



普通高等教育“十三五”精品课程建设教材



面向21世纪课程教材

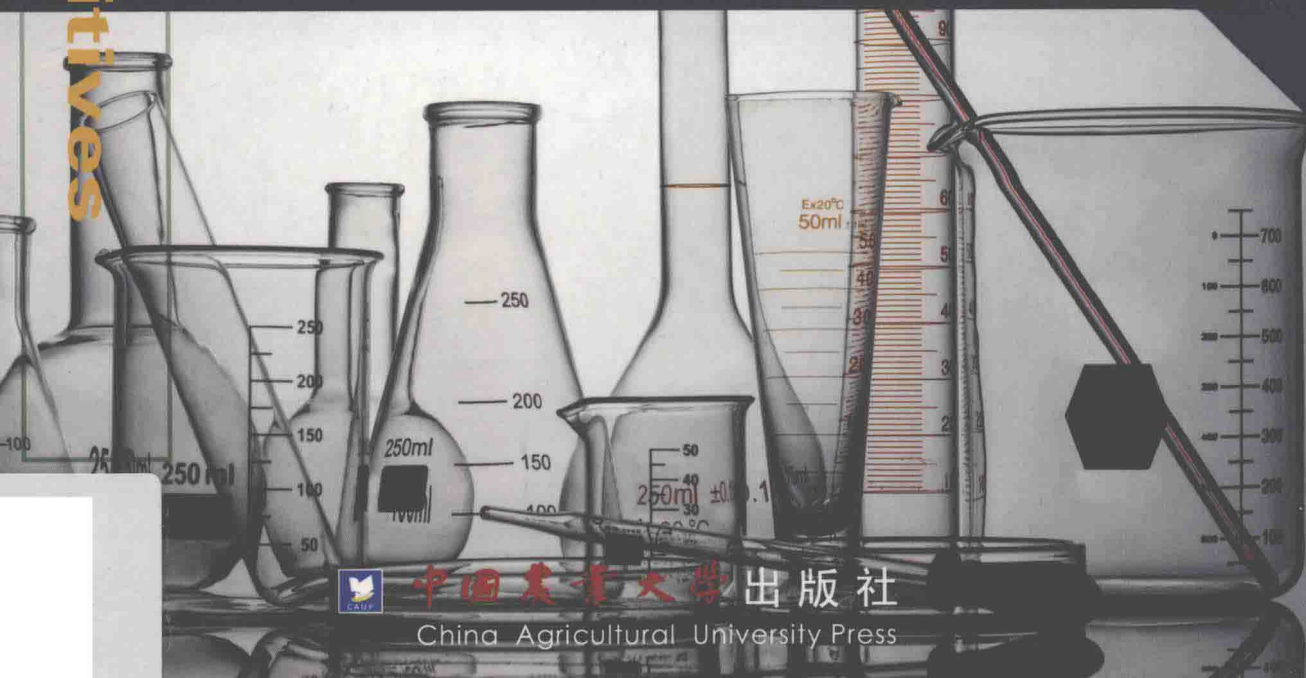
Textbook Series for 21st Century

食品添加剂

第3版

郝利平 聂乾忠 周爱梅 白卫东 ◎主编

Food Additives



中国农业大学出版社

China Agricultural University Press



普通高等教育“十三五”精品课程建设教材



面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

食品添加剂

第 3 版

郝利平 聂乾忠 周爱梅 白卫东 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材进一步规范了食品添加剂的定义,较为详细地介绍了食品添加剂的作用机理、性状、性能与毒性,按照新的标准明确阐述了食品添加剂使用范围、使用剂量、使用方法,提出了食品添加剂使用注意事项,介绍了食品添加剂的国内外发展动态。并利用二维码技术链接了一些相关法规、标准及思考题参考答案,便于学习者查阅。

图书在版编目(CIP)数据

食品添加剂/郝利平等主编. —3 版. —北京:中国农业大学出版社,2016. 6
ISBN 978-7-5655-1604-7

I. ①食… II. ①郝… III. ①食品添加剂 IV. ①TS202. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 128448 号

书 名 食品添加剂 第 3 版

作 者 郝利平 聂乾忠 周爱梅 白卫东 主编

策划编辑 宋俊果 刘 军

责任编辑 田树君

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2016 年 7 月第 3 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 20.25 印张 500 千字

定 价 39.00 元

封面图片出处:© IMAGEMORE Co., Ltd.

