

高等学校食品质量与安全专业通用教材

S
“十一五”
规划教材



食品实验室管理方法概论

INTRODUCTION TO MANAGEMENT
IN FOOD SCIENCE LABORATORY

王世平/主编

中国林业出版社

高等学校食品质量与安全专业通用教材

食品实验室管理方法概论

王世平 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本教材系统地围绕食品实验室管理基本工作内容及相关管理要求进行了阐述,全书共分为3篇8章。第1篇以食品实验设计及实验室数据统计分析为主要内容,分两章进行阐述分析;第2篇为实验室仪器分析概论,分两章围绕现代仪器分析技术基本原理特点、仪器的性价比、实验室功能需要及条件保证等进行阐述分析;第3篇以实验室管理及质量保证为主要内容,分4章围绕着实验室管理效益、实验室环境条件管理、实验室的设备管理、实验室的认可管理进行了较为系统的分析。书中既有对理论性内容的阐述,又有对实践管理经验的总结,应用性较强,既可作为食品质量与安全专业、食品科学与工程各相关专业的教材,又可对从事实验室管理工作的人员有很好的指导和借鉴作用。

图书在版编目(CIP)数据

食品实验室管理方法概论/王世平主编. —北京:中国林业出版社, 2010. 7

高等学校食品质量与安全专业通用教材

ISBN 978-7-5038-5482-8

I. ①食… II. ①王… III. ①食品-质量控制-实验室-管理-高等学校-教材 ②食品-卫生-实验室-管理-高等学校-教材 IV. ①TS207

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第098716号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

责任编辑:高红岩

电话:83221489 83220109 传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

网 址: <http://www.cfph.com.cn>

经 销 新华书店
印 刷 中国农业出版社印刷厂
版 次 2010年7月第1版
印 次 2010年7月第1次印刷
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 18.25
字 数 388千字
定 价 29.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

序

食品质量与安全关系到人民健康和国计民生、关系到国家和社会的繁荣与稳定,同时也关系到农业和食品工业的发展,因而受到全社会的关注。如何保障食品质量与安全是一个涉及科学、技术、法规、政策等方面的综合性问题,也是包括我国在内的世界各国共同需要面对和解决的问题。

随着全球经济一体化的发展,各国间的贸易往来日益增加,食品质量与安全问题已没有国界,世界上某一地区的食品质量与安全问题很可能会涉及其他国家,国际社会还普遍将食品质量与安全和国家间商品贸易制衡相关联。食品质量与安全已经成为影响我国农业和食品工业竞争力的关键因素,影响我国农业和农村经济产品结构和产业结构的战略性调整,影响我国与世界各国间的食品贸易的发展。

有鉴于此,世界卫生组织和联合国粮食与农业组织以及世界各国近年来均加强了食品安全工作,包括机构设置、强化或调整政策法规、监督管理和科技投入。2000年在日内瓦召开的第53届世界卫生大会首次通过了有关加强食品安全的决议,将食品安全列为世界卫生组织的工作重点和最优先解决的领域。近年来,各国政府纷纷采取措施,建立和完善食品安全管理体系和法律、法规。

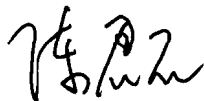
我国的总体食品质量与安全状况良好,特别是1995年《中华人民共和国食品卫生法》实施以来,出台了一系列法规和标准,也建立了一批专业执法队伍,特别是近年来政府对食品安全的高度重视,至使总体食品合格率不断上升。然而,由于我国农业生产的高度分散和大量中小型食品生产加工企业的存在,加上随着市场经济的发展和食物链中新的危害不断出现,我国存在着不少亟待解决的不安全因素以及潜在的食源性危害。

在应对我国面临的食品质量与安全挑战中,关键的一环是能力建设,也就是专业人才的培养。近年来,不少高等院校都设立了食品质量与安全专业或食品安全专业,并度过了开始的困难时期。食品质量与安全专业是一个涉及食品、医学、卫生、营养、生产加工、政策监管等多方面的交叉学科,要在创业的基础上进一步发展和提高教学水平,需要对食品质量与安全专业的师资建设、课程设置和人才培养模式等方面不断探索,而其中编辑出版一套较高水平的食品质量与安全专业教材,对促进学科发展、改善教学效果、提高教学质量是很关键的。为

