中农兽药残留、非法添加物等的快速检测,并可以进行定量分析,同时由于检测方法简便快速、检测费用低、检测系统便携,便于在现场使用;还有便携式食品重金属快速分析仪等。另外,近几年核磁共振技术在食品领域研究成果颇多,公认为最有前途的过程分析技术之一。核磁共振在线分析仪已广泛应用在食品加工过程中的食品成分和结构的快速分析。

【复习思考题】

- (1) 食品检验技术的概念是什么?
- (2) 食品检验的任务是什么?
- (3) 食品理化检验有哪些检验方法?
- (4) 食品质量标准分为哪几类?

模块一 食品理化检验的基础知识与技能

项目一 食品理化检验实验室管理

【学习目标】

- (1)掌握实验室安全用电、用药、用水、用气;
- (2)熟悉理化检验实验室相关规定;
- (3)遵守实验室的规章制度,爱护实验室的一切物品。

实验室的安全离不开一个有效的实验室安全管理制度,一个好的实验室安全管理制度不仅有利于实验室的安全管理,同时将极大地促进实验室的工作环境的改善,增大实验室人员及设备的安全性,提高工作效率。

一、实验室管理

理化检验实验室通常包括精密仪器实验室、化学分析实验室、辅助室(办公室、药品储藏室等),一般要求远离灰尘、烟雾、噪音和震动源,室内采光要好。管理规则如下。

(1)工作时要穿工作服,工作服应经常清洗。实验前后都要注意洗手,以免因手脏而玷污仪器、试剂、样品,以致引起误差;或将有害物质带出,甚至误入口中,引起中毒。

(2)实验室要随时整理,定期清扫,保持清洁、整齐;仪器、设备应定期除尘、更换干燥剂,保持清洁、干燥。

(3)实验室的仪器、药品、资料、工具等要布局合理、存放有序。

(4)实验数据、结果要记在专用的记录本上。记录要及时、真实、齐全、清楚、整洁、规范,如有错误,要划改重写,不得涂改。实验记录和报告单,应按照规定和需要保留一定时间,以备查考。

(5)实验完毕,一切仪器、药品、工具等要放回原处;仪器应及时清理,保持干净卫生。

(6)标准仪器,如检定过的天平、砝码、滴定管、容量瓶等量器具要妥善保护,不要随便挪用。

二、化验室安全规定

1. 化验员安全须知

(1)必须认真学习相关的安全技术规程,了解设备性能及操作中可能发生事故的原因,掌握预防和处理的方法。

(2)化验室严禁喧哗、打闹,保持化验室秩序井然,工作时应穿工作服,长头发要扎起戴上