图书如有质量问题本社发行部负责调换

全国高等学校食品类专业系列教材

编审指导委员会委员

(按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|--------|-----|--------------|
| 毕 阳 | 甘肃农业大学 | 孟素荷 | 中国食品科学技术学会 |
| 陈 卫 | 江南大学 | 南庆贤 | 中国农业大学 |
| 陈复生 | 河南农业大学 | 蒲 彪 | 四川农业大学 |
| 陈绍军 | 福建农林大学 | 钱建亚 | 扬州大学 |
| 陈宗道 | 西南大学 | 石阶平 | 国家食品药品监督管理总局 |
| 董海洲 | 山东农业大学 | 史贤明 | 上海交通大学 |
| 郝利平 | 山西农业大学 | 孙宝国 | 北京工商大学 |
| 何国庆 | 浙江大学 | 孙远明 | 华南农业大学 |
| 贾英民 | 河北科技大学 | 田洪涛 | 河北农业大学 |
| 江连洲 | 东北农业大学 | 王 硕 | 天津科技大学 |
| 李洪军 | 西南大学 | 夏延斌 | 湖南农业大学 |
| 李新华 | 沈阳农业大学 | 谢笔钧 | 华中农业大学 |
| 李云飞 | 上海交通大学 | 谢明勇 | 南昌大学 |
| 林家栋 | 中国农业大学 | 薛长湖 | 中国海洋大学 |
| 刘金福 | 天津农学院 | 严卫星 | 国家食品安全风险评估中心 |
| 刘景圣 | 吉林农业大学 | 岳田利 | 西北农林科技大学 |
| 刘静波 | 吉林大学 | 赵丽芹 | 内蒙古农业大学 |
| 罗云波 | 中国农业大学 | 赵谋明 | 华南理工大学 |
| 马 涛 | 渤海大学 | 周光宏 | 南京农业大学 |

第3版编写人员

主 编 郝利平(山西农业大学)
聂乾忠(湖南农业大学)
周爱梅(华南农业大学)
白卫东(仲恺农业工程学院)

参 编 (按拼音顺序排名)
白 英(内蒙古农业大学)
陈振家(山西农业大学)
李巨秀(西北农林科技大学)
蔡菁华(北京农学院)
王越男(内蒙古农业大学)
徐明生(江西农业大学)
杨 明(扬州大学)
张春红(沈阳农业大学)
张秀凤(河南牧业经济学院)
张 雪(河南牧业经济学院)
朱力杰(渤海大学)

第2版编写人员

主 编 郝利平(山西农业大学)
 聂乾忠(湖南农业大学)
 陈永泉(华南农业大学)
 廖小军(中国农业大学)

参 编 (按拼音顺序排名)
 陈安均(四川农业大学)
 贾 宁(沈阳农业大学)
 李巨秀(西北农林科技大学)
 綦菁华(北京农学院)
 沈 群(中国农业大学)
 徐明生(江西农业大学)
 杨 明(扬州大学)

第1版编写人员

主 编 郝利平(山西农业大学)
夏延斌(湖南农业大学)
陈永泉(华南农业大学)
廖小军(中国农业大学)

参 编 (按拼音顺序排名)
陈安均(四川农业大学)
贾 宁(沈阳农业大学)
李巨秀(西北农林科技大学)
蔡菁华(北京农学院)
沈 群(中国农业大学)
徐明生(江西农业大学)
杨 明(扬州大学)

出版说明

(代总序)

时光荏苒,食品科学与工程系列教材第一版发行距今,已有14年。总计120余万册的发行量,已经表明了这套教材受欢迎的程度,应该说它是全国食品类专业教育使用最多的系列教材。

这套教材已成为经典,作为总策划的我,在再再版的今天,重新翻阅这套教材的每一科目、每一章节,在感慨流年如水的同时,更有许多思考和感激。这里,借写出版说明(代总序)的机会,再一次总结本套教材的编撰理念和特点特色,也和我挚爱的同行们分享我的感悟和喜乐。

第一,优秀的教材一定是心血凝成的精品,杜绝任何形式的粗制滥造。

14年前,全国40余所大专院校、科研院所,300多位一线专家教授,涵盖生物、工程、医学、农学等领域,齐心协力组建出一支代表国内食品科学最高水平的教材撰写队伍。著作者们呕心沥血,在教材中倾注平生所学,那字里行间,既有学术思想的精萃凝结,也不乏治学精神的光华闪现,诚所谓学问人生,经年积成,食品世界,大家风范。这精心的创作,和彼敷衍的粘贴,其间距离,岂止云泥!