此, 中国林业出版社从 2005 年就组织了食品质量与安全专业教材的编辑出版工作。这套教材分为基础知识、检验技术、质量管理和法规与监管 4 个方面, 共包括 17 本专业教材, 内容涵盖了食品质量与安全专业要求的各个方面。

本套教材的作者都是从事食品质量与安全领域工作多年的专家和学者。他们根据应用性、先进性和创造性的编写要求, 结合该专业的学科特点及教学要求并融入了积累的教学和工作经验, 编写完成了这套兼具科学性和实用性的教材。在此, 我一方面要对各位付出辛勤劳动的编者表示敬意, 也要对中国林业出版社表示祝贺。我衷心希望这套教材的出版能为我国食品质量与安全教育水平的提高产生积极的作用。

中国工程院院士
中国疾病预防控制中心研究员



2008 年 2 月 26 日于北京

前言

实验室及其活动是如何利用实验环境、仪器设备条件和实验室人员能力为专业领域学习、实验研究服务的科学,是锻炼学生动手能力、培养学生开拓创新精神和进行素质教育、进行分析检验或教学科研的重要场所,是学习、研究高校实验室管理信息系统的基础,它将人、设备、实验任务等内容高度集成结合,最大限度地提高了实验室的管理效率与效益。近年来,由于食品工业的不断发展,实验技术研究、新产品开发已引起国家的高度重视。因此,规范实验室技术管理功能,提供行之有效的产品、技术手段、技术工艺,是适应当今社会发展需求,保障食品技术开发与食品质量水平的前提,是为合理利用与开发食物资源,加强对食品的生产、加工、流通、贮藏等各个环节质量的监督与控制提供最有效方案的实践基地和人才培养基地。因此,如何提升实验室的技术管理及应用水平,成为食品质量检验工作者、实验室管理工作者的责任和必须掌握的主要工作内容,而本教材则为完成这一艰巨任务提供了技术保证。虽然,当前为适应食品学科的快速发展和食品安全的需要,不少高等院校都相继开设了食品质量与安全专业,但适合该专业培养目标的教材却不多,因此编写具有针对性培养方向的适宜教材具有重要的现实意义。

本教材在内容上和编排上较为全面,编者参考了国内外资料,就目前国内外实验室管理技术的发展、实验研究方法的设计、实验统计方法选择与表征、实验仪器的配置与应用特点、实验室的质量设备管理和效益管理、实验室认证模式及方法等内容进行了较为详尽的阐述。通过对实验室基本技能知识学习,强化对实验方法设计、实验数据、实验手段分析评价等特色内容,使学生在实验室技能锻炼中很好了解利用实验条件,对全面掌握食品检验技术起到一定的指导作用。

该教材的读者对象主要是高等院校食品类专业本科生、研究生和相关行业从业人员。目的是使学生、实验研究人员和其他读者系统学习、了解实验室中涉及的整个过程(从实验设计、分析方法建立、实验仪器选用、到实验数据分析整理、实验报告的制作),懂得食品实验室的建设、管理知识及实验室认可管理。该书应用性较强,对未来将从事实验研究工作和管理工作的人员有很好的指导和借鉴作用。

本教材共分3篇8章。第1章1.1节由王世平编写,1.2节由李德海编写,

1.3 节由王世平、魏自民编写；第2章由李诚、单虹丽编写；第3章3.1、3.2节由陈晋明编写，3.3节由陈晋明、赵桂红编写，3.4节、3.5节由李德海编写；第4章由王世平、马丽艳编写；第5章由王允祥编写；第6章由陈燕卉、王继红编写；第7章由李焕荣编写；第8章由曲永鑫编写。全书由王世平修改、统稿。