第二,优秀的教材必以学生为本,不是居高临下的自说自话。

注重以学生为本,就是彻底摒弃传统填鸭式的教学方法。著作者们谨记“授人以鱼不如授人以渔”,在传授食品科学知识的同时,更启发食品科学人才获取知识和创造知识的思维与灵感。润物细无声中,尽显自由思想,彰耀独立精神。在写作风格上,也注重学生的参与性与互动性,接地气,说实话,深入浅出,有料有趣。

第三,优秀教材与时俱进、推陈出新,绝不墨守成规、原地不动。

首版再版再再版,均是在充分收集和尊重一线任课教师和学生意见的基础上,对新增教材进行科学论证和整体策划。每一次工作量都不小,几乎覆盖食品学科专业的所有骨干课程和主要选修课程,但每一次都不敢有丝毫懈怠,内容的新颖性,教学的有效性,齐头并进,一样都不能少。具体而言,此次再再版,不仅增添了食品科学与工程最新理论发展,又以相当篇幅强调了食品工艺的具体实践。

每本教材,既相对独立又相互衔接互为补充,构建起系统、完整、实用的课程体系。

第四,优秀教材离不开出版社编辑人员的心血倾注。

同为他人作嫁衣裳,教材的著作者和编辑,都一样的忙忙碌碌,飞针走线。这套系列教材的编辑们站在出版前沿,以其炉火纯青的专业技能,辅以最新最好的出版传播方式,保证了这套教材的出版质量和形式上的生动活泼。编辑们的高超水准和辛勤努力,赋予了此套教材蓬勃旺盛的生命力。

这里,我也想和同行们分享以下数字,以表达我发自内心的喜悦:

第1版食品科学与工程系列教材出版于2002年,涵盖食品学科15个科目,全部入选“面向21世纪课程教材”。

第2版(再版)食品科学与工程系列教材出版于2009年,涵盖食品学科29个科目。

第3版(再再版)食品科学与工程系列教材将于2016年暑期出版(其中《食品工程原理》为第4版),涵盖食品学科36个科目,增加了《食品工厂设计》《食品分析》《食品感官评价》《葡萄酒工艺学》《生物技术安全与检测》等9个科目,调整或更名了部分科目。

需要特别指出的是,这其中,《食品生物技术导论》《食品安全导论》《食品营养学》《食品工程原理》4个科目为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材;《食品化学》《食品化学综合实验》《食品工艺学导论》《粮油加工学》《粮油加工学实验技术》《食品酶学与工程》6个科目为普通高等教育农业部“十二五”规划教材;《食品生物技术导论》《食品营养学》《食品工程原理》《粮油加工学》《食品试验设计与统计分析》为“十五”或“十一五”国家级规划教材。

本套食品科学与工程系列教材出版至今已累计发行超过126万册,使用教材的院校140余所。

第3版有500余人次参与编写,参与编写的院所近80家。

本次出版在纸质基础上引入了数字化元素,增加了二维码,内容涉及推荐阅读文字,直观的图片展示,以及生动形象的短小视频等,使教材的内容更加丰富、信息量更大,形式更加活泼,使用更加便捷,与学生的阅读和学习习惯更加贴近。

虽然我的确有敝帚自珍的天性,但我也深深地知道,世上的事没有百分百的完美。我还要真心地感谢在此套教材中肯定存在的那些不完美,因为正是她们给了我们继续向前的动力。这里,我真诚地期待大家提出宝贵意见,让我们与这套教材一起共同成长,更加进步。

罗云波

2016年5月5日于马连洼

第3版前言

“民以食为天、食以安为先”，食品工业被誉为人类的朝阳产业。近30年我国食品工业蓬勃发展，食品工业产值稳居工业总产值之首。在食品工业的发展过程中食品添加剂发挥着十分重要的作用。随着我国人民生活水平的不断提高，生活节奏显著加快，人们对食品的口感、风味、质量、营养、安全等有了更新、更高的要求。对于食品添加剂的使用也有了进一步的认识。食品添加剂指“为改善食品品质和色、香、味，以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质，包括营养强化剂。”在食品加工制造过程中合理使用食品添加剂，既可以使得加工食品色、香、味、形及组织结构俱佳，还能保持和增加食品营养成分，防止食品腐败变质，延长食品保存期，便于食品加工和改进食品加工工艺，提高食品生产效率。

随着现代化、工业化的发展与人民生活水平日益提高，人们在温饱之后就更加关注食品安全。由于道德与诚信的缺失、非法添加物的使用，使得食品安全事件频频发生，加之公众对于食品添加剂的认知存在着误区，使得食品添加剂成了非法添加物的替罪羊。《中华人民共和国食品安全法》(2015.4)、《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760—2014,2015)的出台，对食品添加剂提出了更新、更高、更加科学合理和严格的要求。

为了普及食品添加剂的相关知识，提高公众对于食品添加剂的认知水平，保证食品添加剂课程教学质量，使食品添加剂在我国食品工业发展与保证食品安全中发挥积极的作用，在全国高等院校食品类专业教学指导委员会和中国农业大学出版社的支持下，我们在2002年出版的“面向21世纪课程教材”《食品添加剂》(第1版)、2009年出版的“面向21世纪课程教材”《食品添加剂》(第2版)的基础上，参照《中华人民共和国食品安全法》(2015.4)、《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760—2014,2015)及《食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》(GB 14880—2012,2013)等最新的法规标准，结合食品工业、食品添加剂工业的发展及国内外最新研究成果与发展动态，组织具有丰富食品添加剂课程教学经验的教授、副教授、博士及中青年骨干教师重新修订了本教材。本教材进一步规范了食品添加剂的定义，较为详细地介绍了食品添加剂的作用机理、性状、性能与毒性，按照新的标准明确阐述了食品添加剂使用范围、使用剂量、使用方法，提出了食品添加剂使用注意事项，介绍了食品添加剂的国内外发展动态。并利用二维码技术链接了一些相关法规、标准及思考题参考答案，便于学习者查阅。

本书的编写分工(按编写章节顺序)如下：山西农业大学郝利平编写第1章绪论，华南农业大学周爱梅编写第2章食品添加剂的安全性评价与管理，湖南农业大学聂乾忠编写第3章食品防腐剂，河南牧业经济学院张雪编写第4章食品抗氧化剂，仲恺农业工程学院白卫东编写第5章食品着色剂，扬州大学杨明编写第6章食品护色剂，渤海大学朱力杰编写第7章食品漂白剂，北京农学院綦菁华编写第8章食品增稠剂，内蒙古农业大学白英编写第9章食品乳化剂，沈阳农业大学张春红编写第10章食品用香料与香精，内蒙古农业大学王越男编写第11章食

品调味剂(酸度调节剂、甜味剂、鲜味剂),西北农林科技大学李巨秀编写第12章食品疏松剂、凝固剂、水分保持剂和抗结剂,江西农业大学徐明生编写第13章食品酶制剂,河南牧业经济学院张秀凤编写第14章食品工业用加工助剂及其他,山西农业大学陈振家编写第15章食品营养强化剂。

由于食品添加剂种类繁多、性状各异,并且新的食品添加剂的研究与应用日新月异,读者在食品添加剂的使用过程中应该结合本教材的基本知识,随时关注食品添加剂的新发展、新动态、新标准,科学、准确、合理地使用食品添加剂。

本教材在编写过程中得到了编写者、编写者所在单位以及专业领域同仁们的大力支持,为此表示衷心的感谢。由于编者的水平有限,书中难免有错误和不足,恳请读者批评指正。

编 者

2016年2月15日

第 2 版前言

食品工业被称为朝阳工业。我国食品工业到 1995 年已经发展成为第一大产业,近 10 多年来一直稳居工业总产值之首。食品添加剂对于推动食品工业发展发挥着十分重要的作用。随着我国改革开放的逐步深入,我国社会主义市场经济蓬勃发展,人民生活水平不断提高,生活节奏显著加快,人们对食品的口感、风味、质量、营养、安全等有了更新、更高的要求。