该教材能够得以顺利出版，是全体编写人员共同努力的结果，同时也包含着中国林业出版社编辑们的辛勤工作，在此向他们表示感谢。

本教材除作为高等院校教材外，也可作为各相关专业领域实验室管理及有关科技人员的主要参考书。

由于实验管理内容涉及面非常广泛，加之编写水平有限，书中难免存在缺陷与错误，敬请广大读者批评指正！

编 者

2009年7月

目 录

序 前 言

第1篇 实验设计及数据分析

第1章 食品实验设计	(2)
1.1 食品实验设计	(3)
1.1.1 食品实验设计的意义	(3)
1.1.2 食品实验设计方法的建立	(5)
1.1.3 食品实验室质量管理体系对食品实验的保证运行	(10)
1.2 食品实验设计的基本方法	(14)
1.2.1 正交实验法	(15)
1.2.2 拟水平法	(21)
1.2.3 均匀设计法	(22)
1.2.4 其他设计方法	(29)
1.3 食品实验研究结果表征	(32)
1.3.1 实验报告	(32)
1.3.2 研究报告	(34)
思考题	(41)
第2章 食品实验数据的统计分析方法	(42)
2.1 食品实验室不确定度分析	(43)
2.1.1 食品实验室分析中产生测量不确定度的原因	(43)
2.1.2 食品实验室分析中不确定度分类及其数学模型	(45)
2.1.3 食品实验室中不确定度的评定	(48)
2.2 食品实验室分析数据处理	(51)
2.2.1 食品分析检验结果的有效数字	(51)
2.2.2 食品分析检验中数据的取舍	(54)

2.2.3	食品分析检验中分析误差与结果判定	(57)
2.3	食品实验室中显著性检验方法	(58)
2.3.1	平均值的 t 检验	(58)
2.3.2	二项成数的 U 检验	(61)
2.4	食品实验室中回归分析方法	(62)
2.4.1	直线回归方程的建立与标准曲线的绘制	(62)
2.4.2	回归关系的显著性检验	(63)
2.4.3	回归估计精确度与置信区间	(65)
2.4.4	两条回归直线的比较	(66)
2.5	食品实验室中方差分析方法	(67)
2.5.1	方差分析的意义与基本原理	(67)
2.5.2	单因素实验的方差分析	(68)
2.5.3	双因素实验的方差分析	(69)
2.6	食品实验中的动力学分析方法	(74)
2.6.1	食品分析中的酶反应动力学	(74)
2.6.2	食品分析中的热分析动力学	(77)
2.6.3	食品分析中的催化动力学	(80)
思考题		(81)

第2篇 实验室仪器分析与配置管理技术

第3章	现代食品实验室仪器分析技术	(84)
3.1	仪器分析技术术语	(85)
3.1.1	灵敏度	(85)
3.1.2	检出限	(85)
3.1.3	精密度	(86)
3.1.4	准确度	(86)
3.1.5	线性范围	(87)
3.1.6	信噪比	(87)
3.1.7	耐用性	(88)
3.2	光学分析技术	(88)
3.2.1	光学分析技术概述	(88)
3.2.2	食品实验室中常用光学仪器分析技术	(91)
3.3	色谱分析技术	(101)
3.3.1	色谱分析技术概述	(101)
3.3.2	色谱分析技术的分类	(102)
3.3.3	色谱分析技术常用术语	(103)
3.3.4	色谱技术的定性和定量分析	(104)

3.3.5 食品实验室中常用色谱仪器分析技术·····	(106)
3.4 电化学分析技术·····	(111)
3.4.1 电化学的基础·····	(112)
3.4.2 极谱分析技术·····	(114)
3.4.3 新极谱分析技术·····	(118)
3.4.4 极谱技术的应用·····	(122)
3.5 仪器分析新技术方法·····	(124)
3.5.1 核磁共振波谱分析技术·····	(124)
3.5.2 质谱分析技术·····	(127)
3.5.3 热分析技术·····	(131)
3.5.4 毛细管电色谱技术·····	(133)
思考题·····	(134)
第4章 食品实验室仪器配置·····	(135)
4.1 食品实验室分析仪器的功能配置·····	(136)
4.1.1 电化学分析仪器的功能配置·····	(136)
4.1.2 光学分析仪器的功能配置·····	(137)
4.1.3 色谱分析仪器的功能配置·····	(141)
4.1.4 质谱仪器的功能配置·····	(146)
4.2 食品专业实验室的仪器配置·····	(147)
4.2.1 基础实验室的仪器配置·····	(147)
4.2.2 食品营养实验的仪器配置·····	(148)
4.2.3 食品安全类实验室的仪器配置·····	(149)
4.2.4 食品加工工艺实验室的仪器配置·····	(150)
4.2.5 农产品品质分析实验室的仪器配置·····	(150)
4.2.6 生物技术类实验室的仪器配置·····	(150)
4.3 食品实验室仪器配置的性价比分析·····	(152)
思考题·····	(154)