食品添加剂是指为改善食品品质和色、香、味以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或天然物质。在食品加工制造过程中合理使用食品添加剂,既可以使得加工食品色、香、味、形及组织结构俱佳,还能保持和增加食品营养成分,防止食品腐败变质,延长食品保质期,便于食品加工和改进食品加工工艺,提高食品生产效率。

随着我国综合国力的迅速提高和科学技术的不断进步,我国的食品工业快速发展,加工食品的比重成倍增加,食品的种类花色日益繁多,我们生活中接触到的食品添加剂也随之变得越来越多,人们对食品添加剂给食品安全带来的问题也越来越关注。有观点将食品添加剂的“滥用”和化学农药、重金属、微生物、多氯联苯等常规污染物一起被列为食品污染源。食品行业从业人员只有正确掌握食品添加剂的有关知识,科学、准确、合理地使用食品添加剂,才能充分发挥食品添加剂在食品生产中的作用,保证食品安全;同时食品行业从业人员必须在实践中不断加强学习,才能适应食品工业的飞速发展和加入 WTO 以后日益广泛的食品国际贸易需求。

《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2007)、《中华人民共和国食品安全法》(2009)的出台,对食品添加剂提出了更新、更高、更加科学合理和严格的要求。为贯彻落实相关内容,普及有关知识,保证食品添加剂课程教学质量,在全国高等院校食品专业教学指导委员会和中国农业大学出版社的支持下,我们在 2002 年出版的“面向 21 世纪课程教材”《食品添加剂》(第 1 版)的基础上,参照《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2007)、《中华人民共和国食品安全法》(2009),结合食品工业、食品添加剂工业的发展及国内外最新研究成果与发展动态,认真组织具有丰富食品添加剂课程教学经验的教授、副教授、博士及中青年骨干教师重新修订了这本教材。本教材在对食品添加剂的定义、作用机理、性状、性能与毒性进行详细介绍的基础上,深入阐述了食品添加剂使用范围、使用剂量、使用方法等内容。

本书的编写分工(按编写章节顺序)如下:华南农业大学陈永泉编写第 1 章绪论,湖南农业大学聂乾忠编写第 2 章食品防腐剂,山西农业大学郝利平编写第 3 章食品抗氧化剂、第 12 章食品营养强化剂,中国农业大学廖小军编写第 4 章食品着色剂,扬州大学杨明编写第 5 章食品护色剂与漂白剂,中国农业大学沈群编写第 6 章食品调味剂(酸度调节剂、甜味剂、鲜味剂)、北京农学院綦菁华编写第 7 章食品增稠剂,四川农业大学陈安均编写第 8 章食品乳化剂,沈阳农业大学贾宁编写第 9 章食品香料与香精,江西农业大学徐明生编写第 10 章食品酶制剂,西北农林科技大学李巨秀编写第 11 章其他食品添加剂。

由于食品添加剂种类繁多、性状各异,并且新的食品添加剂的研究与应用日新月异,读者

在使用过程中应该结合本教材的基本知识,随时关注食品添加剂的新发展、新动态、新标准,科学、准确、合理地使用食品添加剂。

本书在编写过程中始终得到编写者、编写者所在单位以及专业领域同仁们的大力支持,为此表示衷心的感谢。在本书基本完稿后,西南大学陈宗道教授认真地指出就《中华人民共和国食品安全法》实施后,本教材应当进行的特别修订之处,并给出了修订建议,在此,特别感谢!