第3篇 实验室管理与质量保证

第5章 食品实验室管理与效益分析·····	(156)
5.1 食品实验室的特征与组织结构·····	(157)
5.1.1 食品实验室的专业特征与责任·····	(157)
5.1.2 食品实验室的组织结构·····	(160)
5.2 食品实验室质量管理·····	(161)
5.2.1 食品实验室质量管理体系的主要管理模式·····	(161)
5.2.2 食品实验室质量管理体系原则、职能·····	(162)

5.3	食品实验室质量管理体系的建立与质量保证	(164)
5.3.1	实验室质量方针和质量目标的制订	(164)
5.3.2	实验室质量管理体系文件的建立	(164)
5.3.3	实验室质量手册的形式与内容	(169)
5.3.4	实验室程序文件的结构与内容	(170)
5.3.5	实验室工作指导书的编写	(171)
5.3.6	实验室记录	(171)
5.4	食品实验室质量管理体系文件的受控管理与保证	(172)
5.4.1	实验室受控管理文件的范围与受控管理方法	(172)
5.4.2	实验室外来文件的获取	(173)
5.4.3	实验室质量管理体系文件的评审	(174)
5.4.4	实验室外来文件的评审	(175)
5.4.5	实验室质量管理体系文件的修订	(175)
5.5	实验室经济效益的综合评价	(176)
5.5.1	实验室经济效益的评价指标	(176)
5.5.2	评价实验室经济效益的方法	(177)
	思考题	(185)
第6章	食品实验室环境质量管理	(186)
6.1	食品实验室环境质量要求	(187)
6.1.1	食品实验室通风条件	(187)
6.1.2	食品实验室的噪声	(195)
6.1.3	食品实验室的环境卫生	(198)
6.2	食品实验室设施条件	(198)
6.2.1	食品实验室建筑布局要求	(198)
6.2.2	食品实验室内部结构设施要求	(199)
6.2.3	食品实验室供电要求	(201)
6.2.4	食品实验室照明设施要求	(204)
6.2.5	食品实验室给排水要求	(204)
6.2.6	食品实验室防火要求	(205)
6.3	食品实验室的基准物质质量管理与环境条件的保证	(206)
6.3.1	实验用水质量要求和环境保证	(206)
6.3.2	化学试剂质量要求及管理	(208)
6.3.3	标准物质质量要求及管理	(209)
6.4	食品微生物实验室质量管理与保证	(212)
6.4.1	食品微生物实验室无菌室(区)的环境控制	(212)
6.4.2	食品微生物实验室环境微生物学评价	(213)
6.4.3	食品实验无菌控制与质量保证	(216)

思考题	(219)
第7章 食品实验室仪器设备管理	(221)
7.1 食品实验室仪器设备管理任务与范围	(222)
7.1.1 食品实验室仪器设备管理的任务	(222)
7.1.2 食品实验室仪器设备管理的范围	(222)
7.2 食品实验室仪器设备的常规管理	(223)
7.2.1 仪器设备的建账	(223)
7.2.2 仪器设备的编号、建卡	(223)
7.2.3 仪器设备的保管	(224)
7.2.4 仪器设备的调拨、借出、借入	(224)
7.2.5 仪器设备的报废	(225)
7.3 实验室仪器设备的技术管理	(225)
7.3.1 仪器设备的验收	(225)
7.3.2 仪器设备维护保养	(226)
7.3.3 仪器设备的修理	(226)
7.3.4 仪器设备技术档案的建立和管理	(226)
7.4 食品实验室仪器设备计量溯源管理	(230)
7.4.1 实验室设备计量溯源的重要性	(230)
7.4.2 实验室溯源中的校准、检定	(232)
7.4.3 食品实验室仪器设备的校准状态标志及校准间隔的确定	(235)
7.4.4 食品实验室仪器设备可信度的技术校核及量值溯源结果的确认	(237)
7.5 食品实验室的分析测试与质量保证	(239)
7.5.1 实验室的检测报告/证书	(239)
7.5.2 实验室检测报告/证书的格式	(240)
7.5.3 实验室检测报告/证书的结论	(240)
7.5.4 实验室检测报告/证书中的意见和解释	(241)
7.5.5 实验室检测报告/证书副本的管理	(241)
7.5.6 实验室检测报告/证书的质量控制	(242)
7.5.7 实验室电子传输的检测报告/证书管理	(242)
思考题	(247)
第8章 实验室认可管理	(248)
8.1 实验室认可概述	(249)
8.1.1 实验室认可的目的和意义	(249)
8.1.2 实验室认可发展概况	(250)

8.1.3	实验室认可体系发展·····	(253)
8.1.4	实验室认可后的作用和意义·····	(257)
8.2	实验室认可的准备·····	(258)
8.2.1	实验室各级人员对认可的认识·····	(258)
8.2.2	对实验室质量负责人和内审员进行培训·····	(258)
8.2.3	对实验室人员全员宣传贯彻实验室认可标准·····	(259)
8.2.4	质量管理体系文件的准备·····	(259)
8.3	实验室的内部审核·····	(260)
8.3.1	实验室的内部审核工作要点·····	(260)
8.3.2	实验室的内部审核工作流程·····	(261)
8.3.3	实验室的内部审核准备·····	(261)
8.4	实验室的现场审核·····	(264)
8.4.1	实验室内部审核的基本方式·····	(264)
8.4.2	实验室现场审核程序·····	(264)
8.4.3	实验室的审核报告·····	(267)
8.4.4	对实验室审核问题的纠正、预防和改进措施·····	(268)
8.4.5	实验室的跟踪审核·····	(269)
思考题	·····	(260)
参考文献	·····	(270)
附录	·····	(272)

第 1 篇

实验设计及数据分析

第 1 章

食品实验设计

重点与难点 掌握实验室内质量控制和实验室间质量控制的方法，实验室误差产生原因，特别是质量控制图的制作。掌握准确度、精密度、灵敏度、重复性、再现性等实验室质量概念。掌握正交实验法的操作方法及实验结果的数据分析；掌握拟水平法的操作方法及实验结果的数据分析；掌握均匀设计法的操作方法及实验结果的数据分析。重点学习掌握实验报告、研究论文写作要点、要求、技能。

- 1.1 食品实验设计
- 1.2 食品实验设计的基本方法
- 1.3 食品实验研究结果表征

1.1 食品实验设计

1.1.1 食品实验设计的意义

食品是人类赖以生存的物质基础,随着现代科学技术和社会经济的发展与人们生活水平的提高,人们对食品品质特征要求越来越高,不但关注色、香、味、形等品质特性,更注重食品本身的营养价值及安全。合理的膳食结构,是保证人们每日从食品中获取营养物质以满足人体生理需要、维持身体健康的重要环节,也最终使开发、生产的食品营养特征的“量”和“质”得到真正的体现。传统的食品生产是以小作坊、小厂房、初级原料为主,加工技术简陋。陈旧观念认为食品加工就是把生的原料变成熟的即可,然而往往通过简单加工过程,很难保证食品的色、香、味、形及食品本身的营养价值不受损失,很难形成规模化、产业化。食品生产加工在经济领域中是较为特殊的行业,受原料生产、原料特性、加工技术、运输、贮藏、消费形式和社会环境等多种因素的影响,由于食品是人们日常生活赖以生存所不可缺少的产品,且以人类社会需要决定了该类产品的活动范围,因此,食品问题直接关系到人类健康及生存、经济发展、社会安定,关系到子孙后代素质和国家未来,世界各国都极为重视食品生产、开发,许多国家都将食品质量与安全管理、发展对策纳入国家政府重要工作内容。