由于编者的水平有限,书中必有错误和不足,恳请读者批评指正。

编者

2009年3月10日

第 1 版前言

随着食品工业的发展,食品添加剂已经成为现代食品工业不可缺少的一部分。“食品添加剂是食品生产中最活跃、最有创造力的因素”,对推动食品工业的发展起着十分重要的作用。跨入 21 世纪,随着我国改革开放的进一步深入,社会主义市场经济的蓬勃发展,人民的生活水平不断提高,生活节奏显著加快,人们对食品提出了越来越高和越来越新的要求,不仅要求吃饱、吃好,而且要求安全、卫生、营养、健康。食品工业在国民经济中所占的比重越来越大,20 世纪 90 年代中期开始食品工业已经成为我国第一大产业,在工业总产值中居第一位。在食品加工制造过程中使用食品营养成分,防止腐败变质,延长食品保存期,便于食品加工、便于改进食品加工工艺、提高食品生产效率。近年来我国食品添加剂工业有很大程度的发展,无论是品种还是产量与质量,都有显著提高,食品添加剂的作用与利用也越来越被人们所重视,但是与发达国家和地区相比仍有较大的差距。食品添加剂与人们的健康密切相关,为了保证人民身体健康,保证食品的安全卫生,适应食品工业飞速发展和加入 WTO 以后日益广泛发展的国际贸易的需要,学习和掌握食品添加剂的知识十分必要,在此基础上还必须加快食品添加剂的研制、开发和生产,以满足日益发展的食品工业的需要。

我们编写《食品添加剂》一书是为了适应我国食品工业的发展和高等院校食品专业教育的需要。本书结合我国食品添加剂的使用情况,重点介绍了食品添加剂的定义、性质、性状、毒性、使用方法、应用范围与剂量,以及食品添加剂的作用原理、使用时的注意事项等有关知识,同时也介绍了国内外食品添加剂发展的动态和使用情况,以及国内外食品添加剂管理办法和食品营养强化剂管理办法、使用原则。在本书编写过程中,引用、参考了国内外有关著作、文献资料和最新研究成果,使书中内容得到了一定的充实与完善。本书是高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目(04-8)研究成果。

参加本书编写的人员多数是多年从事食品添加剂课程教学的教授、副教授、讲师。编写分工:第 1 章绪论,华南农业大学陈永泉编写;第 2 章食品防腐剂,湖南农业大学夏延斌编写;第 3 章食品抗氧化剂和第 12 章食品营养强化剂,山西农业大学郝利平编写;第 4 章食品着色剂,中国农业大学廖小军编写;第 5 章食品发色剂与漂白剂,扬州大学杨明编写;第 6 章食品调味剂,中国农业大学沈群编写;第 7 章食品增稠剂,北京农学院綦菁华编写;第 8 章食品乳化剂,四川农业大学陈安均编写;第 9 章食品香料与香精,沈阳农业大学贾宁编写;第 10 章食品酶制剂,江西农业大学徐明生编写;第 11 章其他食品添加剂,西北农林科技大学李巨秀编写。

由于食品添加剂种类繁多,性质各异,并且新的添加剂的研究与应用日新月异,尽管我们在主观上力求把本教材编好,但是由于编者水平所限,不当之处在所难免,希望读者给予批评、指正。

编者

2001 年 12 月 1 日

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 食品添加剂的定义与分类	2
1.1.1 食品添加剂的定义	2
1.1.2 食品添加剂的分类	3
1.2 食品添加剂在食品工业中的作用	4
1.2.1 防止食品败坏变质,提高食品的稳定性、耐藏性及安全性	4
1.2.2 提高和改善食品的感官性状	4
1.2.3 保持或提高食品的营养价值	4
1.2.4 增加食品的品种,提高食品的方便性	5
1.2.5 有利于食品的加工处理,适应生产的机械化和自动化	5
1.2.6 有利于满足不同人群的特殊营养需要和开发新的食品资源	5
1.3 食品添加剂的发展历史与现状	5
1.3.1 食品添加剂的发展历史	5
1.3.2 我国食品添加剂工业的发展现状	7
1.4 食品添加剂的食品安全使用及发展趋势	7
1.4.1 食品添加剂的食品安全使用	7
1.4.2 食品添加剂的发展趋势	8
思考题	10
参考文献	10
第2章 食品添加剂的安全性评价与管理	11
2.1 食品添加剂的安全性评价	12
2.1.1 食品添加剂的化学结构与毒性的关系	12
2.1.2 食品添加剂的毒理学评价	13
2.1.3 食品添加剂的毒理学试验及结果的判定	13
2.1.4 食品添加剂的使用标准	15
2.1.5 食品添加剂的质量标准	17
2.2 食品添加剂的管理	18
2.2.1 FAO/WHO对食品添加剂的管理	18
2.2.2 国外对食品添加剂的管理	18
2.2.3 我国对食品添加剂的管理	21
2.3 食品添加剂的选用原则	22
2.3.1 FAO/WHO对食品添加剂的使用原则	22