由于食品科学研究中涉及的对象既复杂又特殊,必须要重点关注以下几个方面内容:一是食品原料种类多而广,性状各异,如植物性原料有粮食、果品、蔬菜、野生植物等,动物性原料有畜禽、水产、野生动物、特种水产等,还有各种微生物性原料等;二是生产工艺多样,由于食品加工原料品种繁多,产品的加工要求又各不相同,有的要保持原有的色泽和风味,有的又要求掩盖原有的色泽和风味,有些初级产品只需简单地烘干或晒干,有的则需要均质、发酵、提取、纯化、浓缩、超滤乃至纳米技术、转基因技术等;三是维持食品的新鲜(保鲜)特征、延长保质期特性要求高、难度大;四是食品质量(营养性、安全性、感官性)评价体系特殊,必须按照食品安全法相关要求严格控制各个环节,包括种养殖环节、加工环节、市场流通环节、产品的监督和检验等环节,保证食品对人类绝对安全。鉴于以上特点,在进行食品科学研究实验和生产实践推广中,就应该特别注重对实验的合理设计和科学安排,注意实验过程与实际生产要求相符,保证实验研究结果的可靠性、准确性,并通过科学的统计分析,正确揭示事物的本质,依据科学的结论,保证食品安全。

实验是人们从事研究、生产最基础的活动之一,而实验设计是将相关理论知识和实践技术的一种有机结合的构建。它促使研究人员能够找到好的实验方法,有效地进行数据分析,并建立来自实验研究结论和最初设计目标之间的关系,为生产和工艺服务;它是数理统计学的一个重要分支,是进行科学研究的重要工

具。由于它与生产实践和科学研究紧密结合,在理论和方法上需要不断地丰富和发展,因而广泛地应用于各个领域。

为了推动食品科学的发展,常常需要进行一系列深入细致的研究。例如,食品原料新资源的研究、新产品的开发和新加工工艺的研究及从事食品质量保证、贮藏方法、货架寿命、营养价值、安全性、经济特性研究以及食品安全标准的制定,经常要进行各种实验研究。实验研究可分为查阅收集资料、整理资料、分析资料、实验设计、实验的实施、实验方案调整完善、实验结果的验证、实验结果统计分析等步骤。因而,实验设计是决定研究成功与否非常关键的一环,是提高实验质量的重要保证。进行实验研究首先要解决的问题是如何充分合理地进行调查或实验设计。在实际研究工作中常遇到这样的情况,即由于调查或实验设计不合理,导致无法从所获得数据中获取有用的信息,造成人力、物力、时间的浪费。若调查或实验设计合理、方法先进、有效,则用较少的人力、物力和时间即可获取到必要的有代表性的资料,从中获得可靠的结论,达到调查或实验的预期目的,取得事半功倍的效果。因此,如何进行实验设计,如何对实验结果进行科学的分析,既是食品生产、科研工作者经常遇到的现实问题,又是其必须具备的基本功。

有时通过调查或实验获得一定数量的数据常表现出不同程度的变异误差。例如,测定大豆中脂肪含量所获得的100个数据,彼此不完全相同,表现出一定的变异误差,产生变异的原因可能由于品种差异、产地差异、含水率差异、取样差异等;又如食品配方,加工工艺、贮藏方法不同使得食品质量有所不同;另外还有许多内在的和外在的因素未被人们所认识,如生物活性物质、含水率、温度等动态影响因素。由于这些人们已了解的因素和人们尚未认识的无法控制的因素的作用,使得获取的数据很难体现规律有序。因此,进行调查或实验还必须解决的第二个问题是如何科学地整理、分析所收集的具有变异的资料,揭示出其内在的规律和机理。

实验设计主要是针对研究课题立题意义、科学性、可行性、可信性、难点和可能出现的问题有针对性地进行实验方案的拟订、实验材料的选择和分组、资料的收集和数据统计、方法分析验证及讨论等。

在研究实验开始之前,要根据研究项目的需要,以概率论与数理统计原理为理论基础,结合食品专业知识和实践经验,经济、科学合理地安排实验,有效地预测、控制实验误差,力求用较少的人力、物力、财力和时间,最大限度地获得丰富的可靠的资料,充分地利用所获取的实验信息,能清晰、明确、准确回答实验研究项目所提出的问题和尽快获得最优方案。

实验设计的意义主要体现以下几个方面:

①围绕实验对象分清实验因素对实验目标(指标)影响的大小顺序,找出主要因素,抓住主要矛盾。

②了解实验因素对实验目标(指标)影响的规律性,即每个因素的水平改变时,指标变化的状况。