2.3.2	我国食品添加剂的使用原则	23
2.3.3	食品营养强化剂的使用原则	25
2.4	食品添加剂的审批程序	26
2.5	食品添加剂的编码与缩略语	27
2.5.1	食品添加剂的编码系统	27
2.5.2	缩略语	28
	思考题	29
	参考文献	29
第3章	食品防腐剂	31
3.1	食品防腐剂的作用机理	32
3.2	常用的食品防腐剂	32
3.2.1	酸性防腐剂	37
3.2.2	酯性防腐剂	41
3.2.3	天然防腐剂	44
3.2.4	其他化学防腐剂	47
3.3	食品防腐剂的合理使用及注意事项	50
3.3.1	食品防腐剂的抑菌范围	50
3.3.2	不同防腐剂有效的 pH 范围	50
3.3.3	食品防腐剂的溶解和分散	51
3.3.4	食品防腐剂与食品的热处理配合使用	51
3.3.5	食品防腐剂的并用	51
3.3.6	其他因素对食品防腐剂作用的影响	51
3.4	食品防腐剂研究进展与展望	52
	思考题	52
	参考文献	53
第4章	食品抗氧化剂	54
4.1	食品抗氧化剂的作用机理	55
4.1.1	油脂酸败及脂肪氧化的机理	55
4.1.2	油溶性抗氧化剂的作用机理	56
4.1.3	水溶性抗氧化剂的作用机理	56
4.2	油溶性抗氧化剂	56
4.2.1	丁基羟基茴香醚	57
4.2.2	二丁基羟基甲苯	58
4.2.3	没食子酸丙酯	58
4.2.4	特丁基对苯二酚	59
4.2.5	抗坏血酸棕榈酸酯	60
4.2.6	茶多酚棕榈酸酯	61
4.2.7	4-己基间苯二酚	61
4.2.8	羟基硬脂精	61

4.2.9 硫代二丙酸二月桂酯	62
4.3 水溶性抗氧化剂	62
4.3.1 L-抗坏血酸	62
4.3.2 L-抗坏血酸钠	63
4.3.3 L-抗坏血酸钙	63
4.3.4 D-异抗坏血酸	64
4.3.5 D-异抗坏血酸钠	65
4.3.6 乙二胺四乙酸二钠	65
4.3.7 乙二胺四乙酸二钠钙	66
4.4 天然抗氧化剂	66
4.4.1 生育酚(维生素 E)	66
4.4.2 植酸(又名肌醇六磷酸),植酸钠	67
4.4.3 茶多酚	68
4.4.4 甘草抗氧化物	69
4.4.5 迷迭香提取物	70
4.4.6 迷迭香提取物(超临界二氧化碳萃取法)	70
4.4.7 竹叶抗氧化物(竹叶黄酮)	70
4.4.8 栎精	71
4.4.9 愈创树脂	71
4.4.10 米糠素	71
4.5 抗氧化剂使用注意事项	71
4.5.1 充分了解抗氧化剂的性能	72
4.5.2 正确掌握抗氧化剂的添加时机	72
4.5.3 抗氧化剂及增效剂的复配使用	72
4.5.4 选择合适的添加量	72
4.5.5 控制影响抗氧化剂作用效果的因素	72
4.6 食品抗氧化剂的研究动态	73
4.6.1 类胡萝卜素类物质的抗氧化作用	73
4.6.2 生物类黄酮物质的抗氧化作用	74
4.6.3 其他	75
思考题	75
参考文献	76
第5章 食品着色剂	77
5.1 食品着色剂的种类及特性	78
5.1.1 食品合成着色剂	78
5.1.2 食品天然着色剂	79
5.2 着色剂的发色机理	80
5.3 食品合成着色剂及应用	82
5.3.1 苋菜红	82